

Université Libre de Bruxelles  
Institut de Gestion de l'Environnement de d'Aménagement du Territoire  
Faculté des Sciences  
Master en Gestion de l'Environnement

**« La réintroduction du tramway en France – un bénéfice pour  
l'environnement ? »**

Mémoire de Fin d'Études présenté par  
SCHNEIDER, Florian  
en de l'obtention du grade académique de  
Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Année Académique : 2011-2012

Directeur : Dr. Dobruszkes, Frédéric



## **Remerciements**

La réalisation de ce projet n'aurait été possible sans le soutien et les conseils éclairés du docteur  
F. Debruszkas.

Les projets se nourrissent également de dialogues. Je remercie le docteur P. Frenay pour son  
accueil et son écoute.

Pour avoir eu la patience et la curiosité de me relire, pour ses corrections essentielles, je remercie  
Isaline, Marc et Kim.

Il n'y a pas de projet sans moments d'incertitude, je tiens à remercier ceux qui m'ont écouté,  
compris, changé les idées... merci les amis du petit bureau au petit ascenseur du côté des poires.  
Merci Brenda pour ton jardin et ta bonne humeur.

Es gibt kein Projekt ohne Nestwärme. Vielen Dank an meine Familie, die immer an mich geglaubt  
und in vollem Umfang unterstützt hat.

Es gibt kein Projekt ohne Geld. Vielen Dank auch an den deutschen Staat für fünf Jahre Bafög.

En fin, nada existe sin carino, sin amor. Gracias Dami.



# Résumé

Depuis la réintroduction du tramway en France, le tramway est souvent présenté comme l'élément principal d'une mobilité plus durable en milieu urbain. Cependant, l'évaluation positive du tramway se base souvent sur la bonne fréquentation et le renforcement de la proportion du transport public dans la répartition modale. Le présent mémoire a pour but d'examiner l'impact de la réintroduction du tramway sur l'environnement d'un point de vue des effets sur l'utilisation de modes de transport.

À ce sujet, la littérature a révélé que le tramway est généralement plus respectueux de l'environnement que le bus et la voiture. Par conséquent, un bénéfice potentiel pour l'environnement se fonde essentiellement sur un transfert modal depuis la voiture vers le transport collectif. Cependant, les origines des nouveaux utilisateurs du transport public sont peu connues et les mécanismes du transfert modal sont controversés.

Afin d'éclairer ainsi l'effet du tramway, nous avons réalisé une analyse des impacts de la réintroduction sur les comportements de mobilité. En se basant en grande partie sur les données des enquêtes ménages déplacements, nous avons examiné les agglomérations de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg. Dans ce cadre, nous avons mis l'accent sur l'examen du système de déplacements et par la suite, confronté les résultats au développement des distances parcourues ainsi que le rapport entre l'offre et la demande des transports en commun.

L'étude des déplacements a révélé que l'implémentation du tramway a effectivement déclenché une hausse de l'utilisation des transports en commun. En ce qui concerne les origines de cette accroissement, nous avons dévoilé dans un premier temps un transfert modal depuis les modes doux et un trafic induit en présence d'une forte croissance de l'utilisation de la voiture. Par contre, depuis les années 2000, le transfert modal s'alimente de l'automobile. Cette évolution favorable était également confirmée par l'examen des distances parcourues où le nombre de kilomètres effectués par habitant et par jour a été en légère régression.



# Table de matières

<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Bref historique et situation actuelle.....	1
1.2 Problématique et objectif.....	3
1.2.1 Problématique.....	3
1.2.2 Objectif.....	4
<b>2. Les facteurs de la performance environnementale et du transfert modal .....</b>	<b>6</b>
2.1 Les impacts environnementaux liés au tramway, au bus et au trafic routier.....	6
2.1.1 Introduction générale .....	6
2.1.2 La pollution atmosphérique.....	7
2.1.3 Les gaz à effet de serre.....	10
2.1.4 Le bruit et les vibrations.....	13
2.1.5 Bilan des trois modes.....	17
2.2 Le transfert modal.....	18
2.2.1 L'approche micro-économique.....	18
2.2.2 Les apports psycho-sociologiques.....	21
2.2.3 Les mesures contraignantes.....	24
2.3 Le tramway, la planification urbaine et l'environnement.....	25
2.3.1 La ville héritée.....	26
2.3.2 L'implication « typique » des lignes du tramway et les effets sur l'environnement.....	28
2.4 Le tramway, un mode fortement politisé.....	32
2.5 Instruments obligatoires d'évaluation des effets sur l'environnement.....	36
2.5.1 Les études d'impact sur l'environnement.....	37
2.5.2 Les bilans LOTI.....	37
2.6 Conclusion.....	39
<b>3. Méthode et données.....</b>	<b>40</b>
3.1 Méthode .....	40
3.1.1 Cadre de l'étude.....	40
3.1.2 Critères du choix des villes.....	41

3.1.3	Présentation des quatre agglomérations.....	46
3.2	Données.....	47
3.2.1	Les enquêtes ménages déplacements.....	48
3.2.2	Hypothèses et modifications des données des déplacements de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg.....	49
3.2.3	Données des distances parcourues.....	53
4.2.4	Données de l'offre des TC.....	55
<b>4.</b>	<b>Analyse.....</b>	<b>56</b>
4.1	Système de déplacements.....	56
4.2	Mobilité totale.....	59
4.2.1	Développement de la mobilité totale urbaine en France .....	60
4.2.2	Évolution de la mobilité totale à Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg – un impact visible du tramway ?.....	61
4.2.3	Trafic induit ou transfert modal ?.....	63
4.2.3.1	Transfert modal pur (TM).....	67
4.2.3.2	Des formules mixtes du transfert modal et du trafic induit (TM, TI).....	69
4.3	Évolution des distances parcourues.....	73
4.3.1	Distances parcourues en France métropolitaine.....	75
4.3.2	Répartition modale des distances parcourues à Bordeaux, Grenoble et Strasbourg.....	77
4.3.3	Le développement de la distance moyenne parcourue par personne et jour dans les quatre agglomérations.....	79
4.4	Évolution du rapport entre l'offre et la demande.....	81
4.4.1	Évolution pour tout le réseau de transports en commun.....	82
4.4.2	Évolution du réseau de tramway.....	83
4.4.3	Évolution du réseau de bus.....	85
4.4.4	Évolution du rapport entre l'offre des TC et l'utilisation de la VP.....	87
4.5	Discussion critique de l'analyse.....	88
4.5.1	Synthèse de l'analyse.....	88
4.5.2	Discussion critique de l'analyse .....	89
<b>5.</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>92</b>
	<b>Liste des figures.....</b>	<b>95</b>



**Liste des tableaux.....96**  
**Liste des acronymes.....97**  
**Bibliographie.....99**  
**Annexes.....111**

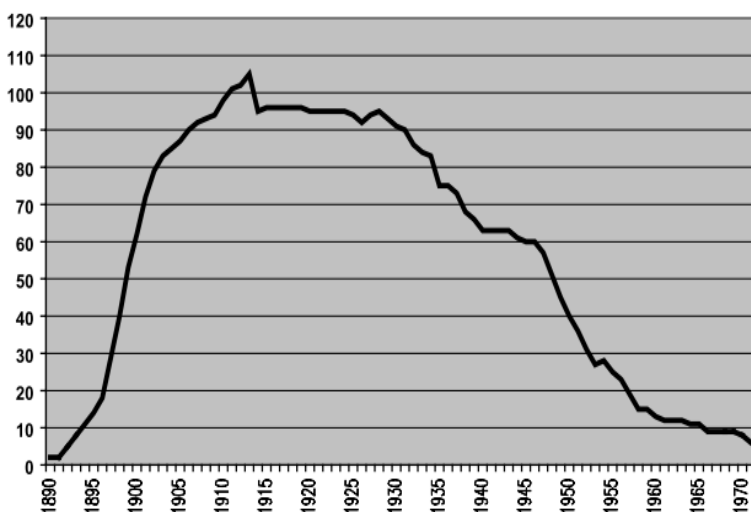


# 1. Introduction

## 1.1 Bref historique et situation actuelle

Le tramway est un mode de transport qui connaît une longue histoire en France. Déjà en 1854, la première ligne de tramway a été mise en service. Alors que les premiers systèmes étaient encore des tramways hippomobiles, ils ont été petit à petit remplacés par des tramways à vapeur ou à air comprimé et puis, à partir de 1890, par des tramways électriques.

À cette époque, le tramway a vu une dynamique exceptionnelle de sorte qu'il existait jusqu'à 115 réseaux différents avant la première guerre mondiale et chacune des huit plus grandes agglomérations de France a été dotée d'au moins 100 kilomètres de lignes. Cependant, l'euphorie autour du tramway a aussi amené à en construire dans des zones rurales et peu denses, si bien



qu'on a déjà noté les premières fermetures dans les années 20 à cause d'un manque de rentabilité.

**Figure 1 : Évolution du nombre des réseaux de tramway en France**

Par la suite, beaucoup de réseaux de villes moyennes ont été abandonnés et le tramway s'est concentré de plus en plus dans les grandes agglomérations.

[GRONECK, 2007]

Source : GRONECK 2007

À la sortie de la Seconde Guerre mondiale, la suppression du tramway s'est finalement aussi accentuée dans les grandes villes. Diverses raisons ont empêché la modernisation nécessaire des systèmes en France, alors qu'on a observé des mesures de rénovation dans d'autres pays européens. Un fait décisif a été le rôle de l'État. La politique des transports a été fortement influencée par le modèle américain, mettant la voiture au centre des préoccupations [BIGEY, 1993, p. 16]. De plus, le déclin de la demande ainsi que les avantages du bus (flexibilité, même infrastructure) ont joué un rôle dans les considérations. Par conséquent le tramway a été de plus en plus désaffecté de sorte qu'il ne restait que quelques exceptions à la fin des années 60.

Une véritable réorientation du côté de la politique est survenue après la première crise pétrolière.

À ce moment-là, on s'est effectivement rendu compte que des alternatives au transport basé sur le moteur à explosion étaient nécessaires. Alors que la *Société Nationale des Chemins de fer Français* (SNCF) a fait des efforts pour établir un réseau de trains à grande vitesse sur le plan national, le Ministère des Transports a demandé à plusieurs villes françaises d'étudier la possibilité de réintroduire le tramway au niveau urbain. [BIGEY, 1993, p. 38]. La ville de Nantes, nonobstant le fait qu'elle n'ait pas été prise en considération dans ce fameux « concours Cavallé », était la première ville à préparer la réintroduction du tramway. La mise en service en 1985 était fortement subventionnée par l'État français, payant également en grande partie le développement du matériel roulant, le *tramway standard français*. Par la suite, on note des réouvertures à Grenoble en 1987, à Paris en 1992 et à Rouen et Strasbourg en 1994. Depuis la fin du dernier millénaire, une véritable dynamique s'est développée, si bien qu'on compte aujourd'hui déjà 23 villes dotées d'un tramway, dont sept réseaux possèdent plus que 30 kilomètres d'infrastructures (voir le tableau 1). À ce sujet, beaucoup de villes ont prolongé les lignes existantes, si bien que le tramway dessert aujourd'hui aussi les banlieues périphériques (respectivement les périphériques).

**Tableau 1 : Les réseaux de tramway avec plus 30 kilomètres d'infrastructures en service**

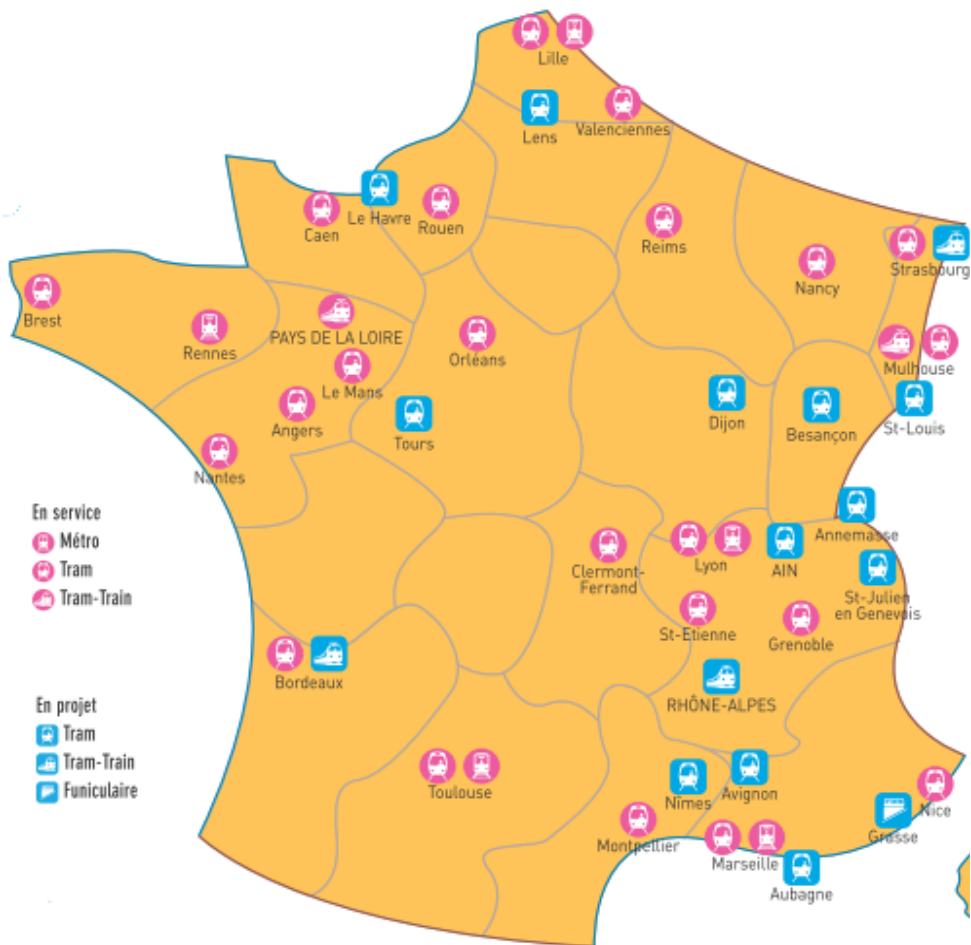
	<i>Lyon</i>	<i>Montpellier</i>	<i>Bordeaux</i>	<i>Nantes</i>	<i>L'Île de France</i>	<i>Strasbourg</i>	<i>Grenoble</i>
<b>Kilomètres d'infrastructures</b>	58	56	43,9	43,5	41,4	40,3	36,4

Source : Wikipedia

De plus, il existe de nombreuses villes qui ont un tramway en construction (Besançon, Dijon, Tours,...) ou en projet (Avignon, Nîmes, Lens, Toulon...). Fin 2009, on comptait effectivement la mise en service de 400 kilomètres d'infrastructures supplémentaires jusqu'à 2015 [CERTU, 2010].

Au cours du temps, le mode « tramway » a aussi évolué, de sorte qu'on constate aujourd'hui des systèmes sur pneus, guidés par un seul rail (Clermont-Ferrand, Caen) et même un système équipé d'un moteur diesel (Nancy). Par ailleurs, le tramway commence de nouveau à quitter les villes sous formes de « tram-trains ». La figure 2 donne un aperçu sur l'état actuel.

Figure 2: Cartes des TCSP en service et en projet, mode lourd uniquement



Source : GART, 2011

## 1.2 Problématique et objectif

### 1.2.1 Problématique

Lors qu'on se réfère aux grands acquis des derniers 250 ans, il est difficile de passer à côté des évolutions imposantes au niveau du transport. Commencant avec la locomotive à vapeur, la mobilité individuelle a connu une montée sans précédent qui s'est accrue avec la banalisation croissante de l'automobile dans les sociétés occidentales [DOBRUSZKES, 2011]. Étant à la base une bénédiction, la massification du transport individualisé est aujourd'hui devenue un sérieux problème environnemental. Pour cette raison, de nombreux experts cherchent des solutions pour améliorer le bilan environnemental du transport, dont une piste est le retour progressif aux

transports collectifs. Cependant, la façon de parvenir à ce transfert modal fait débat. Concernant le milieu urbain, la réintroduction du tramway en France constitue un cas intéressant, car elle permet d'étudier les effets d'un véritable changement quantitatif et qualitatif de l'offre sur les comportements de mobilité.

À ce sujet, nouvelles lignes de tramway se contentent très vite d'une bonne fréquentation de sorte qu'elles sont devenues une sorte de « solution nationale » pour toutes les grandes agglomérations françaises face au défi de l'automobile. C'est également un élément présenté comme indispensable pour une ville « durable ». Par ailleurs, elles servent, grâce au design esthétique et au réaménagement le long du tracé, d'outil de requalification urbaine. L'efficacité environnementale de son implantation se limite cependant souvent à faire allusion à la bonne fréquentation et à l'évolution jugée satisfaisante des parts modales de déplacements en faveur du transport public.

Néanmoins, on connaît peu d'informations sur les origines modales des nouveaux utilisateurs. Toutefois, la provenance des nouveaux clients est décisive si on évalue l'impact environnemental. D'un côté, il est possible que la hausse de la fréquentation soit liée à une diminution de l'utilisation de la voiture. D'un autre côté, il est également imaginable qu'elle soit alimentée par un transfert modal depuis les modes doux ou du trafic induit. Par ailleurs, il existe de nombreux autres facteurs qui influencent l'impact du tramway sur l'environnement et qui sont rarement pris en considération tels que l'évolution des distances parcourues, le rapport entre l'offre et la demande des transports en commun.

### **1.2.2 Objectif**

Le présent mémoire a pour but d'examiner l'impact de la réintroduction du tramway sur l'environnement d'un point de vue des effets sur l'utilisation de modes de transport. Il s'agira en particulier d'analyser l'origine des usagers des nouveaux trams en distinguant trafic induit et trafic transféré depuis les autres modes.

Dans un premier temps, les facteurs qui sont susceptibles d'exercer une influence sur la performance environnementale seront étudiés. À ce sujet, il nous paraît d'abord important d'éclairer succinctement les impacts environnementaux les plus importants qui sont liés à l'utilisation de la voiture, le bus et le tramway. Ensuite, nous discuterons les théories du transfert modal afin d'estimer le potentiel du tramway à changer les comportements de mobilité. Dans ce cadre, les interactions entre le tramway, l'urbanisme et le transfert modal seront également développées. Sur base des connaissances théoriques sur ces circonstances et mécanismes, nous interrogerons le rôle de la politique relatif aux choix en faveur du tramway. Finalement, nous

donnerons un aperçu sur les outils obligatoires censés évaluer l'impact environnemental de l'implémentation du tramway en signalant les apports de ces informations pour notre étude.

Dans un deuxième temps, nous analyserons, à travers les agglomérations de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg, l'impact de la réintroduction du tramway sur la mobilité. Tout d'abord, l'effet sur la part modale des déplacements et le développement de l'utilisation en valeurs absolues seront examinés. Par la suite, grâce à l'observation de la mobilité totale, nous attribuerons les différents cas identifiés au transfert modal ou au trafic induit. Concernant le transfert modal, les origines du trafic (nouveau vs. Transféré) seront établies. Une fois que les évolutions au niveau des déplacements seront connues, l'évolution des distances parcourues sera analysée afin d'établir un lien entre les déplacements et l'impact environnemental. Enfin, nous étudierons l'évolution du taux d'occupation en analysant le rapport entre l'offre et la demande à travers le temps.

## 2. Les facteurs de la performance environnementale et du transfert modal

### 2.1 Les impacts environnementaux liés au tramway, au bus et au trafic routier

#### 2.1.1 Introduction générale

Pour répondre à la question de savoir si la réintroduction du tramway est un bénéfice pour l'environnement, il faut d'abord identifier les principaux impacts environnementaux du tramway et les comparer avec les autres modes de transports. Comme le tramway est une solution surtout envisagée dans les grandes agglomérations de la province, ces modes sont notamment le bus et la voiture. Les modes doux ne sont pas pris en considération parce nous limitons l'analyse aux effets directs de l'utilisation. Les impacts indirects, comme ceux liés à la mise à disposition de l'équipement nécessaire, sont généralement exclus dans cette étude. D'après le livre *Handbook of transport and the environment*, les transports sont surtout connus pour avoir un effet sur les domaines de la qualité de l'air, les émissions de gaz à effet de serre, le bruit, l'impact sur la biodiversité et la consommation d'espace [HENSHER, 2003, p.3]. Les impacts nommés se réfèrent cependant sur le transport en général. En ce qui concerne le milieu urbain, les effets les plus importants sont la pollution de l'air, le bruit et la contribution au changement climatique.

L'influence des transports sur la biodiversité joue seulement un rôle subordonné, vu que les zones vertes sont rares en villes et les taches existantes souvent bien dispersées. De plus, l'homme y exerce un impact permanent sur les écosystèmes dont le transport ne constitue qu'un aspect.

La question de la consommation de l'espace des différents modes de transport est surtout importante dans une analyse qui évalue la capacité du transport d'un terrain disponible. En ce qui concerne l'environnement naturel par contre, il n'y a pas de différence si l'affectation du sol change de l'infrastructure routière à l'infrastructure du tramway, vu que la construction des rails se passe en majeure partie sur les anciennes surfaces routière. Néanmoins, le tramway a souvent un effet positif par rapport à ce que nous appelons l'environnement social. Son impact au niveau urbanistique sera précisé dans la partie « Le tramway, la planification urbaine et l'environnement ».

Par la suite, nous présenterons les impacts environnementaux qui sont liés à la voiture, le bus et le tramway.



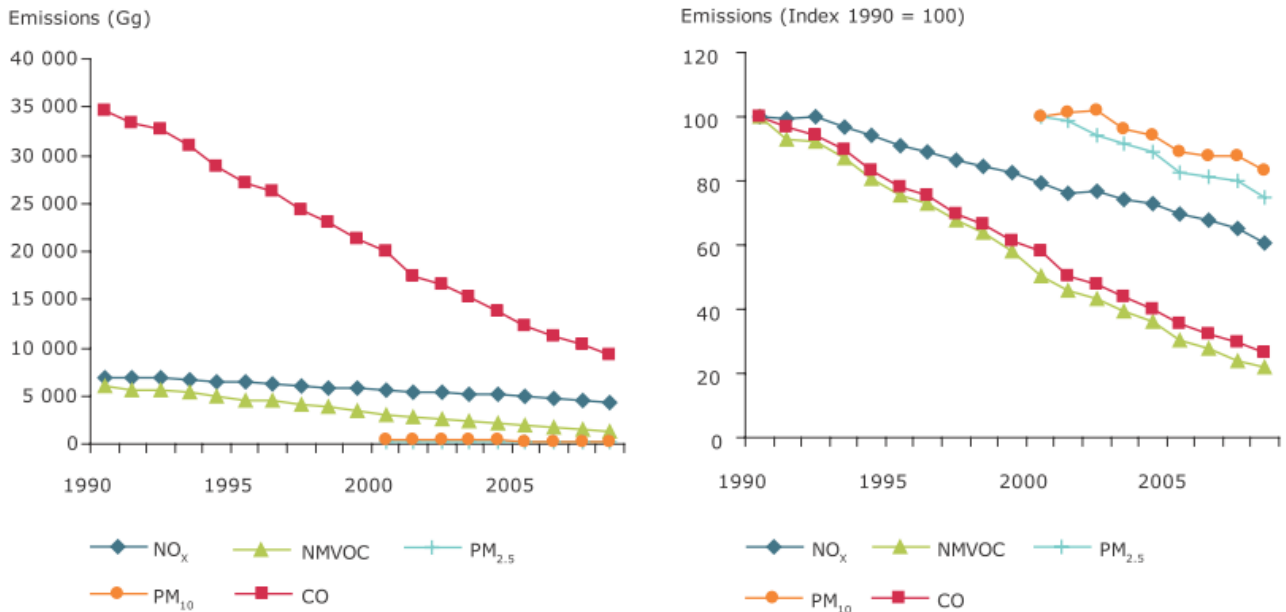
## 2.1.2 La pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est probablement le problème environnemental principal dans la ville, qui contribue, en fonction de la concentration, à une série de maladies aiguës et chroniques (Hensher, 2003, p. 230). À ce propos, un projet scientifique commun, nommé *Aphekom*, a examiné les effets de la pollution atmosphérique sur la santé humaine dans 25 villes européennes. L'étude a calculé qu'une réduction de la concentration des particules fines jusqu'au niveau de la valeur guide de l'*Organisation Mondiale de la Santé* pourrait augmenter l'espérance de vie d'une personne de 30 ans jusqu'à 22 mois. Concernant la France, les valeurs mesurées dépassent la valeur guide entre 42 (Toulouse) et 85 pour-cents (Marseille), ce qui représente une perte d'espérance de vie de 3,6 à 7,5 mois. D'après les auteurs, c'est surtout la proximité à une route à grand trafic qui augmente sensiblement le risque d'avoir des pathologies chroniques. [APHEKOM, 2011]

Le fait que le transport est aujourd'hui devenu la source principale relative à toute une série de polluants dans les villes des pays dits développés est confirmé par l'exemple de Bruxelles. Une étude de l'*Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement* montre que les transports sont principalement responsables des émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), du monoxyde de carbone (CO) et des particules totales en suspension et qu'ils contribuent aux émissions d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), du plomb, des composés organiques volatiles (COV) et des oxydes de soufre ( $\text{SO}_x$ ) (IBGE, 2006). Provenant généralement de la combustion du carburant des moteurs à explosion, les émissions de  $\text{NO}_x$  et les particules totales en suspension sont attribuées aux voitures diesel. Cependant, le nombre de voitures diesel a longtemps constitué une part minoritaire. Toutefois, ce fait augmente en permanence et aujourd'hui il en existe davantage que de voitures à essence [CGDD, 2010].

Néanmoins, des progrès, comme des carburants contenant moins de soufre ou les filtres à particules, empêchent que ce développement ait des conséquences trop néfastes. Au contraire, une comparaison entre 1990 et 2008 révèle que les quantités absolues des polluants émis ont fortement diminué.

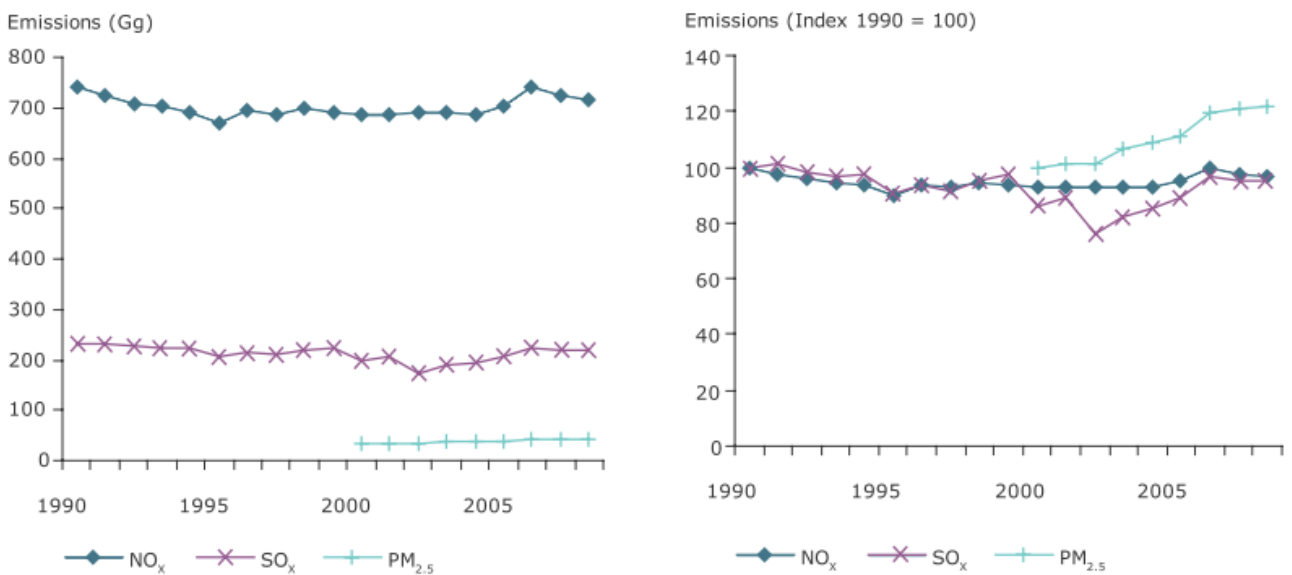
**Figure 3 : Développement des émissions de l'UE 27 du trafic routier entre 1990 et 2008**



Source : EEA, 2010

Concernant le trafic « non-routier », les plus émissions les plus importantes sont les oxydes d'azotes, les oxydes de soufre et les particules fines. La figure 3 indique le développement.

**Figure 4 : Développement des émissions de l'UE 27 du trafic non-routier entre 1990 et 2008**



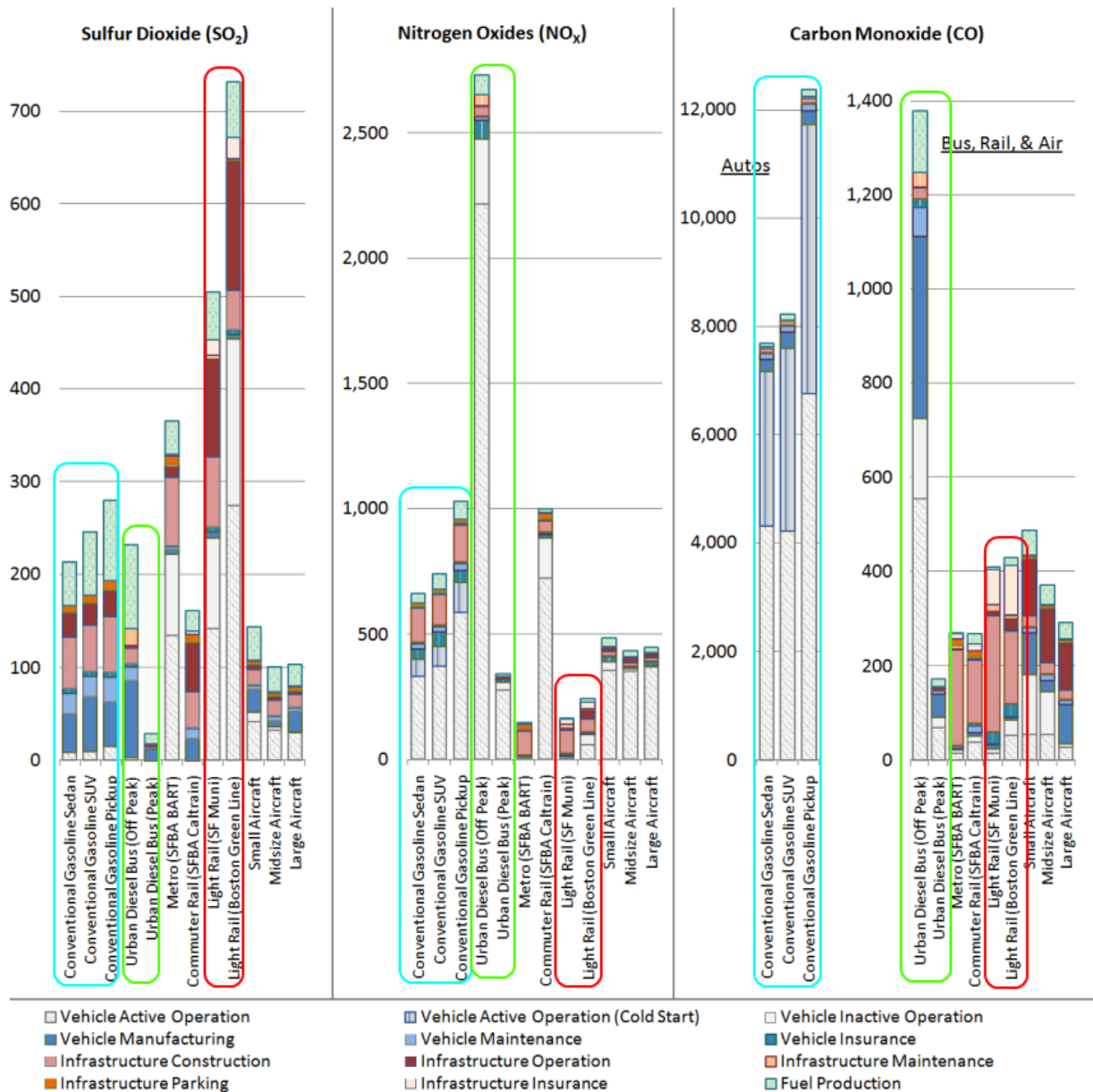
Source : EEA, 2010

D'un côté, on constate que le trafic routier a plus fortement réduit ses émissions que les autres modes de transport. Surtout au niveau des COV, CO et NO<sub>x</sub> on enregistre une diminution impressionnante, mais aussi les particules fines sont en recul. Par ailleurs, de nouveaux carburants ont contribué à éviter 99 pour-cents des émissions du plomb [EEA, 2010].

De l'autre côté, il est à noter que c'est aussi le trafic routier qui émet le plus en termes de quantité.

Afin d'éviter une interprétation déformée des chiffres des modes routiers, il faut rapporter les émissions à l'utilisation. Toutefois, il est difficile de trouver des chiffres qui reflètent également les progrès récents au niveau des véhicules routiers. La figure 5 montre un calcul relativement nouveau des émissions spécifiques qui présente les polluants par passagers-kilomètre en milligrammes aux États-Unis. Cependant, les chiffres prennent en compte le cycle de vie des différents modes, incluant l'extraction des matières premières, la construction et l'usage (pour tous les éléments considérés voir **Annexe 7**).

Figure 5 : Émissions de polluants atmosphériques en mg par passagers-kilomètre (USA)



Source : Graphique repris de CHESTER, HORVATH, 2009

Les émissions des différents types de voitures sont indiquées en turquoise à gauche, celles des bus en vert et celles du tramway en rouge. De manière générale, on peut constater que la voiture

est le moyen le moins respectueux de l'environnement que et le tramway est celui qui est le moins polluant. Cependant, il s'est avéré que le tramway est en même temps le mode qui émet le plus de dioxydes de soufre. Les performances du bus, quant à lui, varient fortement en fonction du taux d'occupation, de sorte qu'il peut d'un côté concurrencer le tramway dans des conditions « parfaites » et de l'autre côté même dépasser les émissions de la voiture.

Pour ce qui concerne le tramway en général, il faut se rendre compte que les émissions causées par l'opération sont liées à celles de la production de l'électricité. À ce sujet, il est à noter que les chiffres présentés avant se réfèrent aux émissions moyennes de la production d'électricité, une fois à celles de l'Union européenne (figures 3 et 4) et une fois à celles des États-Unis (figure 5). Cependant tant les États-Unis que l'Union européenne ont une production qui se base fortement sur la combustion du charbon (42% respectivement 29%) [U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2012, EUROSTAT, 2011]. L'électricité française par contre est seulement produite de neuf pour-cents à partir des combustibles fossiles. Vu que c'est tout d'abord la combustion du charbon qui cause les émissions des  $SO_x$ , le bilan négatif du tramway par rapport à ces polluants se relativise en France. Il en de même pour les autres pollutions atmosphériques, étant donné que l'électricité nucléaire, qui constitue la plus grande part de la production française, n'émet pas de pollution atmosphérique. Pour cette raison, le pourcentage des transports dans les émissions de  $SO_x$ , est très faible.

En conclusion, le tramway s'est avéré comme le mode de transport qui contribue le moins à la pollution atmosphérique en ville, suivi par le bus (sous condition d'une conception performante du réseau) et finalement par la voiture. Concernant le tramway, il est également à noter que les pollutions liées à la production de l'électricité ne sont normalement pas émises dans la ville et par conséquent, elles sont moins dangereuses pour la santé. Celles du trafic routier par contre sont produites dans les rues et par conséquent, les utilisateurs des modes doux ainsi que les habitants en sont le plus lésés.

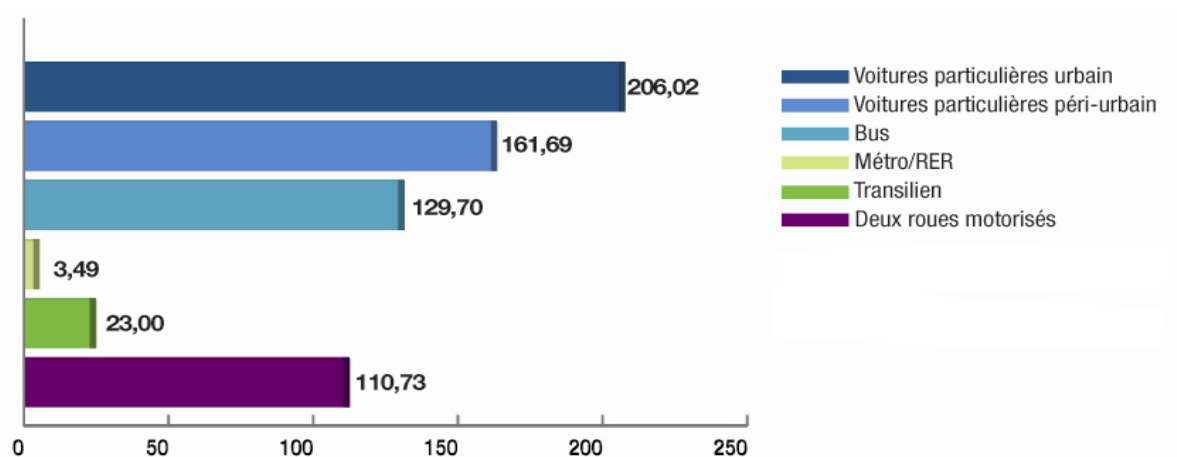
### **2.1.3 Les gaz à effet de serre**

Le changement climatique est probablement le problème environnemental qui est le plus médiatisé. D'abord, il faut savoir qu'il s'agit d'un impact qui a une portée globale. Le phénomène se base sur un réchauffement de la terre causé par des molécules dans l'atmosphère qui sont susceptibles de refléter le rayonnement terrestre. Ces molécules sont nommées gaz à effet de

serre. Parlant de la part du phénomène qu'on attribue à l'homme, c'est au premier plan le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de nombreux procédés de combustion des ressources fossiles auquel on accorde de l'importance. Par conséquent, le transport y contribue fortement. En effet, le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC) détermine la part du transport à environ 13% des gaz à effet de serre [GIEC, 2007]. Au niveau de la France, *l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie* (ADEME) montre dans un rapport de 2010 qu'un tiers des émissions du dioxyde de carbone sont attribuées au transport, dont la plupart au trafic routier [ADEME, 2011]. Cependant, cet impact fort des modes routiers s'explique tout d'abord en raison d'une utilisation qui dépasse largement celle des autres modes.

Néanmoins, concernant le milieu urbain, la plupart des trajets en voiture pourrait aussi être remplacée par un autre mode. Pour cette raison, la comparaison de l'efficacité des modes relative aux émissions est d'intérêt. La figure 6 présente pour le milieu urbain les ratios des différents modes en grammes de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètres<sup>1</sup>. À ce sujet, les valeurs incluent « les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la production d'électricité ou l'extraction, le raffinage et le transport des carburants » [ADEME].

**Figure 6 : Efficacité CO<sub>2</sub> des transports de passagers urbains et périurbains (gCO<sub>2</sub>/pass.km)**

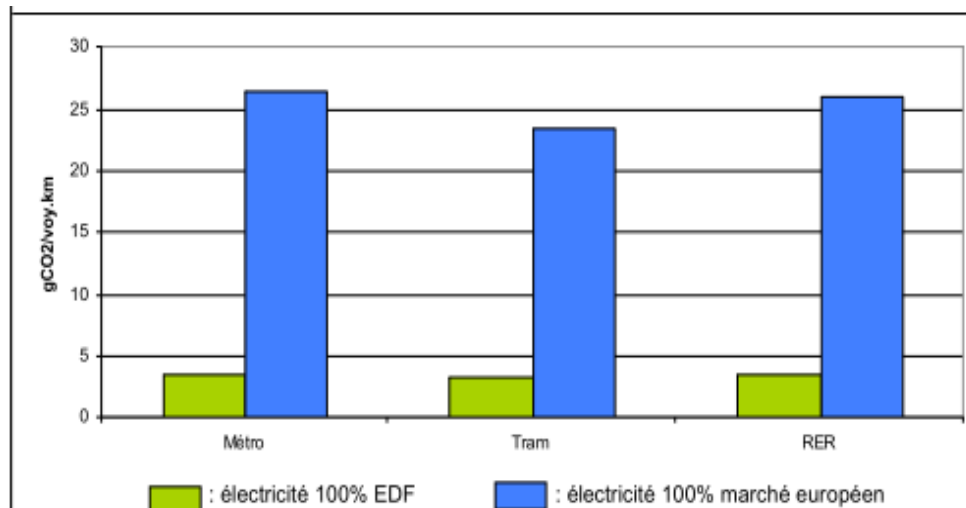


Source : ADEME, 2011

Le tramway n'est pas explicitement nommé, mais il est connu que les émissions ont plus ou moins le même ordre de grandeur que le métro [ADEME, 2008]. L'écart entre la voiture et le bus d'une part, et le métro d'autre part, s'explique surtout en raison de l'électricité qui actionne les métros ou tramways. Étant donné que la France produit son électricité en majeure partie sur base de l'énergie nucléaire, les émissions en grammes de CO<sub>2</sub> par kilowatt-heure sont relativement basses.

<sup>1</sup> Définition : Unité qui équivaut au transport d'un voyageur/passager sur une distance d'un kilomètre [INSEE]

Figure 7 : Émissions globales de GES des transports ferroviaires urbains par voyageur.km



Source : ADEME, 2008

La figure 7 montre qu'en présumant les émissions moyennes de l'électricité du marché européen, l'efficacité de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètre diminue fortement, mais reste encore loin des valeurs pour le bus ou la voiture particulière.

Cependant, l'unité *passagers-kilomètres* fait allusion à la demande. Elle décrit ainsi, combien de personnes ont voyagé combien de kilomètres. Afin d'attribuer les émissions aux passagers-kilomètres, on doit prendre compte des taux d'occupation des différents modes. Quand ils changent, les ratios peuvent également être modifiés de manière impressionnante. Un bus de taille moyenne par exemple émet d'abord environ quatre fois plus qu'une voiture de taille moyenne à condition que le véhicule ne soit occupé que par une personne. À partir du 3ème passager par contre, le bus est déjà plus efficace que l'automobile toujours occupée seulement par le conducteur. [HENSHER, 2003, p. 243]

En fin de compte, il est évident que le tramway en France a un grand potentiel de réduire les émissions de gaz à effet de serre du transport en ville. Les rejets de CO<sub>2</sub> ne posent par contre pas forcément de problèmes au niveau local. En effet, le dioxyde de carbone, quant à lui, n'est pas dommageable pour l'homme, surtout pas dans les concentrations naturelles. Le changement climatique est donc un problème au niveau global qui ne s'intéresse pas à l'endroit où les réductions sont effectuées. En supposant un transfert modal optimiste pour une section centrale et bien fréquentée du tramway, Jean-Pierre Orfeuill<sup>2</sup> a démontré à ce sujet que ce moyen n'est pas l'outil le plus efficace pour combattre le changement climatique. En effet, il serait possible de réduire beaucoup plus les émissions de gaz à effet de serre si on investissait l'argent de la

<sup>2</sup> Jean-Pierre Orfeuill est professeur à l'Institut d'Urbanisme de l'Université PARIS XII.

construction du tramway dans d'autres secteurs<sup>3</sup>. Orfeuil conclut que le changement climatique ne peut pas être la justification principale en faveur du tramway. [ORFEUIL, 2008, p. 104]

#### 2.1.4 Le bruit et les vibrations

Autrement que la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre, le bruit est une dimension difficile à chiffrer. Le bruit peut être défini comme un « son indésirable » [STANSFELD, MATHESON, 2003]. Le son se caractérise par sa force, sa hauteur et sa durée. La force est indiquée par des niveaux de pression acoustique (SPL pour « sound-pressure level ») qui sont mesurés en *décibel* (dB)<sup>4</sup>, une unité logarithmique. Ceci a pour conséquence que deux sources sonores ne s'additionnent pas simplement. La superposition de deux sources de 50 décibels donne par exemple un niveau de pression acoustique de 53 dB. Par ailleurs, la somme de deux sources où une a un niveau de dix dB plus que l'autre est toujours équivalent à la valeur de la source plus forte.<sup>5</sup> La hauteur du son correspond à la fréquence des vibrations et est mesuré en *Hertz* (Hz). [BOTTE et al., 1989]

Pour ce qui concerne la perception de l'homme, il fait encore débat de savoir quel facteur du son cause le plus d'impact sur l'environnement. Il est par exemple difficile à estimer si l'impact environnemental d'une source sonore émettant sporadiquement sur un niveau plus fort est plus dommageable qu'une source continue sur un niveau plus bas. De plus, l'oreille humaine perçoit les hauteurs tonales très graves et très aiguës moins intensivement que les fréquences entre les cas limites. C'est pour cette raison qu'on retrouve le SPL indiqué de manière pondérée (dB (A)). [BOTTE et al., 1988]

Au niveau européen, on mesure aujourd'hui l'exposition au bruit à l'aide des indicateurs *Lden* et *Lnight* sur lesquels se basent les cartes de bruits. Ce premier moyenne le niveau de la pression acoustique de toute une journée alors que le deuxième le fait seulement pour la nuit. [Directive 2002/49/CE] L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande à ce sujet des valeurs guide d'en-dessous de 55 dB pour *Lden* et 45 dB pour *Lnight* [GILBERT, PERL, 2010, p. 204].

La discussion de la perception du son se poursuit aussi au niveau des impacts potentiels sur la santé humaine. Une revue de la littérature les catégorise en effets physiologiques et psychologiques. Alors que ce sont notamment les atteintes auditives, les effets sur le système

3 Il existe même encore des secteurs, où la réduction des GEZ remporte très vite des gains financiers, comme par exemple dans l'isolation des bâtiments [MC KINSEY & COMPANY, 2007]

4 Le décibel est une unité sans dimension qui lie l'intensité (en W/m<sup>2</sup>) avec la pression acoustique (en Pa) en se référant à des valeurs qui « sont proches du meilleur seuil d'audition de l'homme » [BOTTE et al., 1989]

5 On appelle ce phénomène « effet de masque ».

cardiovasculaire et la perturbation du sommeil qu'on observe au niveau physiologique, le bruit réduit les performances cognitives et la santé mentale au niveau psychologique. Les auteurs signalent, cependant, que les études existantes ne permettent pas de chiffrer la totalité des effets sanitaires liés au bruit. [CAMARD et al., 2004]

Un autre article confirme la difficulté d'assigner les impacts du bruit sur la santé. L'auteur déclare d'un côté que les effets évoqués juste avant sont prouvés. De l'autre côté, il signale une différence des résultats des études en fonction du lieu où elles se sont déroulées. Les effets découverts pendant les études sur le terrain sur la santé sont généralement moindres que ceux observés en laboratoire. Il conclut que les habitants développent ainsi une tolérance face au bruit. Cependant, il limite le propos en signalant qu'il est probable que la plupart des personnes plus sensibles vit de préférence dans un environnement tranquille, de sorte que les résultats des études au terrain pourraient être falsifiés. [STANSFELD, MATHESON, 2003]

La mesure dans laquelle une personne se sent dérangée par le bruit dépend aussi fortement de la capacité auditive. Les personnes qui ont une ouïe endommagée sont plus vite énervées du bruit que celles qui ont une capacité auditive impeccable, surtout dans les situations de communication. Par ailleurs, le bruit a une influence négative sur l'humeur. [ANIANSSON et al., 1983]

Concernant la question d'où vient le bruit, on estime que c'est le trafic, dont notamment le trafic routier, qui constitue la source principale en milieu urbain [GILBERT, PERL, 2010]. Il est cependant difficile de trouver des données qui indiquent la contribution au bruit de chaque mode par passager-kilomètre. Par conséquent, une analyse comparative objective n'est pas réalisée dans cette étude. Toutefois, il est possible de faire quelques constats par rapport à la perception du bruit des différentes sources.

Par la suite, nous présenterons ainsi quelques aspects par rapport à la perception des modes et nous donnerons un aperçu sur les sources du bruit concernant le trafic routier et le tramway.

Au niveau de la perception, une étude comparative entre le bus et le tramway montre que le bruit du tramway est perçu comme moins gênant que celui du bus. Le bruit d'un tramway avec un SPL qui était de 3 dB plus élevé que celui du bus était effectivement jugé de manière identique. [SANDROCK et al., 2008]

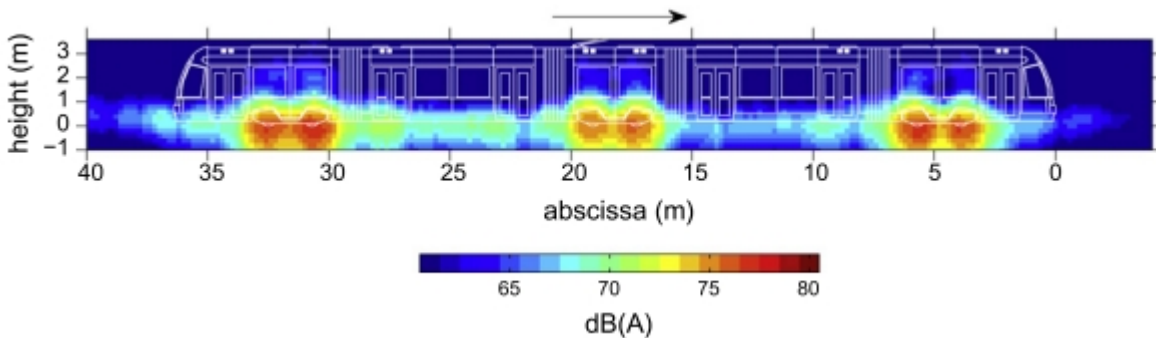
Dans la ville de Bruxelles, une revue des études ayant traité le bruit indique le pourcentage des personnes qui se sentent dérangées par une certaine source. À ce sujet, 59 pour-cents des interrogés sont gênés par le bruit routier, suivi par le bruit des avions (46%). La catégorie tramway/train apparaît dans cette liste avec 18 pour-cents à la cinquième position, encore après le bruit des installations et celui du voisinage. [IBGE, 2010]

Les sources du bruit du tramway et des potentiels de réduction ont été étudiés par le *Centre*



d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU). L'examen a révélé que la source principale est le bruit de roulement mais aussi l'équipement de toiture peut jouer un rôle.

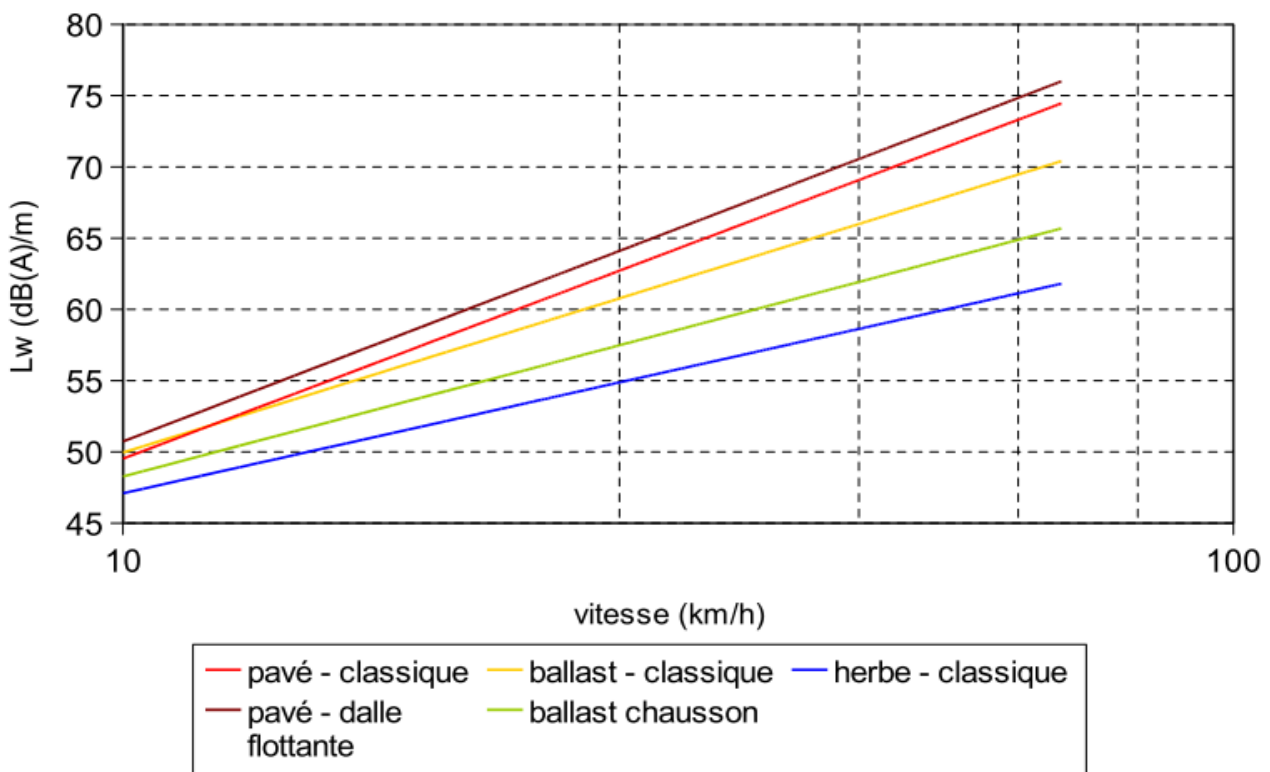
Figure 8 : Sources de bruit du tramway



Source : PALLAS et al., 2011

En ce qui concerne les moteurs, on remarque une augmentation sonore en fonction des tours par minute mais qui reste subordonnée au bruit de roulement. Alors que l'équipement de toiture comme les blocs de ventilation et d'air conditionné est perceptible lors des arrêts, le bruit de roulement excède clairement à partir d'une vitesse de 15 à 20 kilomètres par heure. Sur un premier plan, l'émission sonore est ainsi dépendante de la vitesse (voir la figure 9).

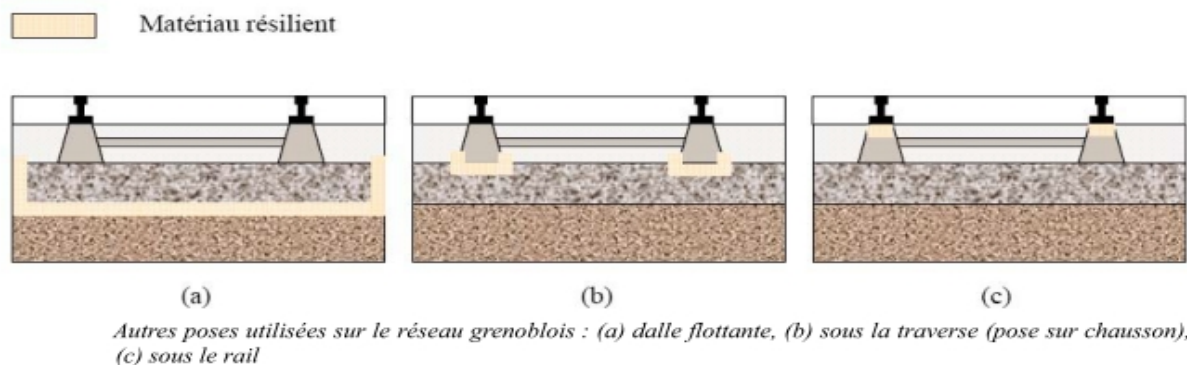
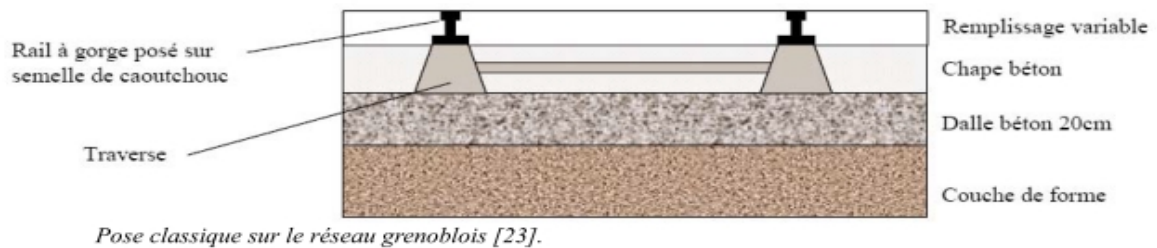
Figure 9 : Puissance acoustique linéaire équivalente en fonction de différents couples (type de sol, type de pose de voie)



Source : CERTU, 2008a

Par ailleurs, il est à noter que l'état des bandes de roulement peut jouer un grand rôle. À ce sujet, les niveaux de la pression acoustique varient en fonction de la surface (voir la figure 9). En outre, il est important que tant la roue que le rail soient régulièrement meulés. Un autre aspect évoqué est la pose de voie. Des façons différentes sont figurées ci-dessous.

**Figure 10 : Différentes fixations du rail**



Source : Graphique repris de CERTU, 2008a

Cependant il n'existe pas une pose qui réduit le bruit et les vibrations en même temps. Concernant le crissement, un phénomène qui est surtout à observer dans les virages étroits, l'étude recommande la lubrification à l'eau et l'amortissement des roues. [CERTU, 2008a]

Au regard du trafic routier, on remarque une logique similaire. Grâce à des exigences plus strictes, le bruit du moteur est aujourd'hui seulement dominant pour les vitesses de moins de 50 kilomètres par heure. Au-dessus de cela, ce sont également les émissions du roulement qui excèdent. Celles-ci sont fortement dépendantes des revêtements de la route. Vu que la vitesse en ville reste théoriquement en-dessous de 50 kilomètres par heures, l'influence du bruit exerce par contre la plus grande influence. À ce sujet, les éléments « anti-bruit » de la voiture, comme par exemple l'encapsulage du moteur, mais aussi une conduite passive peuvent sensiblement diminuer le bruit. [FABUREL et al., 2007]

Un autre aspect faisant l'objet de nombreuses études sont les vibrations, un impact qui est surtout lié au trafic ferré. Les vibrations se développent, car le rail est brusquement chargé d'un grand poids qui se concentre seulement sur quelques points de contact. Le contact entre la roue et le rail exerce une force sur le plate-forme et le sol qui est transformée en vibrations en raison de l'élasticité. En théorie, les vibrations se propagent dans tous les sens de sorte que des nuisances vibratoires peuvent gêner les maisons le long d'une ligne de tramway.

L'envergure des vibrations dépend surtout des caractéristiques du sol (plus le sol est mou, plus il transmet les vibrations) ainsi que de la voie et de la proximité des maisons [MALDONADO et al., 2008]. En fonction de la nécessité et des moyens financiers à disposition, il est aujourd'hui possible d'atténuer la plupart des vibrations. À cette fin, on essaye de limiter d'abord la transmission des vibrations de la voie vers le sol et puis de réduire la portée dans le sous-sol. Concernant cette première, il existe des techniques différentes : l'utilisation des roues amorties ou élastiques peut déjà limiter les vibrations au niveau de la rame, ensuite la pose de la voie sur une dalle flottante diminue la transmission vers le sol et le compactage du sous-sol évite enfin la transmission à distance trop longue. [CERTU, 2008a]

### **2.1.5 Bilan des trois modes**

Le bref aperçu des différents impacts a classé la performance environnementale de la façon suivante : concernant la pollution atmosphérique et les gaz à effet de serre, le tramway est moins polluant que le bus qui est quant à lui moins polluant que la voiture. Par rapport au bruit, il est plus difficile de déterminer un tel ordre. Cependant, il semble que le bruit du tramway est perçu comme moins dérangeant que le bus et le trafic routier. Relatif au bruit et aux vibrations en valeurs absolues, la façon dont le tramway est construit joue un rôle crucial.

Globalement, on peut retenir que le tramway présente un bilan plus respectueux de l'environnement que les deux autres modes de transport considérés. Un effet positif pour l'environnement nécessite ainsi un transfert modal depuis la voiture vers le tramway et le bus. Toutefois il est à noter que les chiffres présentés se réfèrent aux voyageurs effectivement transportés (hors du bruit et des vibrations) et sont donc dépendants du taux d'occupation, figurant le rapport entre l'offre et la demande.

## 2.2 Le transfert modal

Le transfert modal désigne une modification de la répartition modale dont les échanges s'effectuent uniquement entre les modes.

Au regard de la nécessité de forcer un transfert modal vers les modes plus respectueux de l'environnement, il est important de connaître les facteurs d'influence qui jouent un rôle par rapport au choix modal. Selon l'importance qu'on attribue aux faits, d'autres conclusions s'imposent par rapport aux mesures nécessaires pour atteindre un transfert modal. D'après nous, la plupart des recherches se déploient autour de deux approches différentes : d'un côté, l'idée de pouvoir mettre en place un transfert modal grâce aux outils d'incitations et de l'autre côté la conviction qu'il nécessite des mesures contraignantes pour réaliser de bons résultats. Par la suite, nous présenterons d'abord l'approche micro-économique, ensuite les apports psycho-sociologiques relatifs au transfert modal et finalement les mesures contraignantes.

### 2.2.1 L'approche micro-économique

Une manière d'étudier le choix modal est de l'analyser dans le cadre économique. En donnant une valeur au temps du trajet, on peut l'introduire dans une analyse coût-bénéfice (DE PALMA, FONTAN, 2001). On parle dans ce contexte de la notion du coût généralisé qui se compose ainsi du prix et du temps d'un trajet dont le temps est également traduit en un prix [BONNEL, CABANNE, MASSOT, 2003].

Concernant les coûts pour l'utilisation des transferts collectifs, une baisse des prix devrait ainsi être un véritable moteur du transfert modal vers le transport public. Une recherche qui s'est penchée sur ce sujet en étudiant des agglomérations françaises de 50.000 à 100.000 habitants ayant réalisé la gratuité du transport en commun révèle, en effet, un doublement de la demande. La croissance s'explique tant en raison d'une fréquentation plus régulière d'anciens utilisateurs que grâce à de nouveaux clients. À Châteauroux, l'augmentation de la fréquentation se base à 31 pour-cents sur de nouveaux utilisateurs. Concernant la part de nouveaux clients qui était déjà mobile avant la gratuité (39%), 51 pour-cent prenaient la voiture, douze pour-cents les deux-roues et 23 pour-cents marchaient à pied. Malgré ce succès de transfert modal, il est signalé qu'un certain nombre de non-captifs à l'offre nécessite tout de même des mesures contraignantes. Par ailleurs, d'autres facteurs comme la fréquence jouent également un rôle important par rapport à l'envergure du transfert modal. [ADEME, 2007]

Cependant, une telle offre risque toujours d'effectuer aussi un transfert modal à partir des modes doux vers les transports en commun et d'avoir donc un effet négatif sur l'environnement. De plus, une telle incitation est susceptible d'induire beaucoup de nouveau trafic. À ce sujet, une étude exemplaire révèle qu'une baisse des prix du transport public de 50 pour-cents entraînerait une augmentation des voyageurs-kilomètres de 36 pour-cents alors que les voyageurs-kilomètres de la voiture diminueraient de seulement six pour-cents. En même temps, cette mesure amènerait à un trafic induit qui causerait une croissance de douze pour-cents des voyageurs-kilomètres totaux. [BONNAFOUS, 2004]

Deuxièmement, la vitesse joue un rôle crucial. D'un point de vue économique, elle est d'une part capable d'engendrer des gains de temps en écourtant la durée pour un certain trajet et par conséquent, de dégager un profit financier. D'autre part, elle garantit l'accessibilité à un territoire plus large ce qui crée une meilleure équilibre entre l'offre et la demande dans les marchés et ce qui est donc équivalent à un avantage économique [HÉLAN, 2008]. Concernant le choix modal, il est supposé que les décisions soient fortement influencées par le temps de trajet et le profit personnel qui peut en être ainsi dégagé. De Palma et Fontan ont par exemple calculé la valeur du temps à la base des choix du mode de transports en distinguant plusieurs paramètres comme le revenu, le sexe et l'âge [DE PALMA, FONTAN, 2001]. Suivant cette approche, il fallait donc améliorer la compétitivité du transport collectif au niveau de la vitesse afin de renforcer un transfert modal à partir du trafic routier vers les transports en commun. Étant donné qu'un système de transport sur site propre a le potentiel pour augmenter la vitesse commerciale par rapport au service de bus remplacé, le tramway devrait significativement stimuler le transfert modal.

Bien que cette logique soit souvent utilisée pour justifier des investissements lourds dans le domaine des transports en commun, la théorie de la valeur du temps pourrait également être interprétée de manière différente: afin de dégager des profits grâce aux gains de temps, les gens devraient habiter plus près de leur lieu de travail. Par ailleurs, on pourrait aussi ralentir le trafic routier en faveur des transports en commun pour améliorer leur compétitivité par rapport à la voiture particulière.

À ce niveau, le concept du « budget temps de transport » (BTT) est intéressant. Dans le cadre économique où l'on attribue une valeur monétaire au temps, on supposerait que le temps dégagé par une desserte plus rapide devrait automatiquement être utilisé pour une activité qui crée une plus-value. Toutefois, une thèse de doctorat sur ce phénomène met en évidence que « les gains de vitesse n'ont pas été utilisés pour passer moins de temps dans les transports, mais pour aller plus loin ». La comparaison entre des villes dispersées et des villes denses révèle que les avantages en terme de vitesse des villes dispersées mènent à élargir le périmètre d'activités de leurs habitants alors que « les villes du profil intensif semblent parvenir à maintenir les consommations espace-temps de leur mobilité ». [JOLY, 2005]

Un autre article conteste aussi l'idée qu'il faut toujours augmenter la vitesse pour engendrer des avantages économiques. D'après sa déduction, elle ne garantit pas à une meilleure accessibilité. Avec la vitesse on n'augmente pas seulement la dispersion de l'habitat, mais également, par exemple, des liens professionnels. Par conséquent, l'accessibilité diminue et les effets positifs assignés à l'économie sont annulés. [HÉLAN, 2008]

Une autre étude contredit aussi qu'un transfert modal est envisageable à partir d'une augmentation de la vitesse des transports en commun. Par exemple à Lyon, on constate qu'une amélioration de la performance des transports publics ne mène pas forcément à une réduction du nombre de déplacements en voiture particulière. En effet, l'agglomération a modernisé son réseau de transport public pour presque deux milliards d'euros entre 1976 et 1995. Parmi les mesures utilisées, on retrouvait la construction de quatre lignes de métros, le moyen de transport collectif qui est communément considéré comme le plus rapide grâce à son tracé souterrain. Malgré tous ces efforts, la part modale de la voiture particulière est restée plus ou moins constante. Toutefois, les auteurs signalent que sans ces investissements, la part modale du transport public aurait été fortement dégradée dans la même période. [BONNEL, CABANNE, MASSOT, 2003]

Une recherche comparant quatre villes suisses et françaises relativise également l'importance du temps comme unité qui explique le choix modal. En se basant sur le fait que de nombreuses offres nouvelles de transport public n'ont pas eu un grand impact sur l'usage de la voiture particulière, il déduit que « les usagers fondent leurs choix modaux en bonne partie sur d'autres critères que la rapidité comparée des moyens de transports ». À ce sujet, il constate surtout une différence entre le temps réel et le temps perçu d'un déplacement. En général, cet effet se manifeste en faveur de l'automobile. Les utilisateurs attribuent en effet une autre qualité du temps au trajet en voiture qu'au trajet en transport public, indépendamment de la durée réelle. Cela est d'une part dû à la « prédisposition culturelle à l'usage de l'automobile » et d'autre part au phénomène que le temps d'attente (à l'arrêt des transports en commun) est perçu comme plus embêtant que le temps en action (trajet en voiture) [KAUFMANN, 2002].

Cette étude indique qu'il est difficile à prédire les réactions des personnes face à leur environnement. Le fait qu'un même temps est une fois perçu comme plus long et une fois comme plus court met déjà en évidence que le motif de décision n'est pas toujours rationnel. L'approche économique présume toutefois que le choix du moyen de transport se base sur un raisonnement qui est uniquement guidé par la volonté de maximiser le profit personnel. Pour mieux comprendre les décisions de l'homme en faveur ou en défaveur de l'objet observé, il est ainsi intéressant d'aborder les apports de la psychologie sociale.

## 2.2.2 Les apports psycho-sociologiques

À ce sujet, le concept de l'attitude peut éclairer. En bref, on peut le décrire comme la boîte noire entre un stimulus et la réponse. Une définition plus précise du concept d'attitude est celle de G.W. Allport. Pour lui, une attitude est un « état mental et nerveux de préparation, organisé à partir de l'expérience, exerçant une influence directive ou dynamique sur les réponses de l'individu à tous les objets ou situations auxquelles il est confronté » [« ATTITUDE », 2008]. Cette définition montre qu'on attribue à l'attitude une composante évaluative qui est basée sur les réactions affectives (« état nerveux ») et une composante cognitive qui est fondée sur des croyances (« état mental »). Appliqué sur le transfert modal, on peut ainsi déduire qu'une réponse souhaitée à un stimulus comme l'extension de l'offre des transports en commun dépend de l'attitude envers ceux-ci.

Une étude a fait ressortir les éléments principaux qui influencent l'attitude positive ou négative envers le trafic public. Pour les gens, le confort, la fiabilité et la régularité sont des éléments importants pour avoir une vision positive du transport en commun. Par ailleurs, elle constate que le tramway a une meilleure réputation par rapport au confort et à la fiabilité que le bus. De plus, il en ressort que le trafic public est mieux évalué par les utilisateurs que par les conducteurs de voitures. Par conséquent, l'étude tire la conclusion qu'il faut surtout améliorer l'image des transports en commun pour attirer les conducteurs qui sont enclins à les utiliser. [BEIRAO, SANSFIELD CABRAL, 2007]

Concernant la meilleure réputation du tramway par rapport au bus, on parle d'un effet nommé « rail factor ». Ce phénomène décrit le fait qu'un service d'une même envergure est supposé d'avoir plus d'effets pour un système des modes ferrés que pour un système de bus. Pour le cas de la Suisse, une étude constate cependant que l'appréciation du bus n'a pas fortement différé de celle du tramway. Seuls les utilisateurs réguliers déclarent avoir une préférence évidente en faveur du tramway. [SCHERER, 2011]

Néanmoins, une attitude écologique présente souvent un « dilemme social ». Ce dernier décrit le choix à effectuer entre un comportement en faveur du collectif ou au profit des intérêts personnels. En effet, la voiture est généralement perçue comme supérieure aux autres modes en terme de vitesse, flexibilité et confort mais inférieure au niveau des aspects environnementaux. [NORDLUND, GARVILL, 2003]

Le tableau 2 montre, par exemple, comment une réduction de sa propre vitesse en raison d'un changement de mode peut amener à des gains de vitesse pour la collectivité.

Tableau 2 : Effets de transferts entre voiture et transport collectif (Cas de Londres)

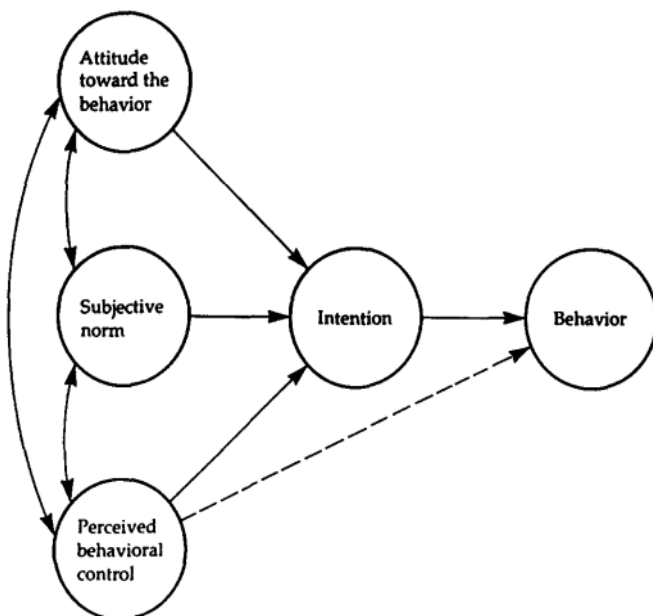
Catégories d'usagers	5 % des usagers des TC deviennent usagers de la VP	5 % des usagers de la VP deviennent usagers des TC
Les 5 % ayant changé	gain de 3,7 mn	perte de 6,1 mn
Les usagers VP	perte de 5,5 mn	gain de 4,3 mn
Les usagers TC	perte de 6,2 mn	gain de 5,0 mn
L'ensemble des usagers	perte de 4,8 mn	gain de 3,7 mn

Source : BONNAFOUS, 2004

Les auteurs de l'étude concluent ainsi qu'il faut tout d'abord sensibiliser les gens par rapport aux conséquences de leur comportements afin d'augmenter la volonté de réduire l'utilisation de la voiture et ainsi, consolider l'attitude écologique. [NORDLUND, GARVILL, 2003]

Néanmoins, une attitude en faveur de l'environnement n'entraîne pas forcément des actions en faveur de l'environnement, étant donné que le comportement est dominé par des humeurs spontanées [HENSHER, BUTTON, 2003, p. 727).

Un des concepts qui a l'intention de mieux déduire les comportements à partir des attitudes est le modèle du comportement planifié de Fishbein et Ajzen qui est figuré ci-dessous.



Source : AJZEN, 1991

Figure 11: Modèle du comportement planifié

Cette théorie distingue l'attitude envers un comportement, la norme subjective et le contrôle perçu. L'attitude se compose des croyances personnelles relatives aux effets prévus et des valeurs accordées aux conséquences. La norme subjective décrit l'influence de l'environnement social. Le contrôle perçu correspond à l'estimation de la personne, si la réalisation du comportement est faisable ou pas. On déduit de la figure que le comportement dépend de l'ensemble des

trois facteurs. [AJZEN, 1991]



Cette approche met ainsi en évidence que le choix pour un certain moyen de transport ne se décide pas seulement selon un critère, mais qu'il existe toute une série d'autres aspects qui influencent, souvent de manière sous-jacente, le comportement final. Prenons l'interaction entre le contrôle perçu et l'attitude. Le contrôle perçu peut désigner deux aspects par rapport au choix modal. Premièrement, la question de la faisabilité du fait se pose. Il est par exemple imaginable que la personne considérée ait une attitude tout à fait favorable aux transports en commun, mais il n'y a pas une desserte pour le trajet envisagé. En revanche, la personne pourrait avoir une attitude défavorable aux transports en commun, cependant elle les utiliserait par manque de moyens financiers (et donc manque de voiture). Deuxièmement, le contrôle perçu joue sur un niveau plutôt subjectif. Peut-être que la personne est partisan de l'utilisation du vélo, mais elle ne pense pas posséder la forme physique nécessaire pour monter la colline qui se trouve sur le trajet.

Nous voyons ainsi qu'il n'a aucun sens de s'interroger sur des attitudes indépendamment d'autres contraintes, tant objectives que subjectives.

Afin de comprendre les attitudes envers l'utilisation des transports en commun, une étude suisse exclut de nombreux facteurs contraignants tels que l'accessibilité d'une voiture ou la situation financière. Au cours de la recherche, les attitudes envers les transports en commun sont classées en quatre catégories différentes : les « automobilistes exclusifs », les « automobilistes contraints », les « personnes sensibles à l'offre » et les « écologistes civiques ». À ce sujet, les « automobilistes exclusifs » et les « écologistes civiques » sont les personnes qui ont une attitude radicale. Alors que les « automobilistes exclusifs » ne sont pas à rallier aux transports en commun indépendamment de l'offre, les « écologistes civiques » sont des militants de ceux-ci. Par rapport à ces deux groupes, une modernisation du réseau n'est pas supposée avoir un grand effet. Le groupe qui est le plus influençable sont les « personnes sensibles à l'offre ». En ajoutant également des mesures contraignantes à l'utilisation de la voiture particulière il est par ailleurs possible de rallier aussi les « automobilistes contraints ». En partant de cette étude, le potentiel du transfert modal se compose ainsi des « personnes sensibles à l'offre » et des « automobilistes contraints ». [KAUFMANN, 2000]

Nous avons vu que l'approche économique expliquant la répartition modale à l'aide d'une monétarisation du temps est fortement contestée. En supposant que les décisions soient prises de façon rationnelle et dans le cadre d'un examen qui vise toujours à maximiser le profit personnel, elle reste de nature théorique. Les apports de la psychologie sociale indiquent par contre qu'un transfert modal sur base d'un choix libre est peu prometteur. En impliquant plus les singularités de l'homme dans les considérations, on est vite confronté à une complexité forte. En conclusion, un transfert modal est seulement possible parmi les personnes qui ont déjà une attitude favorable par rapport aux transports publics. Malgré ce potentiel limité, l'autorité organisatrice des transports est

quand même tenue d'offrir un service performant et vaste, pour ne pas risquer que la proportion des personnes qui ont des attitudes en faveur du transport public ne les utilise plus à cause d'un « contrôle perçu » sous forme de manque de desserte. Concernant le reste des personnes, il est à noter qu'un changement des attitudes est une entreprise compliquée. C'est pourquoi, il est souvent argumenté que des mesures contraignantes sont nécessaires pour provoquer un transfert modal important.

### 2.2.3 Les mesures contraignantes

Dans cette logique s'inscrit aussi une recherche qui a examiné le choix entre le trafic public et l'automobile dans la région parisienne. Partant de l'hypothèse que les transports en commun se trouvent en concurrence permanente avec la voiture particulière, tant au niveau des investissements qu'au niveau de l'espace de la voirie, un contrôle politique en faveur d'un transfert modal est réclamé. À ce sujet, l'étude examine l'envergure du transfert modal en fonction des mesures d'incitation et contraignantes. [BONNAFOUS, 2004]

Les résultats de cette recherche sont figurés ci-dessous.

**Tableau 3 : Effets de quelques mesures de régulation sur le partage modal en région parisienne**

Commande utilisée	Mesure simulée	Voyageurs .km TC	Véhicules km VP	Voyageurs km total	Recettes TC	Coût total usagers*	Temps total
<b>Investissements TC</b>	Extension du réseau TC en banlieue	+ 5 %	- 3 %	+ 1 %	+ 9 %	- 0 %	- 0 %
<b>Tarification TC</b>	Baisse des prix des TC de 50%	+ 34 %	- 6 %	+ 12 %	- 32 %	- 10 %	+ 9 %
<b>Tarification VP</b>	Péage de 0,8 eur/km dans Paris	+ 4 %	- 6 %	- 1 %	+ 5 %	+ 7 %	- 2 %
<b>Réglementation</b>	Baisse de la vitesse VP de 33%	+ 6 %	- 22 %	- 9 %	+ 6 %	- 20 %	+ 6 %

Source : BONNAFOUS, 2004

Nous voyons que l'efficacité des outils réglementaires domine en terme de diminution de l'usage de la voiture particulière. Alors que de nouveaux investissements dans le transport en commun ont diminué les kilomètres parcourus par les voitures de seulement 3%, on constate un affaiblissement de 22% suite à une réglementation comme la baisse de la vitesse du trafic routier. Par ailleurs, les voyageurs-kilomètres diminueraient dans ce cas. Étant donné que chaque place-kilomètre offerte

sur le réseau des transports en commun cause également un impact environnemental, une baisse de la mobilité totale entraînerait des conséquences extrêmement positives pour l'environnement. On remarque en revanche que les outils d'incitations ont tendance à augmenter la distance totale parcourue. Dans ce cas, on peut seulement parler d'une façon limitée d'un transfert modal. Certes, le rapport entre les transports en commun et la voiture particulière se renforçait en faveur du transport public, mais un véritable changement de mode de transport n'a pas lieu. Le renforcement se base bien d'avantage sur une augmentation de la demande ce qui ne correspond pas du tout aux fins environnementales.

Un autre levier de type réglementaire pour forcer le transfert modal est la politique de stationnement. L'étude de Kaufmann, déjà citée ci-dessus, démontre, par exemple, que l'incertitude de trouver un stationnement au lieu de travail déplace déjà les pratiques modales en faveur des transports en commun. En effet, une analyse comparative entre des villes suisses et françaises a révélé que la grande offre de stationnement au centre-ville des villes françaises va de pair avec la petite part modale des transports en commun. En Suisse, par contre, on retrouve la logique inverse. [KAUFMANN, 2002] À ce sujet, les règles urbanistiques ont de l'importance. Alors qu'une norme minimale en termes de places de stationnement est imposée en France, la Suisse en limite la mise à disposition lors de la construction d'un immeuble [BONNEL, CABANNE, MASSOT, 2003].

La simple réduction du nombre de stationnement au centre n'est toutefois pas suffisante, car elle n'a pas un impact sur les trajets en dehors des villes. Une autre alternative serait de taxer les places de parking [GENRE-GRANDPIERRE, 2007].

Cependant, les villes risquent toujours des délocalisations vers des communes périphériques avec des mesures contraignantes, vu la grande autonomie des communes en France au niveau de l'aménagement du territoire. À ce sujet, il est également intéressant d'examiner le rôle du tramway dans les rapports entre la périphérie et la ville et les effets de son implémentation sur l'environnement.

### **2.3 Le tramway, la planification urbaine et l'environnement**

La réintroduction du tramway a des conséquences au niveau urbanistique. L'urbanisme, quant à lui, exerce une influence sur la répartition modale. Dans ce qui suit, plusieurs facteurs urbanistiques qui influencent les comportements de mobilité seront présentés.

L'ouvrage « Kompakt, mobil, urban : Stadtentwicklungskonzepte zur Verkehrsvermeidung im internationalen Vergleich » a rassemblé une liste d'éléments aidant à éviter déjà le trafic au niveau de la planification.

Le premier aspect évoqué est la densité de l'habitat. Celle-ci facilite la desserte efficace par les transports publics, réduit l'occupation du sol et diminue les distances de déplacements. À ce sujet, il est préférable de développer des quartiers qui ont un rapport équilibré entre la fonction résidentielle et le nombre d'emplois. En effet, l'exemple des quartiers du « Gründerzeit »<sup>6</sup> à Berlin qui se caractérisent par une densité et mixité forte montre que la distance moyenne effectuée par jour et par habitant est nettement en-dessous de la moyenne des habitants vivant dans la périphérie d'une grande ville. Par ailleurs, la proportion des déplacements parcourus en voiture y est sensiblement plus petite que celle des voisins en dehors des villes où tant la densité que la mixité sont moindres. Ceci s'explique en raison des distances plus courtes qui se laissent simplement réaliser à pied, à vélo ou en transports en commun. Dans le cas de la dispersion de l'habitat, les distances s'allongent et la voiture prend vite une position prédominante en terme de mobilité.

Outre l'aspect de la concentration de l'habitat, il est avantageux de créer en plus du centre principal plusieurs centralités supplémentaires qui sont bien desservies par les transports en commun. Dans ces nœuds se focalisent des services de la vie quotidienne, comme par exemple, des centres commerciaux, des médecins, des bars ou aussi les bureaux des autorités communales. De cette manière, il est possible de réaliser toute une série de tâches à la fois et à proximité. [APEL et al., 1997, p. 31]

### **2.3.1 La ville héritée**

En connaissant maintenant quelques facteurs d'influence, il faut examiner l'impact du tramway par rapport aux caractéristiques mentionnées auparavant. Toutefois il est important de se rendre compte que l'implication du tramway ne se produit pas sur un terrain « neutre ». Afin de mieux comprendre les interactions avec une structure urbaine héritée, un regard sur le passé peut être nécessaire.

Commençons avec le moment du début de l'industrialisation. À l'époque, la plupart des villes révélait encore des structures héritées du Moyen-Âge qui se caractérisaient par une forte densité et la mixité des fonctions<sup>7</sup>. Dans le contexte d'une croissance forte de la population et de

---

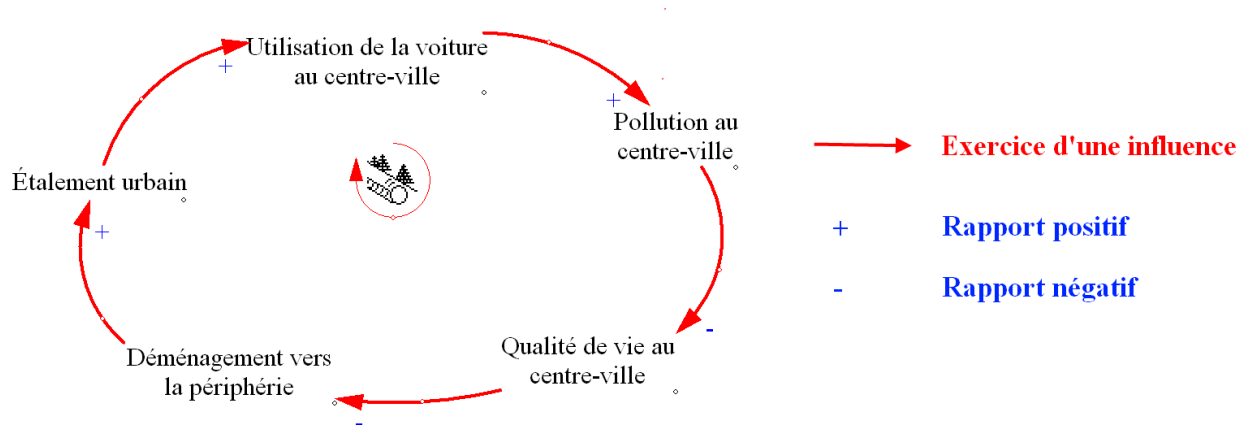
<sup>6</sup> La période de forte croissance pendant l'industrialisation allemande jusqu'à la crise économique en 1873.

<sup>7</sup> Dans le jargon urbanistique, on entend par les « fonctions » les activités suivantes : « habiter, travailler, circuler, se cultiver le corps et l'esprit » [VAN CRIEKINGEN, 2011]

l'économie, de plus en plus de monde quittait la campagne en faveur de la ville, de sorte que la densité des villes atteignait des valeurs gigantesques et les conditions de vie se dégradèrent terriblement. Afin de résoudre ce problème, ne fût-ce qu'en raison de la peur des épidémies ou des révoltes, la politique promouvait la déconcentration de l'habitat et l'amélioration du cadre de vie. De nouvelles extensions ont été d'abord situées le long des premières lignes du tramway urbain et vicinal, toujours dans des zones à la lisière de la ville existante où les terrains étaient les moins chers. Néanmoins, la pénurie du parc de logement s'est poursuivie jusqu'à la période de forte croissance après la Seconde Guerre Mondiale, nommée « Les trente Glorieuses ». À cette époque, on enregistre l'émergence d'une importante classe moyenne qui avait les moyens de s'offrir une automobile. Si bien qu'elle pouvait quitter les villes en faveur de ses alentours. Par conséquent, la périurbanisation s'est amplifiée sous forme des villes dortoirs. Les centres-villes abandonnés quant à eux, étaient souvent le lieu où les idées de type moderniste<sup>8</sup> ont été réalisées : concentration de nouvelles activités tertiaires, séparation des fonctions et priorité à l'accès routier. [VAN CRIEKINGEN, 2011]

Le mécanisme qui s'est mis en place et auquel le tramway était confronté peut être présenté par une approche de systèmes dynamiques (« System Dynamics Approach ») sous forme d'un diagramme d'influence. À ce sujet, les flèches rouges représentent les influences qui sont exercées par un élément sur un autre. Un rapport positif désigne la circonstance où l'augmentation d'un élément va de pair avec celle de son partenaire. Dans le cas inverse il s'agit d'un rapport négatif.

**Figure 12 : Boucle de la périurbanisation**



Étant donné que le centre-ville était transformé en un centre d'activités tertiaires, les employés y entraient en masse en voiture pour travailler. La pratique de la navette entraînait de grandes congestions et pollutions (tant atmosphériques que sonores), si bien que la qualité de vie en ville se dégradait graduellement. Afin de chercher un environnement propre, ce fait encourageait encore plus les habitants à chercher un logement en périphérie. L'étalement urbain quant à lui,

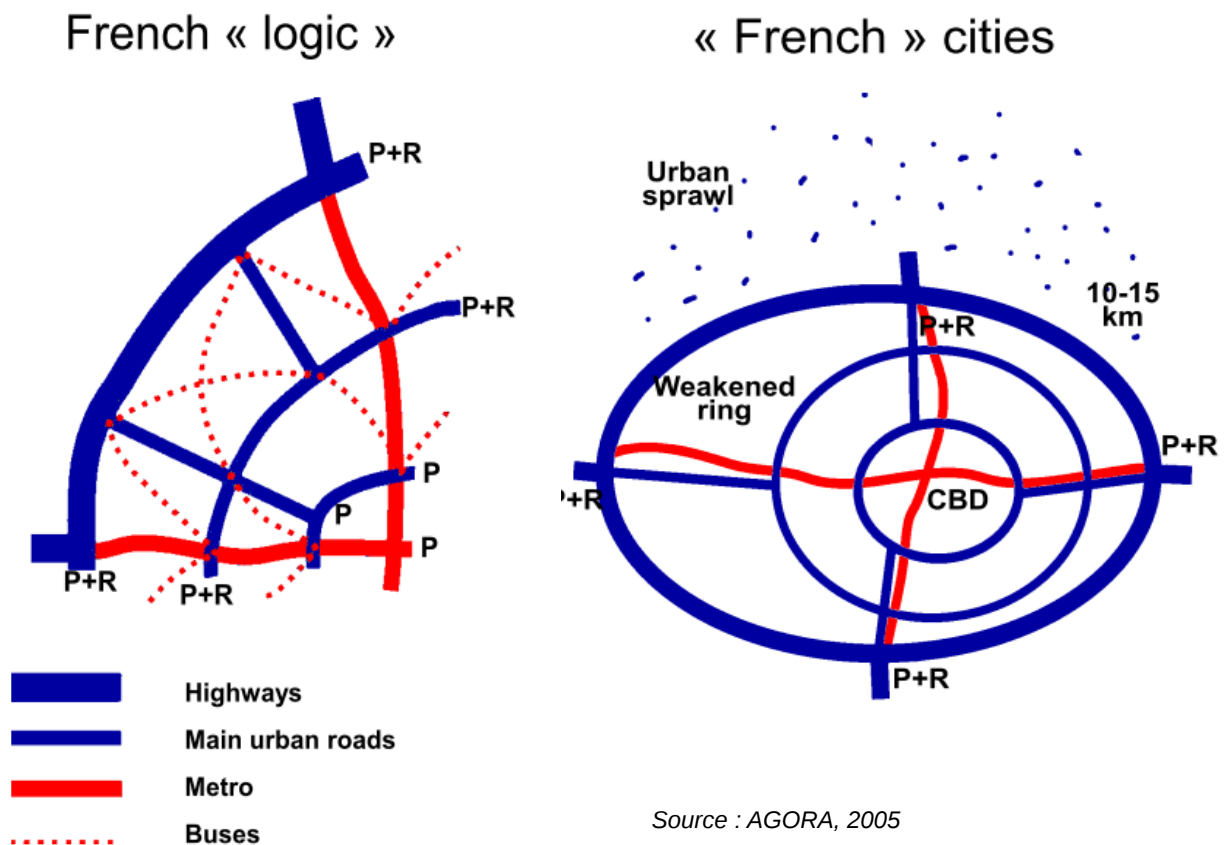
<sup>8</sup> Le modernisme est un courant de l'urbanisme qui prônait des formes urbaines fonctionnelles et efficaces

renforçait la séparation des fonctions et l'utilisation de la voiture en raison des grandes distances et de sorte qu'une boucle qui s'auto-conforte s'était développée. Même si ce schéma est très simpliste, il esquisse quand même quelques raisons qui expliquent pourquoi beaucoup de villes sont aujourd'hui confrontées à la situation où une grande partie des travailleurs vivent à l'extérieur de la ville mais travaillent à l'intérieur. Il faut donc prendre en compte ce contexte quand on discute de la réalisation du tramway dans les réseaux du transport public.

### 2.3.2 L'implication « typique » des lignes du tramway et les effets sur l'environnement

En sachant que les réalités diffèrent au cas par cas, un modèle-type de l'implication du tramway dans le tissu urbain est dessiné ci-dessous afin de mieux saisir la discussion qui s'est déployée autour de cet aspect.

Figure 13 : Implication typique du tramway dans la ville



Le tramway est construit le long des axes de circulation principales (en rouge). D'une manière générale, les lignes se rencontrent au centre-ville si bien qu'une configuration radiale se forme où des lignes de bus desservent les zones en absence du tramway. Toutefois, ce dernier temps, on

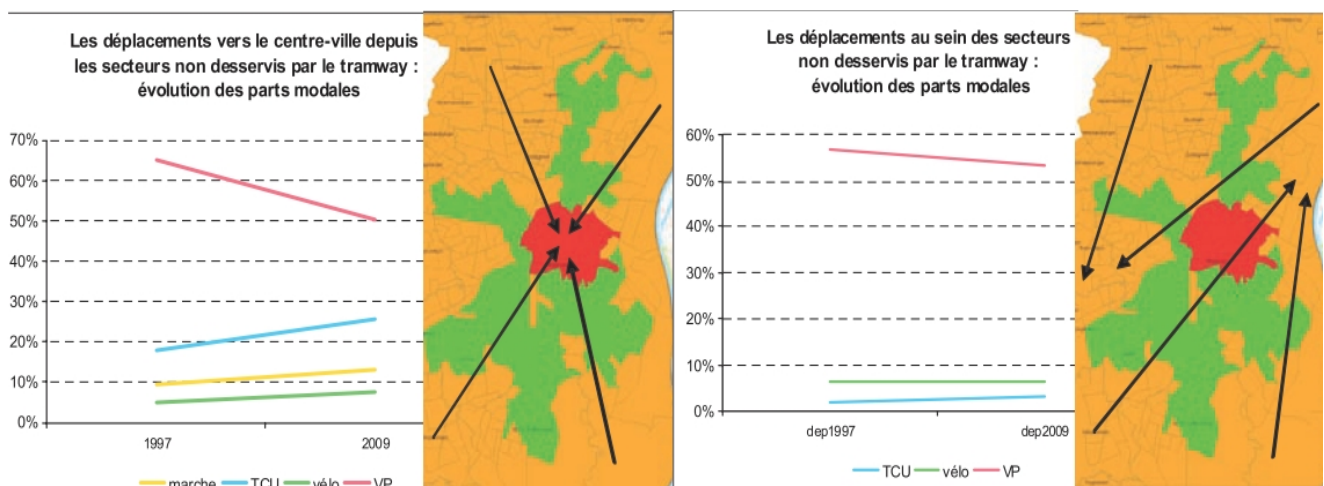
constate une tendance à créer des réseaux maillés. En effet, Strasbourg a conçu en 2007 sa première ligne tangentielle et donc multiplié les correspondances possibles. Très récemment, Montpellier a copié ce principe avec la mise en service de la ligne 4. La plupart des réseaux reste par contre radiale avec le centre-ville dans son centre de gravité.

Une autre caractéristique qu'on identifie souvent est le fait que les lignes dépassent les quartiers denses. Afin de remplir ces sections du tracé, on constate une politique de rabattement des lignes de bus sur le tramway [CERTU, 2007]. Aujourd'hui, beaucoup de lignes rejoignent les axes du tramway dans de nouveaux pôles d'échange alors qu'elles ont auparavant desservi le centre de façon directe.

Par ailleurs, on essaye d'augmenter l'usage en périphérie avec un système de parking relais. En effet, les lignes sont souvent amenées jusqu'à une ligne de pénétration ou même, jusqu'à un accès autoroutier afin de faciliter les déplacements intermodaux.

De manière générale, il faut considérer que les transports en commun ont surtout la vocation de garantir une bonne desserte pour les trajets radiaux. Par ailleurs, les connections tangentielles peuvent aussi être efficaces en fonction de la taille et de la densité de l'agglomération. Cependant, le service entre des zones moins denses est peu performant. Les figures ci-dessous montrent d'un côté l'effet du tramway pour les déplacements vers le centre-ville depuis des secteurs non desservis de celui-ci et de l'autre côté ceux qui ne touchent jamais une zone desservie par le tramway. Alors que le tramway peut exercer une influence positive au niveau radial, son potentiel par rapport aux voyages périphérie-périphérie est négligeable. [ADEUS, 2010]

**Figure 14 : Influence du tramway sur les déplacements radiaux et tangentiels**



Source : ADEUS, 2010

La configuration des réseaux se présente ainsi comme une réponse directe au contexte décrit auparavant. En effet, un des objectifs de la réintroduction du tramway était sûrement de casser avec le cercle vicieux qui dévalorise la ville en faveur de la périphérie. Déjà dans la version initiale

de la loi d'orientation des transports intérieurs du 1982, il était exigé de développer un plan de déplacements urbains qui vise à « une utilisation plus rationnelle de la voiture et [d'] assure[r] la bonne insertion des piétons, des véhicules à deux roues et des transports en commun. » [Art. 28, Loi n° 82-1153]. Pour atteindre cela, il fallait entre autres renforcer l'attractivité de la ville par rapport à celle de la périphérie.

À ce sujet, une étude qui a examiné les villes de Grenoble, Nantes et Strasbourg révèle que le tramway a un effet positif par rapport à la qualité de vie en ville et par rapport à une relance économique. Elle note que les nuisances (bruit et pollution atmosphérique) le long des lignes du tramway ont sensiblement diminué. En même temps, l'implication du tramway était l'occasion de repenser à la répartition de l'espace public. L'étude constate « un nouveau partage des espaces publics le long de la ligne de tramway en faveur des transports collectifs, des piétons, parfois des vélos (Strasbourg) au détriment de l'automobile, du fait de l'existence du site propre tramway ». Par ailleurs, une nouvelle dynamique commerciale était observée le long de ces axes, rattachée à des mesures de rénovation urbaine. [STAMBOULI, 2007]

De plus, la conception des lignes de manière radiale, connectant des pôles d'échange avec le centre-ville apparaît justifiée face au problème de la périurbanisation. Pour ne pas risquer que les emplois situés encore au centre ne quittent pas les villes par manque d'accessibilité, l'extension des lignes jusqu'aux pôles d'échanges est cohérente. À ce point, il faut noter que l'urbanisation en périphérie s'est diversifiée. Alors qu'elle concernait d'abord uniquement les habitants, les activités commerciales et des loisirs suivaient et très récemment, on observe également les activités tertiaires qui s'installent dans des zones avec un accès autoroutier direct [VAN CRIEKINGEN, 2011].

Grosso modo, le tramway apparaît ainsi comme un outil de requalification urbaine, voire de défense urbaine, qui vise plutôt à consolider le rapport actuel entre la ville et sa périphérie qu'à envisager un véritable renversement de la situation.

À ce point, il faut se poser la question à savoir quelle était l'importance des considérations environnementales pendant la réalisation du tramway. Certes, une ville qui a mis en scène ses atouts, qui a amélioré la qualité de vie en ville, qui a rétabli la vitalité de son centre et qui a résolu le problème de l'accessibilité du centre dégage des bénéfices environnementaux. En attachant les habitants et les activités tertiaires et en incitant à nouveau le commerce, cette situation se distingue positivement d'un scénario référentiel où la dégradation de la ville se poursuit. Allant dans le même sens, les déplacements intermodaux qui se développent grâce au système des parkings relais créent aussi une plus-value pour l'environnement étant donné qu'une partie du trajet est effectuée plus respectueusement. Néanmoins, la façon de l'implication du tramway est souvent critiquée.



Dans une optique environnementale, le rabattement des bus est mis en question. Alors que les autorités organisatrices du transport prônent « la simplification des correspondances », « l'optimisation des échanges intermodaux » et « l'assouplissement des liaisons intercommunales »<sup>9</sup>, les critiques y voient tout d'abord un allongement des déplacements. Comme l'ancien réseau de bus avait, dans la plupart des cas, une forme « d'étoile », le bus a lié les quartiers périphériques au centre de manière très efficace. Depuis l'implication du tramway, beaucoup des lignes sont tangentiellement amenées avec des correspondances au tramway. Par conséquent, la distance des déplacements en transport public vers le centre s'est allongée pour la partie de la population qui n'est pas à proximité d'un axe de tramway. Ici, il convient d'évoquer que l'impact environnemental dépend tout d'abord de la distance effectivement parcourue. Le calcul<sup>10</sup> de la moyenne de douze agglomérations dotées d'un tramway et de cinq agglomérations dotées d'un réseau de bus classique révèle que le taux de correspondances monte de 1,12 à 1,3 voyages par déplacement. Cependant, l'effet du changement d'un réseau de bus à un réseau de tramway est sûrement un peu moindre que le chiffre calculé, étant donné que le taux de correspondances augmente généralement avec la taille de l'agglomération et le calcul ne prend pas compte de détail.

Un autre reproche souvent émis concerne les fréquences très différentes entre le bus et le tramway, de sorte qu'un réseau à deux vitesses se développe. À ce propos, le CERTU a calculé le rapport entre les fréquences théoriques du bus et celles du tramway. En 2005, il constate que pour un passage de bus entre 3,3 (Orléans) et 6,6 (Saint Étienne) passages de tramway [CERTU, 2007]. Trois ans plus tard, le ratio favorisant le plus l'égalité entre les moyens de transport se trouvait avec 2,7 à Strasbourg alors que celui privilégiant le plus le tramway était situé à Nice (7,1) [CERTU, 2010]. Par conséquent, il existe toute une partie de la population qui est lésée en vertu de la concentration de l'offre sur le tramway et il est improbable qu'elle soit très attirée par le transport public.

Un autre élément fortement discuté est le concept des parkings relais. Les défenseurs prônent par exemple « l'optimisation de la rentabilité de l'offre de transport » et des gains pour la société parce que « chacun [des modes opère] dans leur domaine géographique d'efficacité socio-économique maximum » [MARGAIL, 1996]. D'un point de vue urbanistique par contre, il se pose toujours la question, s'il ne vaut pas plus pour l'environnement d'utiliser le terrain autour d'un arrêt de transport en commun pour un développement immobilier. De plus, pour garantir des bénéfices pour l'environnement, il est important que les parkings relais existent seulement dans la périphérie. [FRENAY, 2001] L'exemple de Grenoble montre cependant qu'on trouve également des parking relais jusqu'au centre-ville [LAMETRO, 2012]. Pour cette raison, il est difficile à estimer si les

9 A titre d'exemple : Extraits d'un prospect de la Communauté urbaine de Bordeaux présentant le tramway après la finalisation de la phase deux. [CUB, s.d.]

10 Le calcul se base sur les chiffre du « Panorama des transports collectifs urbains dans les agglomérations de plus de 250.000 habitants » [CERTU, 2010]

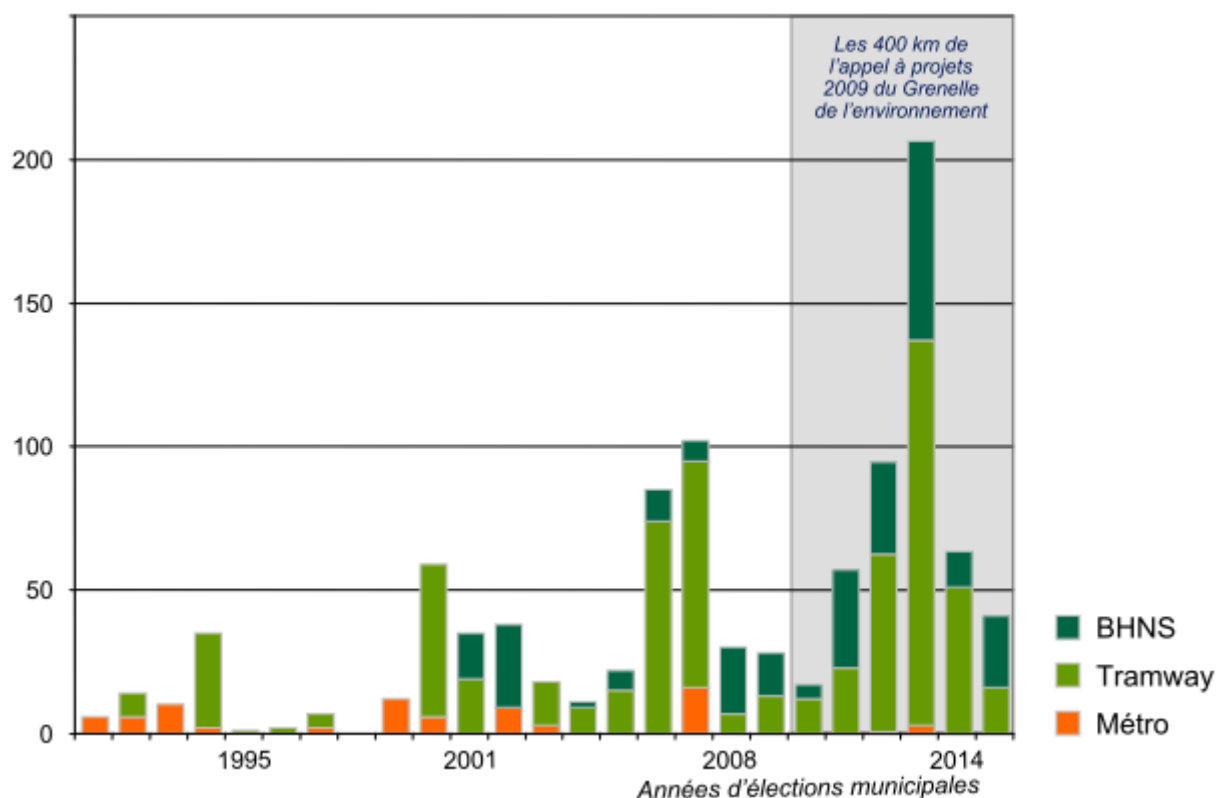
parkings relais sont plutôt dus aux intentions de fluidifier l'accès au centre-ville ou d'améliorer le bilan environnemental des déplacements.

## 2.4 Le tramway, un mode fortement politisé

Tenant compte du débat autour du transfert modal et des modalités d'insertion du tramway dans la ville, il faudrait aussi s'interroger sur la façon dont la politique intervient et sur son influence par rapport à la dynamique actuelle.

Une vue sur le nombre des kilomètres de tramway mis en service par année dévoile un rythme qui précède les élections municipales.

Figure 15 : Nombre de km d'infrastructures mis en service chaque année



Source : CERTU, 2010

Il est ainsi évident que les projets de tramway soient planifiés de sorte que les effets positifs souhaités soient déjà visibles avant l'élection.

À ce sujet, Michel Bigey<sup>11</sup>, remarque que les premiers tramways à Nantes, Grenoble et à Strasbourg ont été unanimement rétabli par des maires socialistes. Bigey a fait ressortir des circonstances nécessaires pour lancer un tel projet à l'époque. Il constate que la décision en

<sup>11</sup> Michel Bigey a été le directeur de la SEMITAN à l'époque de la construction du premier tramway à Nantes.

faveur du tramway était toujours prise après les élections municipales lorsqu'un nouveau maire avait gagné de manière surprenante. Étant encore relativement inconnu, il commence à s'affirmer avec un projet comme le tramway [BIGEY, 1994, p. 233]

Jean-Marc Offner<sup>12</sup>, estime également que la réalisation d'un grand projet comme le tramway est utilisé par les décideurs communaux pour démontrer le succès de l'action publique. Cependant, sa reproductibilité et la facilité pour le décideur suprême mènent à une solution pareille pour de différents cas locaux. De plus, il dénonce le manque de critique de la part des experts, ce qui freine souvent l'application d'autres dispositifs intéressants, comme par exemple, la gestion du stationnement [OFFNER, 2001].

Selon Robert Marconis<sup>13</sup> par contre, « de fortes divergences sont [...] apparues depuis vingt ans entre les grandes agglomérations de province » dans le domaine des transports en commun. D'après lui, la construction d'un *Véhicule Automatique Léger* (VAL)<sup>14</sup> à Lille en 1983 et des premiers tramways à Nantes et Grenoble en 1985 et 1987 avait pour conséquence que toutes les autres villes avait des « éléments de comparaison leur permettant de préciser leurs propres choix ». Par conséquent, « les débats furent vifs ponctués par de multiples péripéties politiques et juridiques conduisant parfois solliciter arbitrage des administrés par un référendum ». Il signale à ce sujet que d'autres démarches, comme par exemple, un système de *Transport sur Voie Réservée* (TVR), proposé pour l'agglomération de Caen a été rejeté par un référendum. [MARCONIS, 1997]

Il est ainsi intéressant d'évoquer les options possibles et examiner les enjeux. D'un point de vue technico-économique, le choix adéquat se base surtout sur une réponse efficace à la demande attendue et, par conséquent, sur des critères comme la densité de population, la taille, le nombre d'emplois et la présence de grandes équipements collectifs le long l'axe considérée [DOBRUSZKES, DUQUENNE, 2004]. À ce sujet, la solution d'un métro classique était seulement vue comme réaliste dans les agglomérations comptant au moins d'une million d'habitants (c'est-à-dire Marseille et Montpellier) [MARCONIS, 1997]. Pour la plupart des villes, la question qui s'est posée était donc le choix entre le VAL, le tramway et très récemment les *bus à haut niveau de service* (BHNS).

Concernant les différences entre le VAL et le tramway, on constate des caractéristiques très différentes. Le VAL a des capacités sensiblement supérieures à celles du tramway et n'occupe pas d'espace sur la surface. En même temps, les coûts de la construction de l'infrastructure sont trois à quatre fois plus élevés que ceux pour le tramway. [MARCONIS, 1997] Les coûts d'exploitation par place-kilomètre se trouve sur un niveau comparable [DOBRUSZKES, DUQUENNE, 2004].

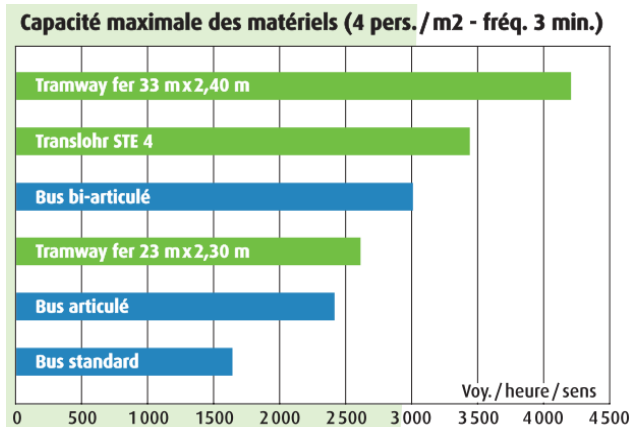
---

12 Jean-Marc Offner est aujourd'hui Directeur général de l'Agence d'Urbanisme Bordeaux Métropole Aquitaine.

13 Robert Marconis est professeur à l'Université de Toulouse – Le Mirail

14 Le VAL est un métro léger qui est automatisé.

La confrontation des caractéristiques du tramway et du bus est figuré ci-dessous.



Source : CERTU, s.d.

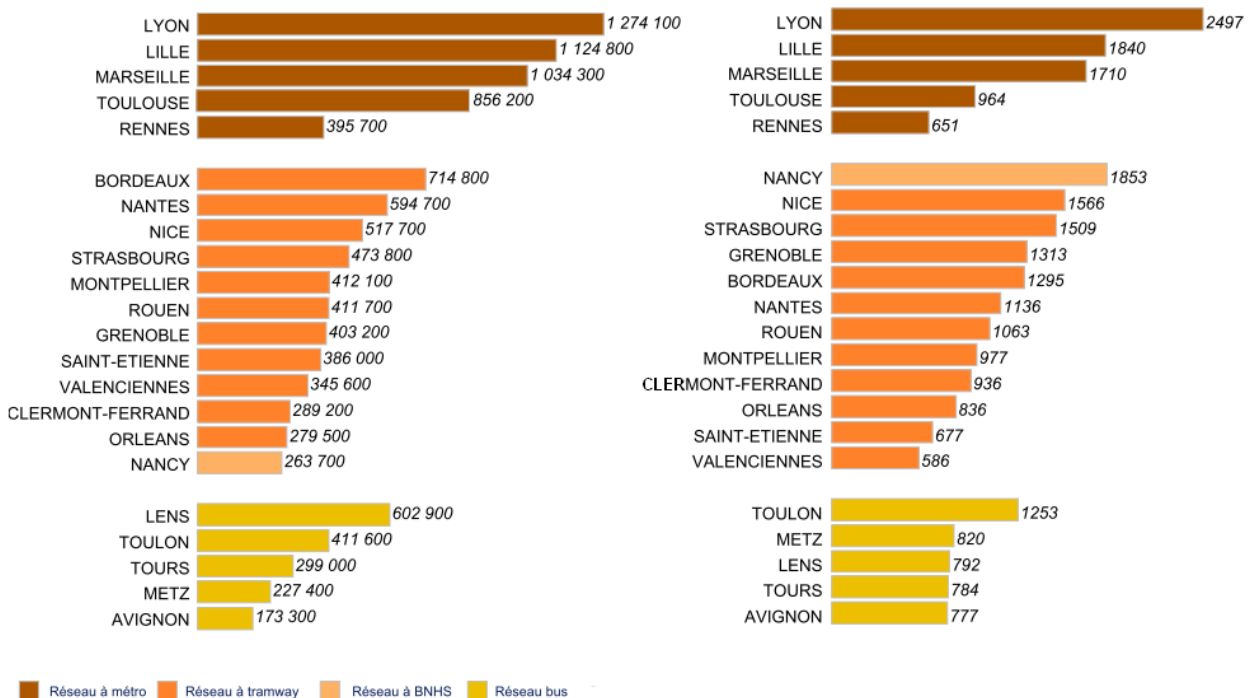
Figure 16 : Caractéristiques des capacités et des enjeux économiques du tramway et des bus

Système	BHNS	Tramway
Coût d'un véhicule	300 k€ à 900 k€	1,5 à 3 M€
Coût d'investissement "infra TCSP"	2 à 10 M€/km de site propre	13 à 22 M€/km de site propre
Durée de vie du véhicule	15-30 ans	30-40 ans
Coûts d'exploitation d'une 1ère ligne TCSP	3,5 à 5 €/km	5 à 7 €/km

Le tableau indique les coûts d'exploitation par rapport au kilomètre. Cependant, l'exemple d'un bus normal montre qu'ils se trouvent également à un niveau comparable quand on les rapporte par place-kilomètre [DOBRUSZKES, DUQUENNE, 2004].

En bref, le VAL dépasse significativement les capacités du tramway, alors qu'un système de BHNS en reste en général inférieures. Concernant les coûts, les modes se distinguent surtout au niveau des coûts de l'investissement. Un choix rationnel devrait ainsi d'abord estimer la demande et puis faire le choix en fonction des réalités budgétaires.

Figure 17 : Population et densités des PTU des agglomérations françaises



Source : graphique repris de CERTU, 2010

La figure 17 montre cependant de nombreuses irrégularités. À titre d'exemple, il n'est pas logique que l'agglomération de Rennes est dotée d'un VAL, alors que de nombreux *Périmètres de Transport Urbain* (PTU<sup>15</sup>), dépassant Rennes tant au niveau de la densité de population qu'en terme de nombre d'habitants, n'ont « que » le tramway. Par ailleurs, il est étonnant que Lens et Toulon ne détiennent pas encore un système sur site propre, (même s'il existe déjà des projets) tandis que des villes comme Valenciennes et Saint-Étienne en sont dotées. La densité de Toulon dépasse même celle de l'agglomération de Toulouse, une ville qui possède le VAL. Outre un raisonnement fonctionnel, il s'avère ainsi qu'il y a d'autres facteurs d'influence au niveau décisionnel.

Dans quelle mesure le débat est politisé, montre également le fait qu'il existe plusieurs cas, où le VAL était déjà envisagé (Bordeaux, Strasbourg) et puis abandonné en faveur du tramway après le changement du gouvernement local [BIGEY, 1994]. Ceci dévoile l'influence forte des dogmes politiques sur les choix de transport. En effet, la décision en faveur d'un mode est aussi liée à la vision par rapport à ce que l'on perçoit comme mode de vie préférable. Dans ce contexte, le choix du VAL peut aussi être interprété comme une décision en faveur de la voiture et d'un mode de vie plus individualisé, vu que le trafic routier ne doit pas partager les espaces disponibles en surfaces. [MARCONIS, 1997] Par ailleurs, il se pose la question du prestige par rapport au choix du mode de transport. Dans le contexte du tournant néolibéral, où les villes sont de plus en plus entrées dans une compétition mondiale pour attirer les investissements, on entend souvent les termes comme « gouvernance urbaine », « city marketing » ou « creative city ». À ce sujet, Le Galès, politiste et sociologue au *Centre d'études européennes* note que cette compétition a amené les maires à engager des grands projets urbains tels que la construction d'un mode lourd de transport public [LE GALÈS, 1995]. Mis à part de ces facteurs politiques au niveau local, l'État « a indirectement participé à ce débat en favorisant le développement du tramway par rapport au VAL, par des taux et des plafonds de subventions plus avantageux » [CERTU, 2009d]

Concernant le choix entre le tramway et le BHNS, les débats sont moins marquées. Ceci est surtout dû au fait que les deux modes sont aujourd'hui vu comme des complémentarités. Cependant, on a régulièrement observé des tracés de tramway qui, par manque de demande dans certains quartiers, essayaient de connecter tous les centres de gravité de la ville, de sorte que des lignes sinueuses se forment [FRENAY, 2005]. À ce point, il serait peut être plus approprié de créer plusieurs lignes de BHNS avec des tracés plus directs qui correspondraient plutôt aux besoins. Par ailleurs, on constate souvent des lignes de bus qui sont rabattues sur les lignes de tramway. On est amené à supposer une certaine volonté politique de cette configuration, vu que les sommes énormes investies dans ce mode se justifient en conséquence en terme de fréquentation.

---

15 Le PTU est le territoire qui est desservi par les transports en commun urbains.

Un autre fait qui met en avant l'envergure de l'intervention du côté politique est le *Grenelle Environnement*<sup>16</sup>. Dans ce cadre, 1500 kilomètres de nouvelles lignes de tramways ou de bus sur site propre sont envisagés à partir de 2007. Le coût des investissements (18 milliards d'Euros) sera subventionné par 4 milliards d'Euros par l'État. Selon Benoît Demongeot, scientifique de transports, cet appel massif « assisterait à une sorte de standardisation nationale d'une politique forgée localement ». Le même auteur esquisse aussi le développement du tramway comme un élément central de la *ville durable* à partir de la moitié des années 90. [DEMONGEOT, 2009]

La loi *Grenelle 2* attribue les engagements fixés par la loi *Grenelle 1* à des secteurs différents. En ce qui concerne les transports urbains, la loi reste assez vague, mis à part le financement des transports en commun. En majeure partie, elle se limite aux incitations sans caractère impératif comme l'organisation des systèmes de vélos en libre-service ou l'expérimentation du péage urbain. [LOI n° 2010-788]

Néanmoins, la politique a démarré une considération plus globale du transport depuis la prescription des *Plans de Déplacements Urbains* (PDU) en 1996 [LOI n° 2010-788]. Ils s'appliquent pour tous les PTU qui dépassent 100.00 habitants et établissent un concept d'organisation du trafic qui vise à diminuer le trafic routier et renforcer les modes doux et les transports en commun. À ce sujet, ils intègrent également une politique de stationnement et ils exigent de considérer la mobilité déjà pendant la planification urbaine.

## 2.5 Instruments obligatoires d'évaluation des effets sur l'environnement

Comme nous l'avons vu, le tramway est un aspect qui est aujourd'hui souvent mentionné dans le contexte de la ville durable. Cependant, on peut se poser la question de savoir si cet élément central de la communication en faveur du tramway se traduit aussi en objectifs et résultats concrets par rapport à l'impact environnemental. Par ailleurs, il serait intéressant de se faire une idée d'ensemble sur les outils existants qui analysent les conséquences pour l'environnement d'un tel projet et d'estimer s'ils sont utiles pour cette étude.

---

16 Le Grenelle Environnement décrit des rencontres entre la politique et des représentants de la société civile afin de « définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable » qui est réalisée par les lois *Grenelle I* et *Grenelle II*. [GRENELLE ENVIRONNEMENT, 2012]

### 2.5.1 Les études d'impact sur l'environnement

Concernant les conséquences environnementales d'une réalisation comme la construction d'un réseau de tramway pour l'environnement, le premier dispositif à nommer est l'étude d'impact sur l'environnement. D'après le code de l'environnement, les « travaux et projets d'aménagement qui sont entrepris par une collectivité publique ou qui nécessitent une autorisation ou une décision d'approbation, ainsi que les documents d'urbanisme doivent respecter les préoccupations de l'environnement » [Article L 122-1 du code de l'environnement]. Le décret d'application stipule que tous les projets dépassant un investissement de 1,9 millions d'euros sont soumis à une étude d'impact sur l'environnement [Décret n°77-1141]. Le contenu et les modalités sont précisés dans le décret n° 93-245. À ce sujet, l'étude d'impact sur l'environnement implique notamment une analyse de l'état initial et des effets directs et indirects du projet, tant temporaires (chantier) que permanents<sup>17</sup>. Il s'agit donc d'une étude ex-ante

La lecture de trois études<sup>18</sup> d'impact sur l'environnement révèle que les projets de tramway sont supposés diminuer la pollution atmosphérique et l'émission des gaz à effet de serre. Au niveau du bruit, aucune différence n'est constatée (Grenoble) ou une légère diminution (Montpellier, Grenoble). Par ailleurs, les trois études signalent que les projets créent une plus-value concernant le cadre de vie. Cependant, les propos se basent toujours sur l'hypothèse que le tramway induit un transfert modal de la voiture particulière vers les transports collectifs, ce qui est encore à confirmer.

### 2.5.2 Les bilans LOTI

Un autre instrument obligatoire qui examine les effets d'un projet de transport sont les bilans LOTI. Ils sont nommés selon la *Lois d'Orientation des Transports Intérieurs* (LOTI) qui les prescrit. Cette loi stipule, pour les projets d'infrastructure dont le coût dépasse 83,1 millions d'Euros, entre autres, une évaluation des effets externes relatifs à l'environnement, tant a priori que a posteriori.

Le *Centre d'Études techniques de l'Équipement* (CETE) a développé à ce sujet une note méthodologique. Celle-ci propose toute une série d'éléments qui constituerait une source parfaite relative à la question de recherche de cette étude. Quant à l'étude a priori, il est conseillé d'indiquer des objectifs chiffrés. Concernant l'évaluation a posteriori, la grille d'analyse recommande, par exemple, une enquête qui met en évidence l'origine des nouveaux utilisateurs du tramway (anciens utilisateurs du bus, transfert modal depuis les modes doux ou de la voiture ou

---

<sup>17</sup> Les aspects évoqués ne sont pas modifiés par la réforme des études d'impact et enquêtes publiques en 2012.

<sup>18</sup> Résumés non-techniques de :

° Montpellier, modification locale du tracé de la troisième ligne dans le secteur de la Saunerie

° Bordeaux, extensions des lignes A, B et C

° Grenoble, extension de la ligne B sur la Presqu'île Scientifique de Grenoble via la rue des Martyrs

trafic induit). Par ailleurs, l'observation de la mobilité totale, de la circulation routière et des modes doux permettrait d'identifier tous les changements relatifs à la mobilité et ainsi d'avoir déjà une bonne vision sur les effets sur l'environnement. En outre, des examens concrets relatifs au bruit, à la consommation énergétique, à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre sont proposés. En ce qui concerne ces deux derniers, une indication relative aux passagers – kilomètres est suggérée. [CETE, 2003a]

La note méthodologique est la conséquence d'une étude qui a examiné la comparabilité des bilans LOTI pour le *Transport en Commun sur Site Propre* (TCSP). Cette étude met en évidence des volumes très divergents et une hétérogénéité des dossiers. Un exemple est, par exemple, l'utilisation des indicateurs différents. En outre, il est critiqué que la plupart des cas analysés manque d'une situation de référence et les objectifs sont rarement explicités. Concernant l'achèvement, il s'est révélé que le délai de cinq ans n'est souvent pas respecté et la publication officielle qui est, en fait, obligatoire, n'a pas été réalisée. [CETE, 2003]

La lecture de plusieurs bilans LOTI récents<sup>19</sup> montre que les faiblesses révélées en 2003 sont encore aujourd'hui présentes. Certes, tous les trois bilans suivent la structure proposée par la note méthodologique, toutefois il s'est avéré que certains types d'informations manquent systématiquement. En effet, aucune des études donne des objectifs chiffrés. De plus, les bilans n'ont pas examiné les origines des nouveaux utilisateurs. Concernant l'impact environnemental, les gaz à effet de serre font défaut dans les trois évaluations et l'intensité des examens varie fortement.

Cette divergence entre les bilans provient du fait que, ni la note méthodologique ni une autre méthode d'évaluation précise n'est imposée par le décret de l'application des bilans LOTI [Décret n° 84 – 617]. Il semble que les villes utilisent surtout cette marge en vue d'éviter des constatations déplaisantes. À ce sujet, il est à noter que le maître d'ouvrage est au même titre que l'organisme chargé de l'évaluation ce qui est discutable.

Par ailleurs, à cause d'un manque de sanctions, les bilans sont souvent achevés avec des retards importants et par conséquent, il n'existe pas encore d'évaluations pour les extensions plus récentes [CETE, 2003a<sup>20</sup>]. De plus, les villes ne sont pas toujours disposées à publier les bilans sur internet.

Une estimation globale des effets environnementaux de la réintroduction du tramway à l'aide des bilans LOTI se complique aussi, car les bilans LOTI évaluent toujours les effets d'un projet concret ; les réalisations des grands réseaux de tramway, par contre, se sont effectuées en plusieurs étapes. Toute cette critique indique ainsi que les bilans LOTI ne sont pas appropriés pour étudier les impacts environnementaux entre plusieurs villes.

---

19 - Bordeaux, première phase du tramway (2008)  
- Orléans, ligne A (2007)  
- Strasbourg, ligne B et C (2007)

20 La source est certes un peu vieille mais les constats sont confirmés par deux des trois bilans regardés.



## 2.6 Conclusion

La recherche bibliographique a démontré que le tramway est le mode le plus performant en terme de la pollution atmosphérique et de gaz à effet de serre. Par ailleurs, il est perçu comme moins dérangeant au niveau de bruit. Par conséquent, un bénéfice pour l'environnement se dégage à partir du moment, où on enregistre un transfert modal depuis l'automobile vers les transports en commun et notamment le tramway.

L'analyse des facteurs du transfert modal a par contre révélé que des mesures d'incitation telles que l'implication du tramway dans le réseau du transport public, n'amènent pas automatiquement à un changement de mode. En outre, on risque d'induire du nouveau trafic sans que l'utilisation de la voiture diminue significativement. De nombreux experts exigent pour cette raison des mesures contraignantes, une approche qui est encore peu développée en France.

De plus, dû au fait que le tramway est un objet fortement politisé, il est discutable que l'introduction était dans tous les cas la solution la plus appropriée d'un point de vue fonctionnelle et environnementale. Les enjeux politiques comme la justification des sommes énormes dépensées pour la mise en œuvre ont amené à une insertion dans le tissu urbain qui est liée à d'autres problèmes environnementaux. Bien que le tramway soit souvent mentionné dans le contexte de la durabilité, il est généralement à remettre en cause, si l'environnement en soi était un mobile principal pendant la réalisation du tramway.

Vu toutes ces contradictions et polémiques, il se pose ainsi la question des faits concernant l'effet de la réintroduction. Pour cela, il faut surtout savoir les origines des nouveaux utilisateurs, c'est-à-dire les modes, sur lesquels se basent un transfert modal et l'envergure d'un trafic induit potentiel. À ce sujet, les études ex ante (les études d'impact sur l'environnement) supposent un effet positif pour l'environnement grâce à un transfert modal dans le bon sens. Les bilans LOTI, étant censés d'examiner la situation ex ante et ex post, restent très vagues concernant les objectifs concrets. De plus, ils n'abordent pas la question délicate de l'origine de nouveaux clients.

Pour cette raison, la partie « Analyse » essaye par un examen des données disponibles d'identifier l'impact de la réintroduction du tramway sur les comportements de mobilité et par conséquent, de mieux cerner son effet sur l'environnement.

### 3. Méthode et données

#### 3.1 Méthode

##### 3.1.1 Cadre de l'étude

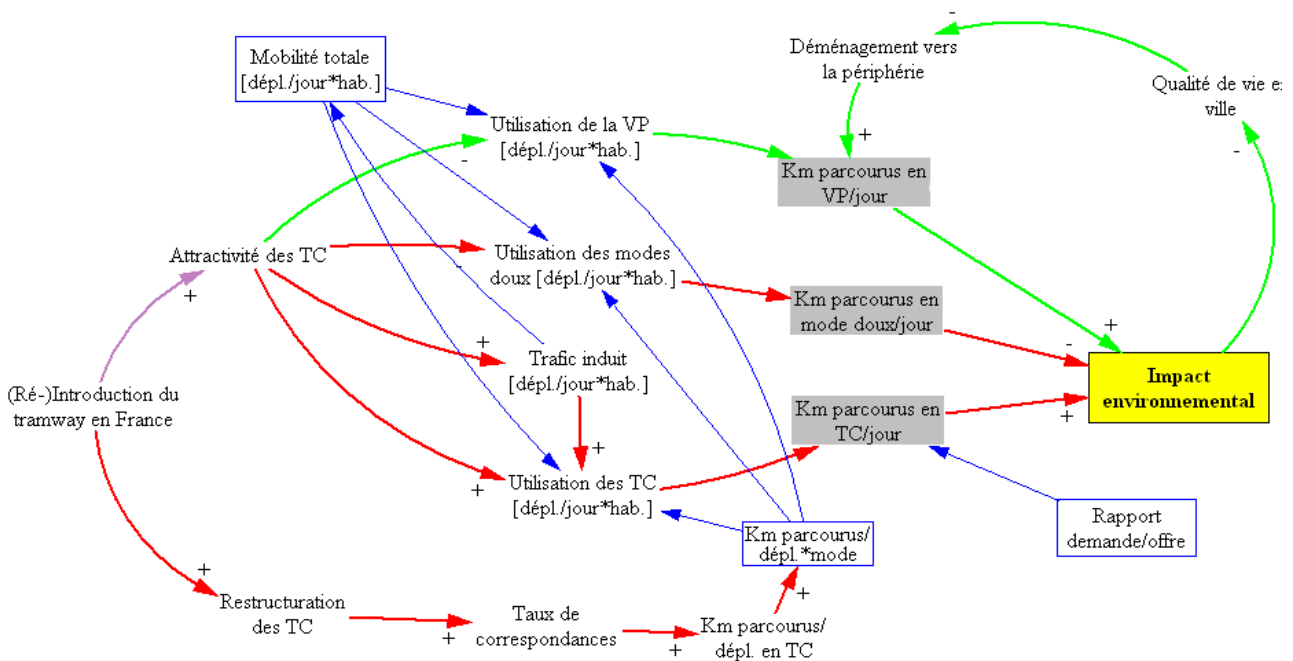


Figure 18: Schéma général de l'analyse

Le schéma présente les différents aspects qui sont à notre avis d'importance par rapport à la question de recherche sous forme de chaînes logiques. À ce sujet, une flèche entre deux éléments désigne toujours une influence, exercée dans le sens de la flèche. De plus, les différentes couleurs révèlent l'effet environnemental sur l'ensemble de la chaîne (le vert désigne le positif, le rouge est le négatif et le mauve peut aller dans les deux sens). Comme pour l'exemple déjà vu de la périurbanisation, le signe « + » indique un rapport positif entre deux paramètres, et un « - » signale un rapport négatif.

La partie « analyse » suit en gros ce schéma. Cependant, il est à noter que quelques aspects ont été déjà abordés plus en haut.

Pour commencer, la question du transfert modal est à étudier. On peut supposer que l'implication du tramway améliore l'attractivité des transports en commun, de sorte qu'elle renforce l'utilisation du transport public en réduisant la demande des autres modes. Étant donné qu'une diminution de l'usage de l'automobile a des effets positifs pour l'environnement, la couleur de la flèche est verte. En ce qui concerne les transports collectifs, il faut prendre en considération qu'au plus le réseau est utilisé, au plus on observe un impact environnemental. Les seuls modes pour lesquels cette logique n'est pas valide sont les modes doux. Une diminution des modes doux en faveur des transports en commun ainsi qu'un renforcement de ceux-ci sont ainsi négatifs pour l'environnement et donc marqués en rouge. À ce point, une augmentation de la mobilité totale est aussi à examiner pour délimiter l'ampleur de la demande induite à cause du tramway. Puis, il faut attribuer les distances parcourues à l'utilisation des différents modes pour vérifier qu'un éventuel effet positif au niveau des déplacements n'est pas annulé par des trajets de plus en plus longs. Finalement, il est encore important de noter que les indications se réfèrent jusqu'ici à la demande. Afin d'y associer les impacts environnementaux, il faut prendre compte les facteurs expliquant le rapport entre les distances parcourues par les personnes et les distances parcourues par les moyens de transports. Ce rapport sera examiné à l'aide de l'évolution des places\*kilomètres offertes pour attirer un déplacement sur le réseau.

Les autres effets de la réintroduction du tramway qui peuvent causer un impact sur l'environnement ont été discutés dans la partie « Le tramway, la planification urbaine et l'environnement ». Premièrement, nous avons vu que le tramway est susceptible de restructurer les réseaux des transports en commun avec la problématique des distances prolongées. Deuxièmement, le tramway peut être un outil qui permet de renverser la boucle néfaste de la périurbanisation en renforçant la position de la ville par rapport à la campagne.

### **3.1.2 Critères du choix des villes**

Depuis le renouveau du tramway en France, qui commençait avec la mise en service de la première ligne à Nantes en 1985, de nombreuses autres agglomérations ont rétabli un réseau de tramway. Comme nous l'avons vu dans la partie « Le tramway, un mode fortement politisé », le tramway n'était par contre pas le seul système qui était réalisé à cette époque. Alors que les villes ont parié sur un système pendant ce temps là, les solutions entre métro, VAL, tramway et BHNS ont été de plus en plus mélangées de sorte qu'on constate aujourd'hui une variété de configurations différentes. À Toulouse par exemple, on a récemment ajouté une nouvelle ligne de tramway au réseau qui était jusque-là fortement dominé par deux lignes du VAL.

Dans le cadre de cette étude, il n'est pas possible d'analyser l'effet environnemental de la

réintroduction du tramway dans les 23 réseaux. Par conséquent, il faut faire un tri pertinent.

Tout d'abord, le sujet impose une véritable « réintroduction » du tramway. Certes, dans les villes où le tramway persistait, cela s'est seulement passé au niveau d'un service très limité. À Lille, par exemple, seulement une ligne des douze lignes en service en 1950 survivait [MUSÉE DES TRANSPORTS URBAINS, 2012]. Toutefois, pour pouvoir mieux isoler l'impact de la réintroduction du tramway, il est nécessaire de ne pas prendre en considération ces cas limites.

Ensuite, comme nous l'avons vu auparavant, il existe une diversité de compositions des réseaux de transport en commun dans lesquels le tramway n'a pas toujours la même fonction. Alors qu'il constitue dans la plupart des agglomérations de taille moyenne l'élément principal autour duquel se structurent les réseaux de transports collectifs, le tramway complète seulement les réseaux dotés d'un moyen de transport plus lourd. Dans ce dernier cas, on retrouve des connections périphériques (l'exemple de l'Île de France) où des branches supplémentaires radiales densifient le réseau (comme on le voit à Lyon). Ceci pose également le problème d'isoler l'impact du tramway au niveau d'une agglomération. De plus, il est vraisemblable que l'effet du tramway est d'autant plus marquant qu'il change la statique du réseau.

Pour cette raison, les villes possédant un métro ou VAL ne sont pas prises en compte dans cette étude.

De nos jours, on n'observe pas seulement les différents rôles qu'un tramway peut assumer dans un réseau de transports en commun, mais aussi les différences à l'intérieur de ce qu'on nomme communément un « tramway ». En effet, un système tel que le TVR de Nancy se distingue fortement d'un tramway conventionnel.

D'un point de vue technique, les différences sont également grandes. Étant donné que le TVR est un système qui possède aussi un moteur diesel, les impacts sur l'environnement diffèrent d'un système qui est uniquement alimenté par l'électricité.

Sur le plan juridique, le CERTU a proposé une définition qui délimite la catégorie « tramway » des systèmes de BHNS. À ce sujet, il distingue les systèmes en fonction de la soumission au code de la route, ce qui a par exemple des conséquences sur le gabarit des rames. Le code de la route s'applique pour tous les systèmes « où le guidage est immatériel [...], ou non permanent (TVR de Bombardier à Nancy et Caen) ». En revanche, un tramway sur pneumatique qui est guidé en permanence par un rail central, comme c'est le cas à Clermont-Ferrand, est classé comme un tramway conventionnel et est donc seulement soumis au décret relatif à la sécurité des transports publics. [ CERTU, 2009]

Dans cette étude, nous ne prenons en considérations que les tramways qui correspondent à la définition du CERTU.

Enfin, comme dernier critère d'exclusion, nous fixons une date après laquelle les nouvelles ouvertures ne sont plus reprises. D'une manière générale, on observe toujours un certain retard entre la mise en œuvre d'un tramway et les premiers constats de son effet. À ce sujet, il est préférable, de laisser d'abord passer du temps jusqu'à ce que les comportements face à la nouvelle offre se soient consolidés. Puis, il faut préparer une enquête qui évalue le nouveau système de déplacements. Il faut rajouter l'exécution et finalement le traitement des données avant que les premiers résultats ne soient disponibles. Pour une enquête ménages déplacements (EMD) par exemple, il faut compter environ 18 mois pour projeter, réaliser et traiter les données d'une étude [CERTU, 2012]. Afin de pouvoir affiner l'analyse du développement après l'insertion du tramway dans le réseau des transports en commun, il vaut mieux avoir au moins deux enquêtes consécutives à disposition. Une étude importante par rapport à cette recherche est le « Panorama des transports collectifs urbains dans des agglomérations de plus de 250.000 habitants », éditée déjà en quatrième version (1998, 2001, 2005, 2008). En se basant sur les chiffres de « L'enquête annuelle Transports Collectifs Urbains », elle apporte toute une série de données indispensables qui sont seulement chèrement accessibles.

Dû à la contrainte de l'accès aux données et vu la volonté de pouvoir au moins comparer les situations de deux moments différents, nous déterminons la date d'exclusion au début de l'année 2005.

Les quatre critères de choix sont ainsi les suivants :

- ° Le tramway a été véritablement réintroduit.
- ° Le tramway est le moyen le plus lourd du réseau des transports collectifs urbains.
- ° Le système n'est pas soumis au code de la route.
- ° Le tramway a été mis en service avant 2005

Le tableau 4 résume l'application des critères de choix sur l'ensemble des villes dotées d'un tramway.

Tableau 4 : Synthèse du choix des villes

<b>Nom de l'agglomération</b>	<b>Critères de choix des villes examinées</b>			
	Réintroduction	Pas de métro	Pas de soumission au code de la route	Mise en service avant 2005
Angers	X	X	X	-
<b>Bordeaux</b>	X	X	X	X
Brest	X	X	X	-
Caen	X	X	-	X
Clermont-Ferrand	X	X	X	-
<b>Grenoble</b>	X	X	X	X
Île-de-France	X	-	X	X
Lille-Roubaix-Tourcoing	-	-	X	X
Lyon	X	-	X	X
Le Mans	X	X	X	-
Marseille	*21	-	X	-
<b>Montpellier</b>	X	X	X	X
Mulhouse	X	X	X	-
Nancy	X	X	-	X
<b>Nantes</b>	X	X	X	X
Nice	X	X	X	-
<b>Orléans</b>	X	X	X	X
Reims	X	X	X	-
<b>Rouen</b>	X	X	X	X
Saint-Étienne	-	X	X	X
<b>Strasbourg</b>	X	X	X	X
Toulouse	X	-	X	-
Valenciennes	X	X	X	-

Il ressort ainsi de ce tri les sept villes suivantes qui correspondent à tous les critères de choix : Bordeaux, Grenoble, Montpellier, Nantes, Rouen, Orléans, Strasbourg.

21 À Marseille, la classification n'est pas évidente. Une ligne de tramway persistait jusqu'à 2004. Elle a été mise hors service dans le cadre des travaux du nouveau réseau de tramway. Depuis 2007, la nouvelle ligne 1 suit le même tracé.

Par la suite, ces sept villes sont examinées par rapport à la faisabilité au niveau des sources principales<sup>22</sup>, qui sont notamment les EMD (voir la partie « Données »). Afin de bien comprendre l'effet de la réintroduction du tramway, il est nécessaire d'avoir au moins une enquête qui se situe en amont du projet et une enquête qui analyse les changements à l'intérieur du système des déplacements après la nouvelle offre. Le tableau 5 montre pour chaque ville la date de la réintroduction et les réalisations des enquêtes examinant les déplacements.

**Tableau 5 : Les dates de la réintroduction du tramway et les EMD disponibles**

<b>Nom de l'agglomération</b>	<b>L'année de la réintroduction</b>	<b>Réalisation d'une EMD/enquête comparable</b>
<b>Bordeaux</b>	2003	1978, 1990, 1998, 2009
<b>Grenoble</b>	1987	1985, 1992, 2002, 2010
Montpellier	2000	2003
<b>Nantes</b>	1985	1980, 1990, 1997, 2002, 2008 <sup>23</sup>
Orléans	2000	1981, 2003
Rouen	1994	1996, 2003
<b>Strasbourg</b>	1994	1988, 1997, 2009

Au niveau des informations disponibles, les villes de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg semblent être appropriées. Pour chacune de ces villes, il existe des données de la situation avant et après la réintroduction du tramway. De plus, il semblerait que Grenoble et Nantes permettent un examen plus fin grâce au nombre d'études déjà réalisées.

Par contre, les autres villes ne permettent pas une analyse globale de l'effet du tramway. Alors que Montpellier et Rouen possèdent seulement des enquêtes a posteriori, Orléans a aussi effectué une étude a priori. Cette étude ne reflète cependant pas la situation avant la mise en service du tramway étant donné qu'elle était réalisée au début des années 80.

Pour cette raison, cette étude se concentrera sur les agglomérations de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg.

22 Mis à part des panoramas des transports collectifs urbains, qui sont déjà inclus par les quatre critères de choix.

23 Les enquêtes de 1997, 2002 et 2008 ne sont pas réalisées selon la méthode « standard Certu ».

### 3.1.3 Présentation des quatre agglomérations

Les quatre villes analysées dans cette étude seront ainsi Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg.

Cependant, l'examen de l'influence de l'implantation du tramway sur le réseau des transports collectifs n'est pas pertinent dans les limites communales des villes nommées. Le transport public est en effet de plus en plus organisé par des organisations intercommunales. Le CERTU constate à ce sujet que « la structure juridique des *Autorités Organisatrice des Transports Urbains* (AOTU) s'est profondément modifiées ces dix dernières années » en citant plusieurs lois<sup>24</sup>[CERTU, 2009b]. Par conséquent, une analyse de l'impact de la réintroduction du tramway doit également dépasser le territoire communal de la ville principale. À ce point, le PTU constitue une bonne limitation spatiale pour l'étude. Dans les cas de Bordeaux, Nantes et Strasbourg, c'est le territoire de la communauté urbaine qui constitue le PTU, nommé *Communauté Urbaine de Bordeaux* (CUB), *Nantes Métropole* et *Communauté Urbaine de Strasbourg* (CUS). À Grenoble, c'est au niveau de la *Communauté d'agglomération Grenoble Alpes Métropoles* (« *La Métro* ») où les transports collectifs urbains sont organisés. Le tableau 6 montre pour chaque PTU le nombre d'habitants, la surface, la densité de population et le nombre de communes qui le compose.

Tableau 6 : Caractéristiques démographiques et géographiques des agglomérations choisies

<b>Agglomération</b>	<b>Population [hab.]</b>	<b>Surface [km<sup>2</sup>]</b>	<b>Densité [hab./km<sup>2</sup>]</b>	<b>Communes</b>
Bordeaux	714.800	552	1295	27
Grenoble	403.200	307	1313	27
Nantes	594.700	523	1137	24
Strasbourg	473.800	314	1509	28

Source : CERTU, 2010

Le tableau indique que les quatre agglomérations ont des tailles comparables, tant au niveau de la population qu'en termes de communes qui composent le périmètre des transports urbains. Il est cependant à noter que ces chiffres ne sont pas stables dans le temps. Surtout l'agglomération de Grenoble est soumise à de fortes évolutions. Depuis le début de l'année 2012, 28 communes sont effectivement associées à *La Métro* alors qu'elle n'en comptait que 23 en 2003. Par conséquent, les autres facteurs ont également changé. La CUS connaissait également une petite extension en adhérant la commune de Blaesheim en 2006.

24 Celles sont notamment la *Loi n° 99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale*, dite loi Chevènement, la *Loi n° 2000-1208 du 13 septembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains*, dite loi SRU et la *Loi n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales*.



En ce qui concerne la réintroduction du tramway, les agglomérations connaissent des trajectoires bien différentes. La ville qui est généralement vue comme le précurseur du renouveau du tramway est Nantes, qui a mis en service la première ligne en 1985. Seulement deux ans plus tard, Grenoble a suivi et en 1994, Strasbourg a également inauguré une première ligne. Alors que ces trois villes comptent toutes parmi la première génération des villes ayant réintroduit le tramway, l'agglomération de Bordeaux le réalise sensiblement plus tard. Ceci permet d'estimer l'évolution sans réintroduction du tramway pendant un premier temps.

Normalement, le projet d'un tramway ne termine pas avec l'inauguration de la première ligne, mais il s'ajoute d'autres lignes et de nombreuses prolongations. Le tableau 7 donne une idée de l'envergure du développement du réseau de tramway. Pour chaque agglomération, la date de la réintroduction, les extensions majeures du réseau, le nombre des lignes et la longueur des lignes additionnées sont indiqués.

**Tableau 7 : Caractéristiques des réseaux de tramway des agglomérations choisies**

<b>Agglomération</b>	<b>Inauguration</b>	<b>Extensions majeures</b>	<b>Lignes</b>	<b>Longueur des lignes additionnées [km]</b>
Bordeaux	2003	2005, 2008	3	43,9
Grenoble	1987	1990, 2006, 2007	4	33,6
Nantes	1985	1992, 2000	3	44
Strasbourg	1994	1998, 2000, 2007, 2008	6	55,8

Source : Wikipedia

### 3.2 Données

Concernant des sources statistiques des déplacements, deux enquêtes collectent des chiffres au niveau national, les *Enquêtes Nationales Transports et Déplacements* (ENTD) et les EMD.

Les ENTD sont réalisées tous les 7 à 14 ans et couvrent tout le territoire de la France métropolitaine. À ce jour, cinq versions ont été publiées (1967, 1974, 1982, 1994, 2008). Elles enregistrent tous les déplacements des personnes enquêtées à partir de 6 ans et calculent également les distances parcourues. Malheureusement, cette base n'est pas appropriée à examiner plusieurs villes entre elles, car les données doivent d'abord être traitées en fonction du sujet. Ceci est fait par des organismes qui les exploitent en vue d'une certaine publication. Des données par ville ne sont ainsi pas disponibles (à part de cinq extensions, où une région a souhaité profiter des synergies qui se dégagent grâce à la coopération). [SETRA, 2010]

Néanmoins, plusieurs publications qui se basent sur les ENDT peuvent être utilisées pour dessiner le contexte de notre analyse dans cette étude.

En ce qui concerne la demande, cette étude se basera principalement sur les enquêtes ménages déplacements. C'est pour cette raison que nous présentons cette enquête un peu plus en détail.

### **3.2.1 Les enquêtes ménages déplacements**

Les enquêtes ménages déplacements sont menées depuis 1976 selon une méthodologie standardisée par le CERTU, dites *méthode standard*, qui permet des « analyses et comparaisons dans le temps et dans l'espace » [CERTU, 2008]. En effet, cette méthode prescrit toute la démarche, en commençant avec la préparation de l'enquête, l'exécution sur le terrain et puis l'exploitation des données [CERTU, 1998].

Normalement, les EMD sont réalisées et financées par les collectivités locales, même s'il existe une subvention jusqu'à 30 pour-cents de la part de l'état français. L'intérêt principal des enquêtes est une connaissance profonde des pratiques de déplacements pour « élaborer et évaluer les politiques de transport dans les agglomérations ». La récolte des données se passe par des entretiens en face à face. Les ménages enquêtés sont tirés de manière aléatoire à l'intérieur des secteurs géographiques dans un échantillon représentatif. Afin de pouvoir extrapoler les résultats, le cahier des charges du CERTU prescrit une interrogation chez au moins 1500 ménages. Les enquêtes se déroulent entre le 15 octobre et le 16 avril pendant au moins 6 semaines. Au cours de l'interrogation, tous les déplacements de la veille du jour d'enquête des personnes à partir de cinq ans sont demandées. À ce propos, on note le modes utilisés, le motif, l'heure de départ et d'arrivée et l'origine et la destination de chaque déplacement. Par ailleurs, les caractéristiques des personnes composant un ménage sont interrogées telles que l'âge, le revenu ou aussi la disponibilité d'une voiture. [CERTU, 1998]

Il existe pourtant quelques limites. De manière générale, les enquêtes enregistrent seulement les déplacements qui sont effectués par des personnes habitant à l'intérieur du territoire concerné. Par ailleurs, il faut savoir que les déplacements du week-end ne sont pas récoltés. Enfin, l'enquête exclu tous les déplacements de marchandise. [CERTU, 2008]

En conclusion, les enquêtes ménages déplacements constituent en théorie une source très riche. Cependant, il n'y a aucune obligation à mener une enquête ménages déplacements « standard ». Par conséquent, on retrouve un nombre d'enquêtes variant d'une agglomération à l'autre. Dans le cadre de cette étude, nous avons pris de préférence des villes où suffisamment d'enquêtes ménages déplacements « standard » ont été réalisées, à l'exception de l'agglomération de Nantes

parce que nous sommes d'avis que la ville qui a réintroduit en premier le tramway devrait figurer dans cette analyse.

### **3.2.2 Hypothèses et modifications des données des déplacements de Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg**

À Nantes, les enquêtes de 1980 et 1990 sont de type « standard ». Les enquêtes de 1997, 2002 et 2008 se distinguent par contre en détail. Selon Laurent Fouin<sup>25</sup>, chef de projets mobilité durable à l'Agence d'Urbanisme de la Région nAntaise (AURUAN), les enquêtes de 1997 et de 2002 se distinguent par la façon d'interroger les ménages.

En effet, l'échantillon de l'enquête se base sur les abonnés fixes de France Telecom et l'interrogation est réalisée par téléphone [CERTU, 2004]. Ceci est discutable car l'enquête favorise de cette manière certaines couches de la population et en néglige d'autres. Une étude du CERTU constate à ce propos que « les non-abonnées au téléphone fixe utilisent moins leur voiture » étant donné qu'il s'agit souvent d'étudiants ou de jeunes [CERTU, 2009c]. Par ailleurs, l'enquête de 1997 n'interrogeait que les personnes à partir de dix ans. La différence de l'enquête de 2008 consiste, d'après Laurent Fouin, en le temps de recueil des données. Faisant partie de l'enquête nationale transport de l'INSEE de 2008, les ménages sont également questionnés sur les déplacements du week-end. De plus, « la période d'enquête est d'une année et peut comprendre les périodes de vacances scolaires ».

De manière générale, les données appartiennent à l'autorité qui a financé l'enquête et la publication des résultats a longtemps été non obligatoire<sup>26</sup>. Par conséquent, cette étude ne se base en majeure partie pas sur les données brutes, mais sur les chiffres publiés sous forme de documents de synthèse.

Ceci pose plusieurs problèmes. Certes, les différents documents qui ont été publiés sur le sujet se basent sur des données comparables, car la récolte est standardisée. Cependant, chaque autorité élaborant un résumé des études, établit plusieurs simplifications pour présenter plus facilement les développements essentiels. C'est pourquoi, il existe des indications hétérogènes qui nécessitent, par conséquent, des traitements ultérieurs de notre part.

---

25 Laurent Fouin, chef de projets mobilité durable à l'AURAN, communication personnelle, 23 avril 2012.

26 Depuis 2009, les subventions de l'État sont liées à l'autorisation du côté du maître d'ouvrage d'implanter les données dans une base qui sera à disposition pour l'État et la recherche.

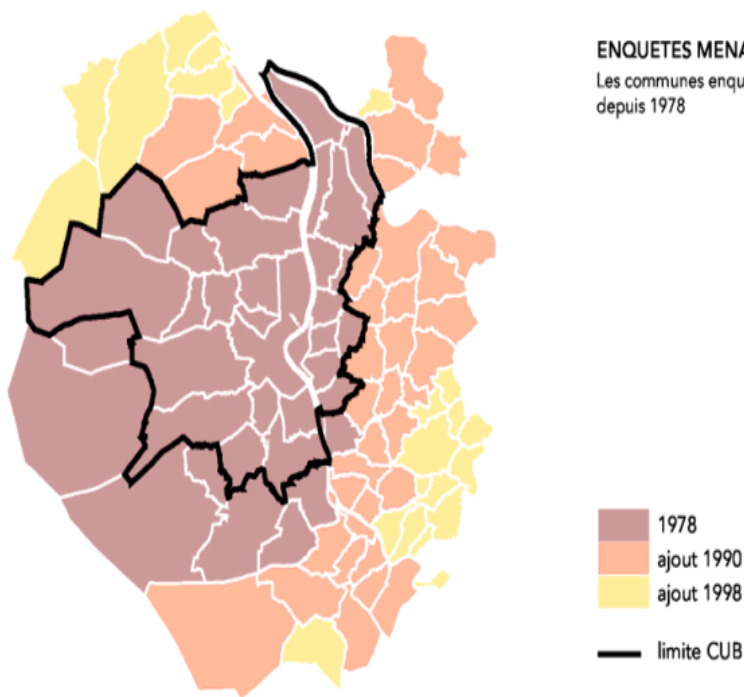
Afin de pouvoir retracer les données utilisées et de comprendre les modifications effectuées, nous présentons dans le tableau 8 un aperçu des sources. À ce sujet, nous décrivons pour chaque source les modes indiqués et le périmètre auquel ils se réfèrent.

**Tableau 8 : Aperçu sur les sources utilisées, les modes indiqués et les périmètres correspondants**

L'année	Périmètre	Mobilier totale	Part modale des déplacements en [%]									Source
			VP	TCU	Autre TC	TC	2RM	2R	Vélo	Marche	Autre	
<b>BORDEAUX</b>												
2008	CUB	X	X	X	X		X		X	X	X	CUB (2009)
1998	EMD 78	X	X			X		X		X		CUB (1999)
1990	EMD 78	X	X			X		X		X		CUB (1999)
1978	EMD 78	X	X			X		X		X		CUB (1999)
<b>GRENOBLE</b>												
2010	EMD 92	X*	X			X		X		X		SMTC (2010)
2002	EMD 92	X*	X			X		X		X		SMTC (2010)
1992	EMD 92	X	X			X		X		X		CERTU (2002)
1985	EMD 92	X	X			X		X		X		CERTU(2002)
<b>NANTES</b>												
2008	CUN	X	X			X	X		X	X		INSEE (2010)
2002	CUN	X	X			X		X		X		AURAN (2009)
1997	CUN	X	X			X		X		X		AURAN (2009)
1990	CUN	X	X			X		X		X		AURAN (2009)
1980	CUN	X	X			X		X		X		AURAN (2009)
<b>STRASBOURG</b>												
1988	CUS	X	X	X		X	X		X	X		ADEUS (2010a)
1997	CUS	X	X	X		X	X		X	X		ADEUS (2010a)
2009	CUS <sup>27</sup>	X	X	X		X	X		X	X		ADEUS (2010a)

Le tableau révèle qu'il y a des variations au niveau des périmètres et au niveau des modes indiqués.

<sup>27</sup> Le périmètre présenté se réfère au territoire de la CUS avant l'extension de 2006.



Source: CUB,1999

concernant les périmètres, on retrouve deux territoires différents auxquels les chiffres se réfèrent à Bordeaux. Pour les EMD de 1998 et de 2008, c'est la limitation de la CUB pour laquelle des données existent, alors qu'il y a des indications pour les années 1978, 1990 et 1998 relatives au périmètre de l'EMD 1978.

La carte à gauche visualise la différence entre ces deux territoires en figurant le périmètre de 1978 en violet de vin et celui de la CUB avec un pourtour noir. Le territoire de 1978 comprend ainsi sept communes de plus. Grâce au fait qu'il y a des données pour les deux territoires en 1998, il est possible d'avoir une idée de la nature de l'effet de cette extension relatif au système de déplacements. La lecture des chiffres révèle, en effet, que le périmètre de 1978 se caractérise par une mobilité de 0,01 déplacements quotidiens en plus par habitant. Par ailleurs, on y observe la part modale de la voiture particulière d'un pour-cent plus élevé et celle de la marche à pied d'un pour-cent plus bas. Vu les différences minimales, il semble ainsi qu'il est possible de comparer les caractéristiques des deux territoires dans le cadre de cette étude.

Mis à part le cas de Bordeaux, on observe aussi une irrégularité à Grenoble. Pour les années 2010 et 2002, la mobilité totale ne se réfère pas au périmètre de 1992 qui comprend 25 communes de l'agglomération grenobloise, mais de deux communes au moins. Vu le petit écart à Bordeaux, nous supposons également que cela ne pose pas un problème relatif aux comparaisons effectuées au cours de cette analyse.

La deuxième difficulté indiquée par le tableau concerne la différence de présentation des modes. À ce propos, il est intéressant de savoir que le questionnaire *standard CERTU* propose une liste fixe des modes. Parmi eux se trouvent aussi des modes plutôt rares comme par exemple les modes « Fauteuil roulant » ou « Passager de fourgon, camionnette, camion ». La plupart des modes récoltés occupe, en effet, une part modale négligeable et est souvent rassemblée dans la rubrique « Autres » dans les graphiques de la répartition modale ou bien elle y est directement exclue. Cependant, on constate aussi des différences dans la présentation des modes « transports en commun » et « vélo » qui sont bien fréquentés. On voit dans le tableau que les transports collectifs

sont de temps en temps divisés en « Transports Collectif Urbains » (TCU) et « autres transports en commun » et souvent groupés en « Transports en Commun » (TC).

Il en est même pour le vélo : alors que les enquêtes récentes indiquent au moins pour un périmètre l'utilisation des modes « vélo » et « deux-roues motorisés » de façon séparée, les anciennes les ont rassemblées dans la catégorie « deux-roues ».

Pour comprendre la proportion des deux-roues motorisés à l'intérieur de la catégorie deux-roues, l'exemple de Strasbourg éclaire nous un peu sur les tendances.

**Tableau 9 : Évolution des deux-roues dans la CUS – vélo et deux-roues motorisés**

		Marche	Vélo	2RM	VP	TCU	Total TC	Tous modes
Ensemble CUS	2009	33,4 %	7,6 %	0,6 %	45,9 %	11,2 %	12,5 %	100 %
	1997	31,4 %	5,9 %	0,8 %	53,2 %	7,6 %	8,7 %	100 %
	1988	32,5 %	8,0 %	2,1 %	50,0 %	6,0 %	7,4 %	100 %

Source : repris d'ADEUS, 2010a

On constate en effet que le poids des deux-roues motorisés s'affaiblit au cours du temps par rapport aux vélos. Ceci est une tendance qui est également confirmée par d'autres enquêtes où les données pour le vélo sont disponibles. À Bordeaux par exemple, on constate que la proportion des déplacements en deux-roues motorisées par rapport à la totalité des déplacements en deux-roues a diminué de 33 pour-cents à 29 pour-cents entre 1998 et 2008 [CUB, 2009].

En conclusion, quelques difficultés se sont avérées au niveau des données des quatre villes étudiées. Par conséquent, il est nécessaire d'émettre plusieurs hypothèses. Par ailleurs, tant la question de recherche que des irrégularités dans la présentation des modes exigent des traitements ultérieurs au niveau des chiffres. Les hypothèses et modifications au niveau des données sont présentées par la suite.

Premièrement, nous présumons que les conditions différentes des trois enquêtes les plus récentes à Nantes n'ont pas un impact lourd sur le système de déplacements, de sorte que les données restent comparables.

Deuxièmement, nous supposons que les irrégularités au niveau des périmètres enquêtés sont négligeables.

Troisièmement, nous nous référons toujours au mode « transports en commun » (TC). Dans les cas, où il existe une distinction entre « transports en commun urbains » et « autre transport en commun », nous additionnons les valeurs des deux afin d'avoir des catégories similaires.

Finalement, nous créons un mode appelé « Modes doux » qui contient les modes « deux-roues » et « marche ». Manque de données, ce mode comprend ainsi aussi les deux-roues motorisés, bien qu'il ne soit sûrement pas en faveur de l'environnement.

### 3.2.3 Données des distances parcourues

D'après le CERTU, seules les ENT D ainsi que les enquêtes ménages déplacements de la région Île-de-France (l'enquête Globale Transport) prévoient un volet qui s'interroge sur les distances. Dans le cadre de l'ENT D, les personnes enquêtées sont d'abord invitées à déclarer leurs distances parcourues. Puis, les indications sont comparées aux distances calculées par vol d'oiseau ou par vitesse de trajet et, s'il y a une faute évidente, finalement corrigées. [CERTU, 2009a]

Les distances à vol d'oiseau d'un déplacement désignent à ce sujet la « longueur de la ligne joignant les chefs-lieux des communes (mairies) de départ et d'arrivée » [HUBERT, 2009]. Depuis l'enquête de 2008, des récepteurs GPS sont partiellement utilisés pour affiner les résultats [SETRA, 2010]. En cas de données manquantes, cette enquête doit avoir recours à une technique qui est également utilisée pour le calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements.

Comme on l'a vu auparavant, les EMD ne prévoient en principe pas l'enquête des distances parcourues. Toutefois, l'étude apporte quelques données à partir desquelles il est possible de les reconstruire. D'abord, les EMD notent pour chaque déplacement, la zone fine de départ et la zone fine de destination. Chaque zone fine a une taille d'environ neuf hectares. De plus, le temps de trajet et le moyen de transports sont retenus. En se basant sur ces données, les distances sont par la suite calculées en fonction des autres informations accessibles. Il est par exemple utile d'intégrer un système d'Informations géographiques et une base de données routières dans la considération. Quelques villes possèdent aussi un modèle de prévision de trafic. En règle générale, les distances sont calculées à base des distances à vol d'oiseau entre les centroïdes des zones fines et puis redressée par des coefficients de correction qui calculés en fonction du moyen de transport et la distance du déplacement. Enfin, les distances sont vérifiées en comparant le temps de trajet calculé et le temps de trajet réel. La marche est une exception, car les déplacements sont toujours mesurés à l'aide du temps et d'une vitesse moyenne supposée. [CERTU, 2009a]

Les distances parcourues que l'on trouve dans les enquêtes ménages déplacements ne représentent ainsi pas les distances réelles mais constituent des approches mathématiques. Comme leur détermination nécessite des investissements supplémentaires et étant donné que l'analyse des déplacements était suffisante pour planifier et évaluer des projets de trafic, l'apparition des calculs des distances parcourues est un phénomène plutôt récent. Il semble en effet qu'elle va de pair avec la montée de la conscience environnementale. Par conséquent, on ne retrouve pas la détermination des distances parcourues dans les anciennes EMD.

En ce qui concerne les quatre villes étudiées, la disponibilité des distances parcourues est présentée dans le tableau 10.

**Tableau 10 : Disponibilité des distances parcourues parmi les EMD utilisées**

	<i>EMD sans calcul des distances</i>	<i>EMD incluant le calcul des distances</i>
<b>Bordeaux</b>	1978, 1990, 1998	2009
<b>Grenoble</b>	1985, 1992	2002, 2010
<b>Nantes</b>	1980, 1990, 1997, 2002	2008 <sup>28</sup>
<b>Strasbourg</b>	1988	1997, 2009

Nous voyons que seulement cinq enquêtes nous délivrent également les longueurs des déplacements. Une analyse de l'évolution n'est possible qu'à Grenoble et à Strasbourg, où il existe déjà deux enquêtes indiquant aussi la répartition kilométrique des modes de transport. Cependant, elles n'englobent pas la date de la réintroduction du tramway, de sorte qu'on pourra seulement examiner les développements plus tard. À Nantes, il existe un module pour calculer les distances parcourues, mais selon Laurent Fouin<sup>29</sup>, la détermination n'a jamais été réalisée.

Il y a aussi des différences concernant l'origine des données. Alors que les données de Strasbourg et de Bordeaux sont reprises des documents de synthèse des autorités locales, les distances parcourues à Grenoble ont été calculées par les auteurs de cette étude sur base des données brutes.

Afin de garantir les mêmes conditions que pour l'analyse des déplacements, il est pertinent de regrouper les mêmes modes. Pour cette raison, les deux-roues motorisés sont de nouveau attribués aux modes doux. La grandeur de cette faute systématique qui en résulte est indiquée par le tableau 11.

**Tableau 11 : Part kilométrique des deux-roues motorisés**

	<b>Bordeaux</b>	<b>Grenoble 02</b>	<b>Grenoble 10</b>	<b>Strasbourg 97</b>	<b>Strasbourg 97</b>
<b>Part kilométrique des 2-roues motorisés [%]</b>	2	1	~ 0	1	1

Par ailleurs, tous les modes du transports public constituent le mode transports en commun, de sorte qu'on compare également les modes « voiture particulière », « transports en commun » et « modes doux ».

28 Dans cette enquête, il existe un module des distances vu qu'elle fait partie de l'ENTD. Malheureusement, ces chiffres ne sont en majeure partie pas publiés.

29 Laurent Fouin, chef de projets mobilité durable à l'AURAN, communication personnelle, 23 avril 2012.



#### 4.2.4 Données de l'offre des TC

Les données nationales par rapport à l'offre du transport en commun sont récoltées par le *Groupement des Autorités Responsables de Transports (GART)* et le *Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)*.

Le GART mène chaque année l'étude « L'année xxxx des transports urbains hors l'Île de France ». Outre les données économiques comme le financement ou les investissements, cette enquête analyse aussi l'offre et l'usage des transports urbains. Les données sont collectées à l'aide des *cahiers verts*, un questionnaire qui est envoyé à chaque autorité organisatrice d'un réseau de transports collectifs. Néanmoins, l'étude ne présente pas les données par ville, mais par tranche de nombres d'habitants (par exemple les agglomérations de 100.000 à 200.000 habitants). Il n'est donc pas possible de mettre l'offre en relation avec le tramway.

Le CERTU recourt également aux *cahiers verts* dans *l'enquête annuelle sur les Transports Collectifs Urbains*. Les données qui y ressortent sont introduites dans une base de données dont l'accès est commercialisé. Cependant, le CERTU publie les *Panoramas des transports collectifs urbains dans des agglomérations de plus de 250.000 habitants* qui se basent sur cette base de données et qui décrivent notamment les villes dotées d'un tramway. [CERTU, 2008] À ce jour, quatre versions de panoramas ont été publiées décrivant les situations des années 1998, 2001, 2005 et 2008. Outre l'accès gratuit, les panoramas ont l'avantage que les données sont déjà harmonisées. En effet, les indications prélevées des *cahiers verts* sont encore inhomogènes à cause des méthodes de calcul différentes à l'intérieur des AOTU [CERTU, 2008].

La partie « Évolution du rapport entre l'offre et la demande » se base ainsi sur les panoramas mentionnés qui sont indiqués avec la source dans le tableau 12.

**Tableau 12 : Sources utilisées sur l'offre des TC**

<b><i>Panorama de l'année</i></b>	<b><i>Référence bibliographique</i></b>
2001	CERTU, 2004a
2005	CERTU, 2007
2008	CERTU, 2010

## 4. Analyse

### 4.1 Système de déplacements<sup>30</sup>

Le système de déplacement désigne l'ensemble de tous les déplacements effectués au cours d'une période considérée. Un déplacement est à ce sujet décrit par le CERTU de la façon suivante :

« Un déplacement est le mouvement d'une personne, effectué pour un certain motif, sur une voie publique, entre une origine et une destination, à l'aide d'un ou de plusieurs modes de transport. Le changement de mode n'est pas un motif de déplacements. Un déplacement est composé d'un ou plusieurs trajets. Un trajet est une portion d'un déplacement effectué au moyen d'un mode de transport. Le changement de mode implique la fin du trajet. » [CUB, 2009]

Les déplacements sont chaque fois attribués au mode qui prédomine le trajet selon une hiérarchie déterminée par le CERTU.<sup>31</sup> Un déplacement qui se compose par exemple de deux petits trajets à pied pour atteindre la voiture et puis pour la garer de nouveau et d'un trajet en voiture est enregistré comme un déplacement en voiture. Une certaine prudence par rapport à cet indicateur est ainsi de circonstance, surtout en ce qui concerne l'intermodalité<sup>32</sup> qui se développe. Alors que cette erreur systématique est pour la plupart des déplacements négligeable en raison de la dominance d'un mode sur les autres, les déplacements intermodaux risquent de le multiplier. En effet, surtout l'aménagement des parking relais peut créer une situation où la distance parcourue en voiture peut être plus ou moins équivalente à celle en transports en commun.

Néanmoins, la méthode de récolte de données est identique pour toutes les villes et cela depuis longtemps. De cette manière, deux agglomérations de taille différente peuvent être comparées. De plus, il est possible d'analyser l'évolution du système de déplacements à l'intérieur d'une métropole.

En ce qui concerne la réintroduction du tramway, il est ainsi intéressant d'observer d'abord les effets sur le système de déplacements. Pour répondre à cela, une vue sur l'évolution de la part des transports en commun est nécessaire. Le diagramme ci-dessous indique à ce sujet les parts modales des transports en commun des quatre villes étudiées.

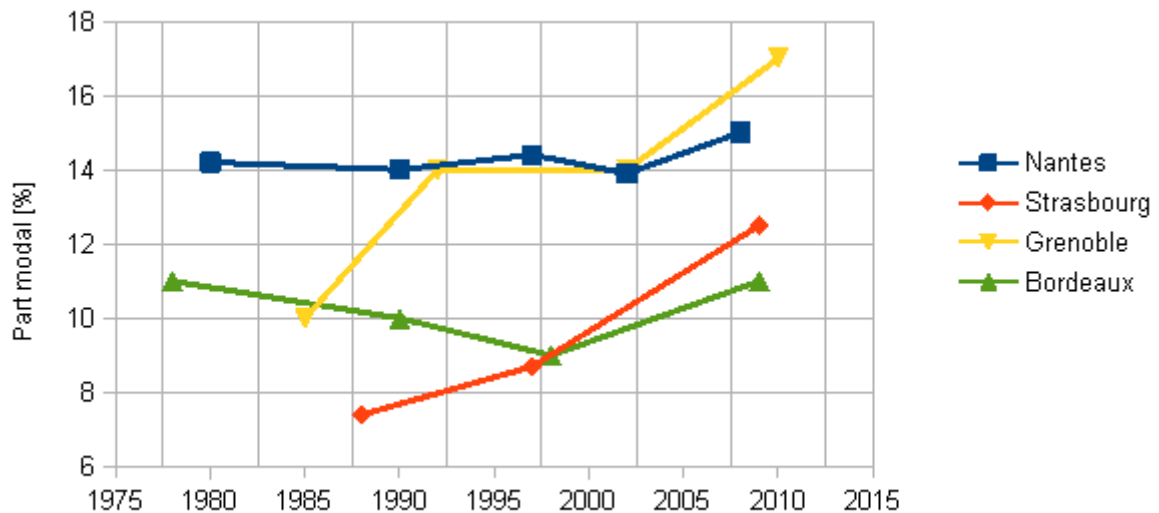
---

30 Toutes les figures et diagrammes chiffrés de cette partie qui ne sont pas explicitement référencés se basent sur les sources présentées dans la partie « Données ».

31 Tristan Guilloux, Chef du groupe analyse et prospective de la mobilité, Certu, communication personnelle le 17 juillet 2012.

32 Définition intermodalité : « L'intermodalité concerne la réalisation d'un seul et même déplacement en utilisant plusieurs modes mécanisés » [ADEUS, 2011]

Figure 20 : Part modale des déplacements des TC



Nantes a été la première ville à avoir réintroduit son tramway en 1985. Il semble d'un côté que grâce à cet investissement précoce, elle a pu éviter une dégradation ultérieure du transport public et stabiliser l'utilisation sur un niveau élevé. De l'autre côté, la part des déplacements quotidiens attribuée aux transports collectifs n'a pas non plus pu augmenter son poids proportionnel.

À Grenoble, ville qui a introduit le tramway seulement deux ans plus tard, la situation se présente différemment. Démarrée d'un niveau assurément plus bas, la part modale se voit désormais en croissance impressionnante, si bien que les transports collectifs pèsent aujourd'hui le plus lourd parmi les quatre villes étudiées avec 17 pour-cents.

Suivant la même logique, Strasbourg a presque pu doubler la part modale des transports en commun après la mise en service de sa première ligne en 1994.

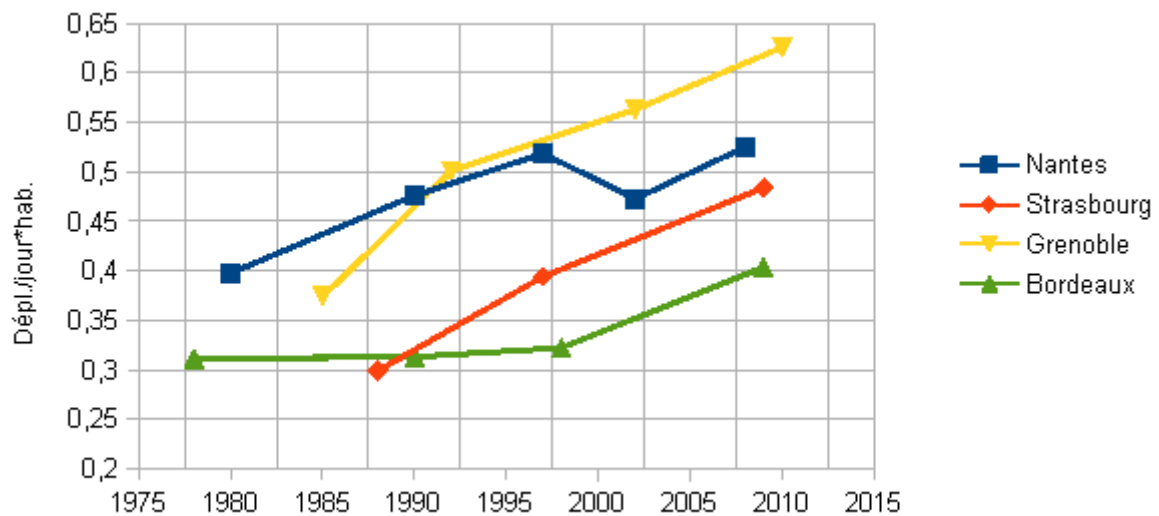
L'agglomération de Bordeaux, quant à elle, voyait longtemps dégrader l'utilisation proportionnelle de son réseau du transport public. Par contre, après la réintroduction du tramway, cette tendance s'inversait et on enregistre désormais une consolidation de la part des transports en commun.

On constate ainsi un effet positif sur la part modale des transports en commun grâce à la réintroduction du tramway. Surtout la comparaison avec Bordeaux, cas de référence d'une agglomération sans tramway jusqu'à la mise en service de sa première ligne, qui dévoile que le tramway peut sensiblement augmenter la part des déplacements effectués en transports en commun.

Un autre renseignement déduit à partir de ce diagramme est le fait que la part modale des transports en commun a tendanciellement eu des difficultés à progresser pendant les années 90. Cependant, la question se pose de savoir, si ce ralentissement dans le développement est dû aux facteurs internes du transport public ou à cause des évolutions globales. À ce sujet, une prise de

connaissances des valeurs absolues est nécessaire. Le diagramme ci-dessous indique cette évolution.

Figure 21 : Déplacements par jour et habitant en TC



La lecture dévoile que, contrairement à ce qu'on conclurait de la présentation proportionnelle, il y a des gains évidents dans tous les réseaux au niveau des déplacements par jour et habitant. De même à Bordeaux, où le graphe se présentait d'une manière néfaste avant la mise en service du tramway, on constate en effet aucun recul de l'utilisation réelle.

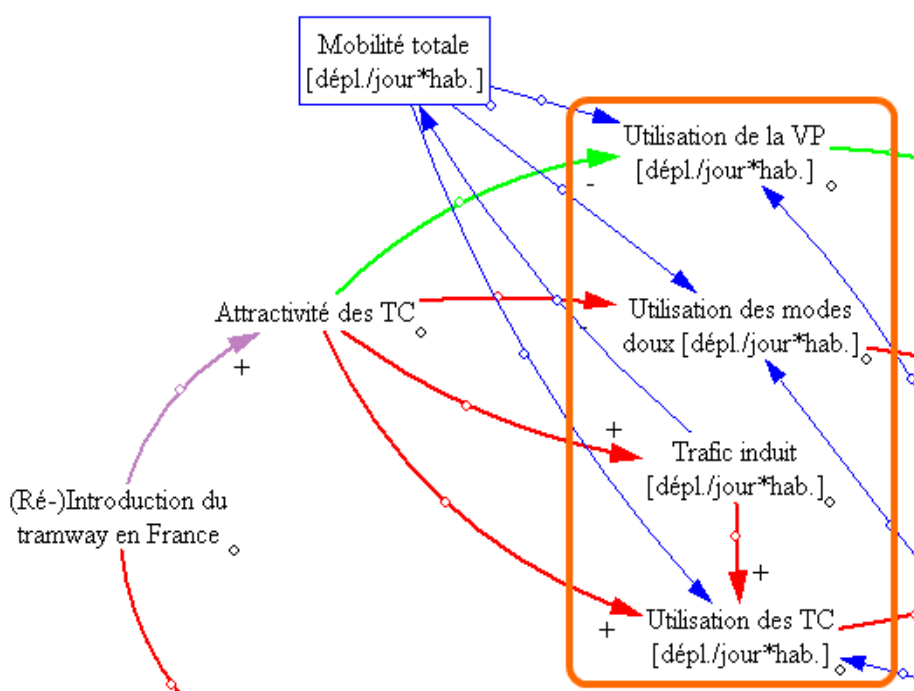
Dans l'ensemble, on observe des accroissements assez réguliers après la réintroduction du tramway. À l'exception de la période de 1997 à 2002 à Nantes, les courbes révèlent, en effet, des pentes parallèles dans tous les réseaux. Par conséquent, le relâchement du graphe dans la présentation proportionnelle pendant les années 90 est dû à un développement de la mobilité totale qui allait de pair avec le transport en commun. Il s'impose ainsi une analyse de la mobilité totale, afin de cerner les effets externes sur la répartition modale. Avec ces connaissances, il sera possible de détecter aussi les origines de la croissance de la part modale des transports collectifs observés.

## 4.2 Mobilité totale<sup>33</sup>

La mobilité totale est équivalente au nombre de déplacements qu'on obtient en divisant la totalité des déplacements d'une journée d'une certaine zone par le nombre d'habitants qui y vit. C'est donc le nombre moyen de déplacements effectué par personne et jour. Dans le cas des données délivrées par le CERTU, il faut encore préciser que la mobilité totale se réfère à l'ensemble des habitants, même si les enquêtes ménages déplacements interrogent seulement les personnes à partir de cinq ans.

Dans l'analyse, la mobilité totale occupe un rôle central concernant le transfert modal. Un extrait du schéma montrant le contexte est figuré ci-dessous.

Figure 22 : Zoom sur la mobilité totale et le système de déplacements



La mobilité totale constitue une sorte de mémoire du système de déplacements. Quand elle reste constante, les proportions des déplacements quotidiens des différents modes sont faciles à examiner car l'ampleur du renforcement d'un mode est équivalente à la somme des affaiblissements des autres modes. Dans ce cas, on parle d'un transfert modal. Le transfert modal définit ainsi une modification des parts de marché des différents modes de transport entre eux sans que le volume du trafic dans son ensemble augmente.

Cependant, la mobilité totale évolue aussi dans le temps, de sorte qu'une déformation des

<sup>33</sup> Toutes les figures et diagrammes chiffrés de cette partie qui ne sont pas explicitement référencés se basent sur les sources présentées dans la partie « Données ».

résultats comme nous l'avons observée auparavant peut se développer. L'exemple standard est la situation où la part d'un mode se renforce dans une présentation proportionnelle sans aucune réduction des autres modes. Ceci serait possible en raison d'une croissance de la mobilité totale. Dans une telle situation, on parle du trafic induit.

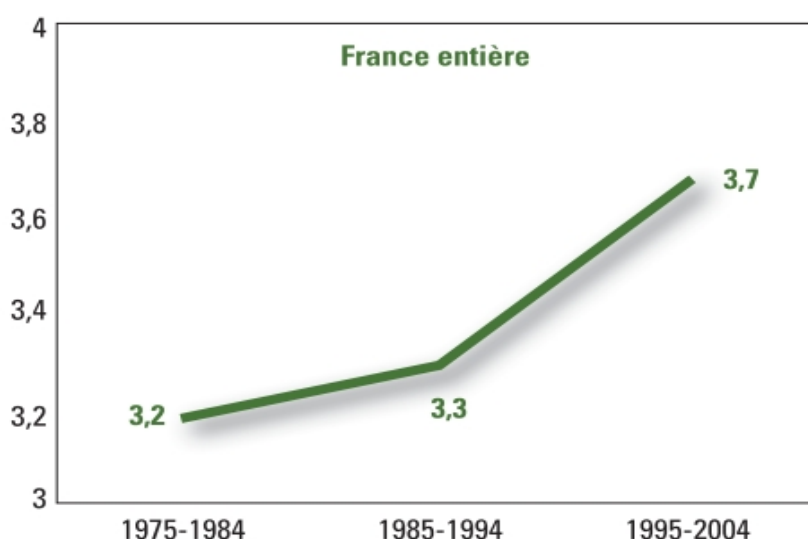
Le trafic induit explique l'effet qu'on observe souvent après la mise en service d'une nouvelle infrastructure de transport qui améliore la performance. Ce concept est très proche des théories décrivant le transfert modal à l'aide d'une monétarisation du temps. En effet, en améliorant les temps de trajet, on attire aussi d'autres personnes pour lesquelles ce service n'était pas encore intéressant auparavant, si bien qu'une nouvelle demande est induite [LEE et al, 1999]. La réintroduction du tramway présente ainsi un cas potentiel du trafic induit.

Le succès d'une nouvelle infrastructure en termes de fréquentation peut ainsi s'alimenter grâce à un transfert modal ou/et en raison du trafic induit. Cependant, dans une optique environnementale, un trafic induit est toujours négatif, car il ajoute des nuisances supplémentaires. Pour étudier l'origine des nouveaux utilisateurs des tramways, une bonne connaissance sur l'évolution de la mobilité totale est ainsi indispensable.

#### 4.2.1 Développement de la mobilité totale urbaine en France

Afin de pouvoir mieux situer les valeurs de la mobilité totale urbaine des villes étudiées, nous présentons d'abord un aperçu sur son développement en France entière à l'aide de la figure 23 (y compris des villes qui ne possèdent pas un moyen de transport public lourd).

Figure 23 : Développement de la mobilité totale urbaine en France



Source : CERTU, 2007a

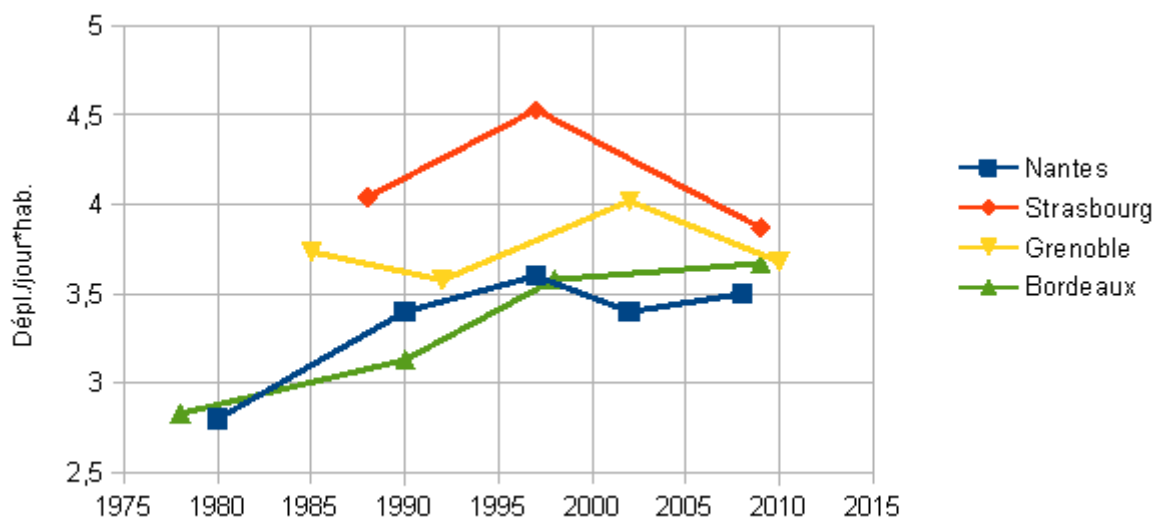
On observe une phase de faible croissance entre 1975 et 1994 et puis une multiplication de la croissance entre 1995 et 2004.

Enfin, à partir du milieu des années 2000, les enquêtes ménages déplacements constatent pour la première fois des cas où une véritable diminution de la mobilité totale est détectée. Dans d'autres villes, la croissance se poursuit encore de sorte qu'on peut aujourd'hui parler d'une stabilisation au niveau des grandes agglomérations françaises. Cependant, ce développement est surtout dû au recul de la mobilité dans les centres des agglomérations alors que la mobilité continue à augmenter dans la périphérie. [CERTU, 2012a]

#### 4.2.2 Évolution de la mobilité totale à Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg – un impact visible du tramway ?

En se basant sur les enquêtes ménages déplacements disponibles, les évolutions de la mobilité totale dans les quatre villes étudiées sont présentées dans le diagramme ci-dessous.

Figure 24 : Développement de la mobilité totale



De manière générale, on peut constater que la mobilité totale des quatre agglomérations converge vers une mobilité d'environ 3,7 déplacements par jour. Toutefois, elle connaît des trajectoires très différentes.

La mobilité à Bordeaux était longtemps relativement basse par rapport aux trois autres villes avec une valeur de 2,8, mais s'est développée en continu. En effet, Bordeaux connaissait d'abord une faible croissance entre 1978 et 1990, puis une augmentation plus forte jusqu'à l'année 1998 et enfin de nouveau un taux de croissance faible si bien qu'on comptait 3,7 déplacements par jour et

habitant en 2009.

Nantes partait également d'une mobilité relativement basse (2,8), mais avec une croissance plus forte jusqu'à l'année 1990. Pendant la phase qui suivait, l'augmentation ralentissait déjà et entre 1997 et 2002, on constate une véritable réduction de 0,2 déplacements par jour et habitant. Enfin, la mobilité croissait légèrement, de sorte qu'on observait une mobilité de 3,5 déplacements en 2008. Celle-ci consiste en la valeur la plus basse des quatre villes étudiées.

À Grenoble, la lecture du graphe révèle une évolution différente. Entre l'année 1985 et 1992, contrairement aux trois autres villes, la mobilité diminuait de 3,7 à 3,6. Par la suite, elle augmentait très fortement jusqu'en 2002. Finalement, on remarque de nouveau une forte diminution jusqu'à 2010.

La mobilité la plus forte des quatre villes examinées consistait en l'agglomération de Strasbourg. Partant déjà de 4,0 déplacements par jour, elle croissait vigoureusement pour atteindre une valeur de 4,5 en 1997. Ensuite, on observe une chute exceptionnelle de 0,6 déplacement par jour et habitant en douze ans.

Dans l'absolu, l'évolution de la mobilité peut ainsi être catégorisée en trois périodes différentes. Il semble effectivement qu'elle était en douce croissance dans les années 80, en forte croissance pendant les années 90 et en dégradation dans la dernière décennie. En gros, les quatre villes reflètent les développements que nous avons vu pour la France entière. Par la suite, ces évolutions servent ainsi d'évolution de référence afin d'analyser si un lien évident entre la mobilité totale et la réintroduction du tramway peut être établi.

Pour ce faire, il faut d'abord se rappeler des dates de la réintroduction du tramway dans les quatre villes. Ensuite, il est raisonnable d'assigner ces dates aux évolutions de référence.

**Tableau 13 : Évolution réelle et de référence de la mobilité après la réintroduction du tramway**

<b>Agglomération</b>	Bordeaux	Nantes	Grenoble	Strasbourg
<b>Date de la réintroduction</b>	2003	1985	1987	1994
<b>Évolutions de référence de la mobilité</b>	Décroissance	Croissance douce	Croissance douce	Croissance forte
<b>Évolutions réelles constatées</b>	Croissance douce	Croissance forte	Décroissance	Croissance forte

Les mises en service des tramways à Nantes et à Grenoble tombent dans une époque de croissance légère. Le tramway de Strasbourg était implanté dans le réseau des transports collectifs dans un contexte de forte augmentation de la mobilité urbaine alors que Bordeaux a réintroduit le tramway pendant une période où les premières villes observaient déjà un recul de la



mobilité.

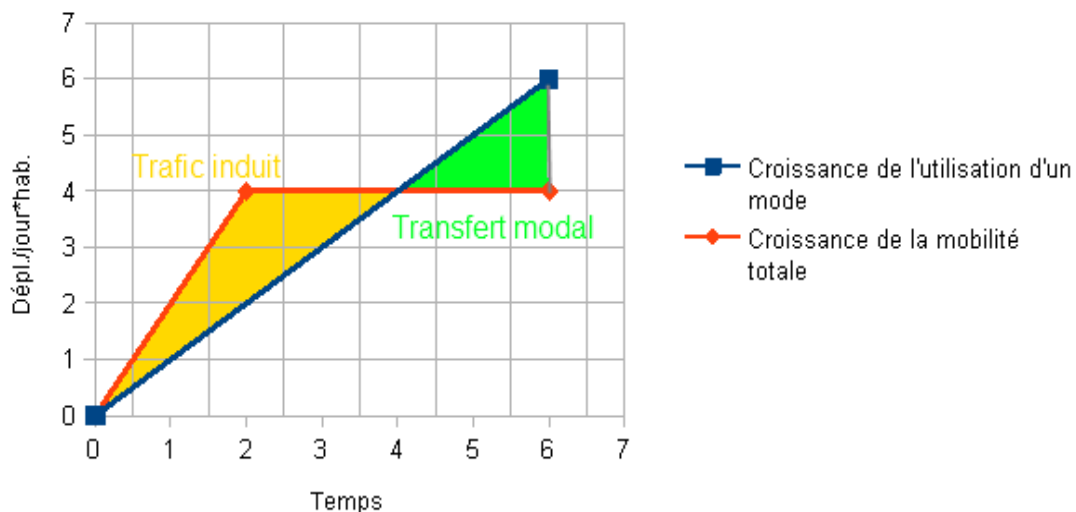
Étant donné l'attribution de chaque réintroduction à un scénario de référence, il est enfin intéressant de le confronter aux graphes « réels ». Comparée au développement global, l'agglomération de Nantes se distingue de son référentiel par une croissance plus puissante de la mobilité pendant la phase de la réintroduction du tramway. Dans le cas de Grenoble, où le tramway était mis en œuvre lors de la même période, on remarque par contre un recul. À Strasbourg, la forte croissance constatée dans le diagramme correspond à l'évolution globale. Dans l'agglomération de Bordeaux cependant, la mobilité continue à croître pendant la période de la mise en service même si le contexte militerait plutôt en faveur d'une baisse de celle-ci.

Vu toutes ces contradictions, cette comparaison fait ressortir qu'il n'est pas possible de prévoir un effet du tramway sur la mobilité totale. Il semble plutôt que ce sont d'autres facteurs du contexte local qui exercent une influence plus importante sur la question de savoir si la mobilité augmente ou diminue.

#### 4.2.3 Trafic induit ou transfert modal ?

En connaissant désormais l'évolution de la mobilité totale, la question du trafic induit et du transfert modal se pose.

Figure 25 : Trafic induit et transfert modal



L'observation de la mobilité totale aide à cerner l'ampleur possible d'une induction du trafic. Le diagramme ci-dessus montre, pour une situation de concurrence entre deux modes, quand une augmentation des déplacements quotidiens au cours du temps se base sur le trafic induit et quand elle nécessite un transfert modal. Le graphe bleu présente à ce sujet la croissance de l'utilisation

d'un mode en déplacements par jour et habitant, alors que le graphe rouge indique l'évolution de la mobilité totale (également en déplacements par jour et habitant).

Il s'agit ici du trafic induit, dès que la croissance de la mobilité totale excède celle de l'utilisation du mode considéré. Ceci s'explique de la manière suivante : la croissance de l'utilisation du premier mode ne peut pas s'alimenter d'un transfert modal parce que cela diminuerait l'utilisation du deuxième mode. Encore faut-il une augmentation forte du deuxième mode pour atteindre une mobilité totale qui croît plus que l'utilisation du premier mode.

Par contre, dans une situation de concurrence de trois modes, comme c'est le cas dans cette analyse (transport public, voiture particulière, modes doux), les déductions sont moins évidentes à faire. Il est par exemple possible que la mobilité totale croissait plus que l'utilisation des transports en commun. Ceci peut être la conséquence d'une forte augmentation de la voiture particulière. Par conséquent, la croissance des déplacements quotidiens des transports collectifs ne peut pas s'effectuer au détriment de la voiture. Dans un tel contexte, il reste ainsi l'option de grandir en raison du trafic induit (en utilisant ainsi une partie du surcroît de la mobilité totale) ou à cause d'une dégradation des modes doux. La même logique s'applique en fait pour toutes les configurations entre trois modes où la mobilité totale est en augmentation.

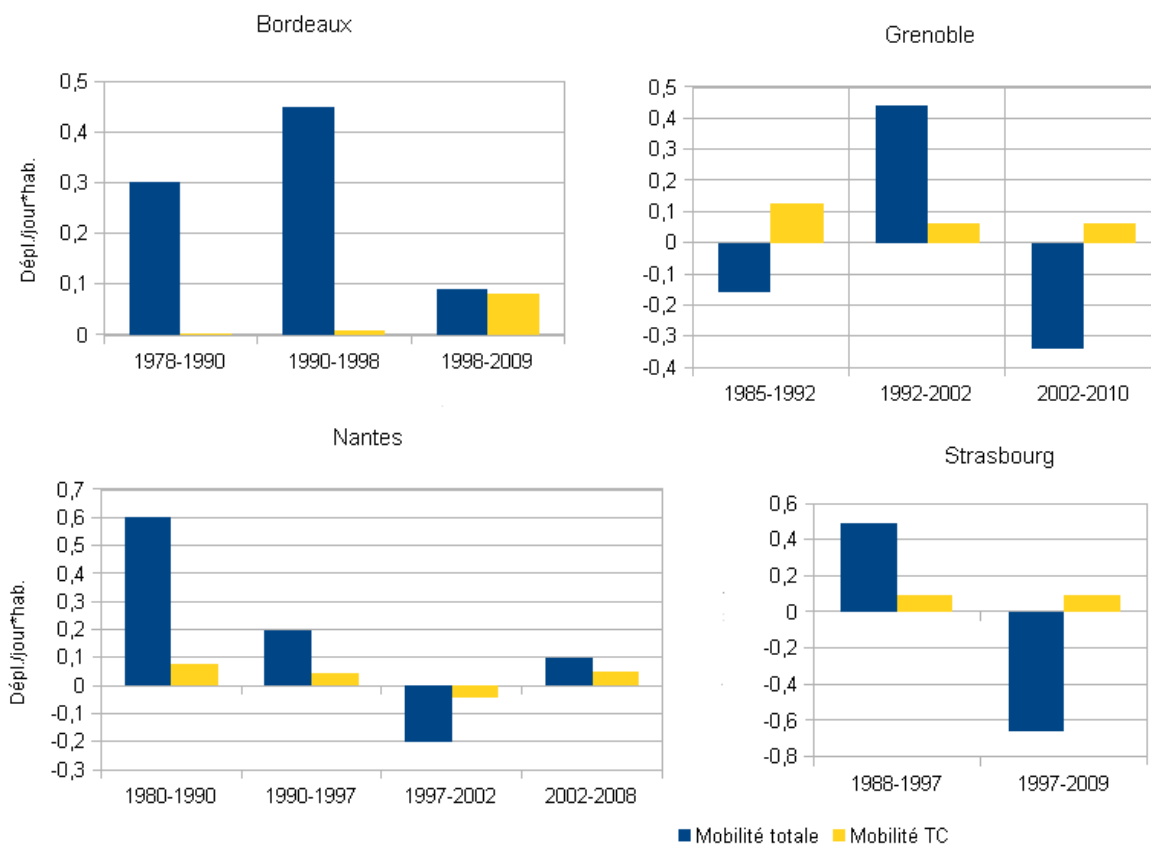
Le deuxième cas présenté dans le diagramme est indépendant du nombre des modes en concurrence. À condition que la mobilité totale reste stable ou diminue, un effet induit peut être exclu. Étant donné qu'un mode pourrait dans ce cas seulement renforcer sa position au détriment d'un ou plusieurs d'autres modes, un véritable transfert modal aurait lieu. Malgré cela, bien entendu, il se peut qu'une perte et qu'une induction à l'intérieur d'un mode se déroulent en même temps. Il est par exemple imaginable que les transports collectifs perdent de la clientèle le long des lignes de bus restructurées en gagnent le long des nouvelles branches du tramway. Toutefois, cet « effet induit intérieur » n'est pas à détecter à l'aide des déplacements ni un problème direct de l'environnement.

Comme nous avons vu, il faut ainsi comparer le développement de la mobilité totale à celui du mode considéré. Les graphiques (figure 26) qui suivent ci-dessous mettent en relation la croissance en déplacements quotidiens par habitant en transports en commun et celle de la mobilité totale pour chaque ville. Afin de mieux comprendre les évolutions en valeurs absolues, les différences entre les valeurs de deux moments  $t_1$  et  $t_2$  sont indiquées, dont chaque différence de la mobilité  $\Delta m$  est décrit comme :

$$\Delta m = m(t_2) - m(t_1)$$

La confrontation de  $\Delta m$  des transports en commun avec  $\Delta m$  de la mobilité totale permet d'en savoir davantage sur les origines de l'augmentation des TC.

Figure 26 : (Dé-)Croissances de la mobilité totale et de la mobilité des TC



Commençons avec l'agglomération de Bordeaux. À Bordeaux, on observe, dans un premier temps, une forte mobilité croissante, ce qui nécessite du trafic induit. Ce trafic ne peut pas être mis en relation avec les transports en commun, car ceux-ci restent stables. Cet effet est probablement dû à l'augmentation des déplacements quotidiens par habitants en voiture.

Dans la deuxième période, la croissance de la mobilité continue à augmenter alors qu'on constate un petit progrès au niveau de l'utilisation des transports collectifs. Cette croissance reste cependant négligeable, de sorte qu'on peut aussi oublier le petit transfert modal possible.

La lecture de la période actuelle révèle que l'utilisation des transports en commun se trouve en forte augmentation. Par contre, on remarque que cette dynamique ne suffit pas encore pour dépasser la croissance de la mobilité totale. Il est ainsi possible que toute la croissance du transport public provienne d'un trafic induit alors que tous les autres modes gardent plus au moins leur valeur en termes de déplacements quotidiens par habitant. Il est cependant plus réaliste que ce ne soit pas seulement la croissance des transports en commun qui fasse augmenter la mobilité totale, mais que le trafic induit se répartisse sur plusieurs modes. Dans ce cas, il existerait forcément un transfert modal en faveur du transfert public.

À Grenoble, il semble que la réintroduction du tramway a contribué dans un premier temps à diminuer la mobilité totale. On voit effectivement augmenter l'utilisation des transports collectifs alors que la mobilité totale se trouve en dégradation. Par conséquent, cette situation est marquée par un transfert modal puissant.

Par la suite, la croissance des transports en commun prédomine légèrement celle de la mobilité en termes de changement proportionnel (voir **Annexe 1**), mais reste fortement en-dessous au niveau des valeurs absolues. Savoir, si un transfert modal se déroule ou non, dépend de l'envergure de la participation des transports en commun au trafic induit. Vu la grandeur du surcroît de la mobilité totale, il serait également possible que toute la croissance des transports en commun provienne uniquement d'un trafic induit.

La dernière période est de nouveau comparable au premier temps, où l'augmentation de l'usage des transports en commun est accompagnée d'une décroissance de la mobilité si bien que l'accroissement des déplacements quotidiens par habitant nécessite un transfert modal.

Dans l'agglomération de Nantes, la croissance de la mobilité totale est dans trois des quatre périodes au-dessus de celle des transports en commun. Par conséquent, il est impossible de prédire un transfert modal pour ces périodes au stade actuel de l'étude, car l'augmentation de la mobilité totale couvre toujours le surcroît de l'usage des transports en commun. Au fur et à mesure de la participation du transport public à l'augmentation de la mobilité, cette situation peut correspondre dans les cas de limite tant à un transfert modal pur qu'au trafic induit tout seul. Toutefois, il est plus probable que cette croissance se compose des deux éléments.

D'une manière générale, on constate que la différence entre les deux montants a diminué au cours du temps.

L'exception où le changement de la mobilité totale est en-dessous de celui des transports collectifs se trouve entre 1997 et 2002. Cette phase indique un recul tant de la mobilité totale que de la mobilité en transport public, si bien que la question entre un transfert modal et le trafic induit ne se pose pas.

À Strasbourg, la lecture du graphe révèle dans un premier temps des parallèles par rapport à Nantes. L'accroissement de la mobilité totale dépasse également le surcroît des transports en commun, si bien qu'on ne peut ni cerner le trafic induit ni le transfert modal.

Dans un deuxième temps, l'utilisation des transports collectifs poursuit son ascension alors que la mobilité totale recule. Dans cette situation, il s'agit ainsi d'un transfert modal pur.

Le tableau 14 synthétise les conclusions tirées par la figure 26. Les abréviations « TI » et « TM » indiquent si la croissance est due au « Trafic Induit » ou au « Transfert Modal ». Comme nous l'avons vu, des formules partagées sont souvent probables de sorte qu'on retrouve les deux abréviations dans la même case.

**Tableau 14 : Aperçu sur les différents cas détectés (TM/TI)**

	<i>EMD 1 – EMD 2</i>	<i>EMD 2 – EMD 3</i>	<i>EMD 3 – EMD 4</i>	<i>EMD 4 – EMD 5</i>
<b>Bordeaux</b>	TI	TI	TM, TI	
<b>Grenoble</b>	TM	TM, TI	TM	
<b>Nantes</b>	TM, TI	TM, TI	-	TM, TI
<b>Strasbourg</b>	TM, TI	TM		

En se basant sur ces connaissances, on peut ainsi différencier les croissances du trafic public en deux cas différents. Vu que les deux premiers résultats de Bordeaux ne touchent pas encore la réintroduction du tramway, il nous reste la croissance par transfert modal pur (« TM ») et l'augmentation dans un contexte où le rapport entre le trafic induit et le transfert modal n'est pas évident (« TM, TI »).

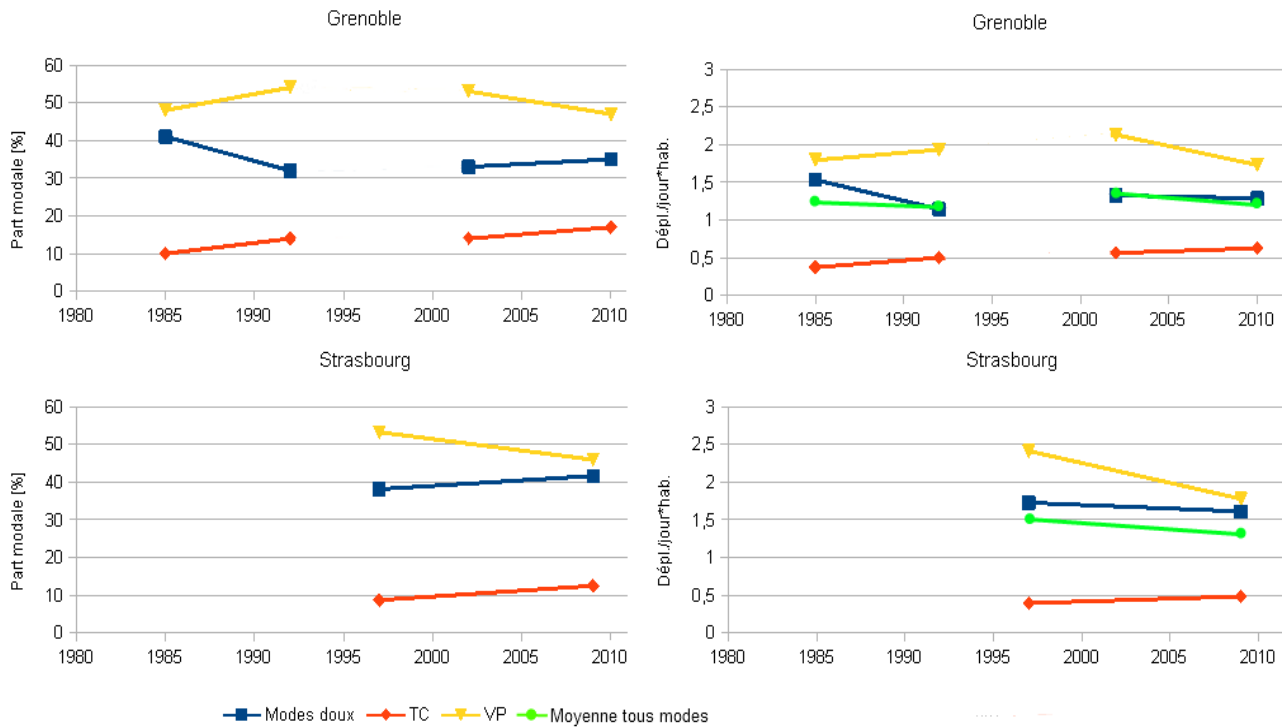
En ce qui concerne le sujet de cette étude il est donc nécessaire de répondre aux questions suivantes :

au détriment de quels modes s'effectuent les transferts modaux ? Et est-ce que le trafic induit révélé peut être mis en relation avec les transports en commun et donc avec la réintroduction du tramway ?

#### **4.2.3.1 Transfert modal pur (TM)**

Regardons d'abord les cas, où la croissance des transports en commun est sans aucun doute due à un transfert modal pur. Nous avons vu que cette catégorie de situation existait deux fois à Grenoble et une fois à Strasbourg. La figure 27 isole la part modale des déplacements des trois modes étudiés ainsi que la mobilité en terme de déplacements quotidiens par habitant pour les périodes concernées.

Figure 27 : Transfert modal (TM)



Le graphique révèle deux types de transfert modal, qui se déroulent également d'après une logique temporelle.

Le premier modèle s'est déroulé entre 1985 et 1992 à Grenoble. Le graphe donne des éclaircissements sur la diminution de la mobilité totale à cette époque-là. Étant donné que c'est que la mobilité douce qui chute, elle n'a pas seulement perdu du poids proportionnel, mais aussi au niveau des déplacements réellement effectués par les habitants. Cette diminution de la totalité des déplacements, qui constitue le référentiel pour la présentation proportionnelle, amène automatiquement à une augmentation des poids des parts modales des deux autres modes. C'est pour cette raison que les pentes de la croissance proportionnelle sont plus raides que celles de la croissance absolue.

Au-delà de cela, un transfert modal a eu lieu. Le recul des modes doux semble être responsable de la croissance tant de la voiture particulière que des transports en commun. Étant donné que ces deux courbes augmentent avec le même taux, on peut supposer qu'environ la moitié du transfert modal à partir des modes doux se passe en faveur des transports collectifs, alors que l'autre moitié s'effectue en faveur de l'automobile.

Il reste à constater que cette façon de transfert modal n'est pas du tout en faveur de l'environnement, étant donné que le transport public ne peut pas faire la concurrence aux modes doux en terme de nuisances.

Le deuxième type de transfert modal s'est de nouveau développé à Grenoble mais aussi à Strasbourg. L'analyse des périodes entre 2002 et 2010 à Grenoble et entre 1997 et 2009 à Strasbourg révèle de grandes analogies. Dans les deux cas, la croissance des transports en commun s'effectue dans un contexte d'un fort recul de l'utilisation de la voiture particulière. La description proportionnelle indique en même temps une croissance de la part des transports en commun et de la part des modes doux. La présentation en valeurs absolues dévoile par contre une autre vérité. Alors que les transports collectifs poursuivent leur croissance également en termes de déplacements quotidiens par habitant, l'utilisation des modes doux stagne, voire diminue légèrement. Ceci montre que le renforcement de la part des modes doux dans la présentation proportionnelle s'est seulement produite parce qu'elle a diminué beaucoup moins que la voiture particulière. Le transfert modal en faveur des transports en commun se base ainsi en grande majorité sur des anciens utilisateurs de l'automobile, même s'il n'est pas exclu qu'une petite partie du transfert modal vers le transport public s'alimente du recul de l'utilisation des modes doux. Cette manière de transfert modal est ainsi en faveur de l'environnement, car les trajets en voiture sont remplacés par ceux en transports collectifs.

En conclusion, il semble que dans un premier temps, la réintroduction du tramway n'était pas du tout accompagnée par des mesures de maîtrise de l'usage de l'automobile. Par conséquent, le transfert modal vers les transports en commun s'est alimenté des déplacements en modes doux. Le transfert modal plus récemment observé se fonde par contre sur un transfert de la voiture particulière vers les transports en commun. À ce point, on observe sans doute les premiers effets des plans de déplacements.

#### **4.2.3.2 Des formules mixtes du transfert modal et du trafic induit (TM, TI)**

Mis à part les trois cas évidents où on peut facilement identifier un transfert modal, il nous reste six cas, où l'origine de la croissance des transports en commun en termes d'utilisation n'est pas si claire. Étant donné que l'augmentation de la mobilité totale dépasse ici toujours l'accroissement de celui du transport public, il est d'un côté possible que toute la croissance des transports en commun provienne d'une nouvelle demande induite. De l'autre côté, il n'est pas non plus exclu que l'augmentation de la mobilité totale se base, par exemple, sur le trafic induit d'un mode, alors qu'un deuxième mode comme les transports en commun croisse uniquement au détriment du troisième mode.

Pour mieux cerner les différents scénarios, nous analyserons par la suite le développement de la mobilité pour chacun des cas incertains. Dans le tableau 15, les croissances en valeurs absolues

pour chacune des périodes concernées sont indiquées pour la mobilité totale, la mobilité des transports collectifs, la mobilité en voiture et la mobilité en modes doux. À ce sujet, la croissance de la mobilité totale assignée à l'époque concernée se compose toujours des croissances des différents modes :

$$\Delta \text{ mobilité totale} = \Delta \text{ VP} + \Delta \text{ TC} + \Delta \text{ modes doux}$$

Il existe donc deux cas expliquant un accroissement de l'usage des transports en commun dans un contexte où la mobilité totale augmente également.

Premièrement, il est possible que tous les modes se trouvent en croissance, de sorte qu'on sait que les transports en commun ont généré du trafic induit.

Deuxièmement, il se peut qu'au moins un des deux autres modes diminue, si bien qu'un transfert modal est nécessaire. Pourtant, il est toutefois vrai qu'on ne sait pas quel mode profite plus d'un transfert modal dans une situation où un mode perd de l'usage et deux autres en gagnent. Au fur et à mesure de l'affectation du transfert modal, le trafic induit varie aussi. Dans le cadre de cette étude, nous proposons dans une telle situation une attribution du trafic induit en fonction de la part des croissances positives. À ce propos, le tableau indique d'abord la part des transports en commun relative à la somme des croissances. Puis, ce pourcentage est appliqué sur la totalité du trafic induit, présentée par la mobilité totale, pour déterminer en valeurs absolues la part provenant du trafic induit et celle basant sur un transfert modal. Enfin, la dernière case présente le rapport entre la croissance par transfert modal et l'ensemble de l'augmentation du transport public.



	$\Delta$ Mobilité totale [dépl./jour*hab.]	$\Delta$ Mobilité TC [dépl./jour*hab.]	$\Delta$ Mobilité VP [dépl./jour*hab.]	$\Delta$ Mobilité des modes doux [dépl./jour*hab.]	Type	Part des TC à la somme des $\Delta$ mobilités positives [%]	$\Delta$ Mobilité TC (TI) [dépl./jour*hab.]	$\Delta$ Mobilité TC (TM) [dépl./jour*hab.]	$\Delta$ Mobilité TC (TM) / $\Delta$ Mobilité TC [%]
<b>Bordeaux</b>	0,0900	0,0815	-0,1259	0,1335	TM+TI	37,91	0,0341	0,0474	58,14
<b>Grenoble</b>	0,4430	0,0620	0,1990	0,1820	TI	14,00			
<b>Nantes (1)</b>	0,6000	0,0784	0,7518	-0,2302	TM+TI	9,44	0,0567	0,0217	27,73
<b>Nantes (2)</b>	0,2000	0,0424	0,0866	0,0710	TI	21,20			
<b>Nantes (3)</b>	0,1000	0,0524	-0,0994	0,1470	TM+TI	26,28	0,0263	0,0261	49,85
<b>Strasbourg</b>	0,4900	0,0952	0,3900	0,0049	TI	19,42			

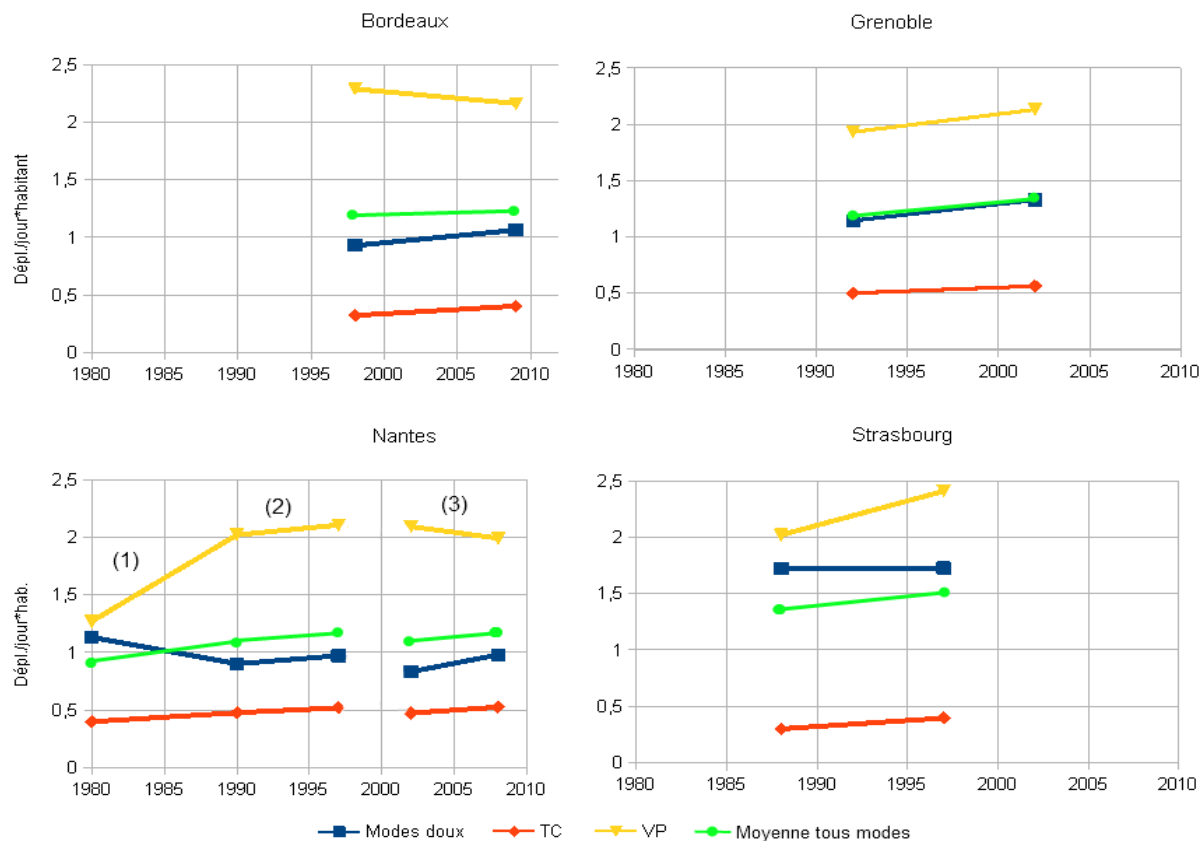


Tableau 15 : Contribution des différents modes au développement de la mobilité totale

Figure 28 : Transfert modal et/ou trafic induit

Commençons avec les cas où la croissance modale du transport public peut être imputée au trafic induit. Ceux-ci sont notamment Grenoble, Nantes (2) et Strasbourg. Dans les trois cas, on constate une croissance de tous les modes. De cette raison, un transfert modal est exclu parce que cela supposerait qu'un mode devrait diminuer en faveur d'un autre. De manière générale, toutes ces périodes étudiées sont dominées par la croissance de la voiture particulière. Par ailleurs, on observe que l'augmentation des transports en commun constitue entre 14 et 21 pourcents de la croissance de la mobilité totale. Lorsqu'on regarde en détails, on remarque des différences. Alors que l'accroissement des modes doux est presque à la hauteur de celui de la voiture à Grenoble, il est négligeable à Strasbourg.

En conclusion, il faut noter que cet accroissement de l'utilisation des transports en commun en raison du trafic induit entraîne toujours des impacts environnementaux négatifs, car ils s'ajoutent encore aux nuisances déjà sur place. De plus, l'augmentation du transport public est accompagnée par une croissance beaucoup plus forte de la voiture particulière, qui est le mode que les transports collectifs visent à réduire.

Néanmoins, ce scénario est encore moins néfaste que celui où la croissance des transports en commun s'alimente d'un transfert modal au détriment des modes doux, alors que l'automobile continue à augmenter.

Bordeaux, Nantes (1) et Nantes (3) peuvent être attribués au deuxième cas défini auparavant. En effet, les trois périodes se caractérisent par la croissance de la mobilité totale et donc du trafic induit malgré la décroissance d'un mode. Par conséquent, il existe aussi un transfert modal, car la valeur de la diminution de ce mode s'ajoute à un autre mode. La lecture du tableau révèle à ce sujet deux cas différents : alors que la mobilité en modes doux dégrade au cours de la période Nantes (1), c'est la mobilité en voiture qui diminue pendant Nantes (3) et Bordeaux. Dans tous les trois cas, l'augmentation des transports en commun est moindre que celle de l'autre mode croissant.

Nous distinguons ainsi deux situations différentes. D'un côté, nous notons Nantes (1), où le progrès du transport en commun s'est basé sur le trafic induit et un transfert modal provenant des modes doux. Dans une optique environnementale, ce cas est le plus néfaste à imaginer. En effet, tant le trafic induit que le transfert modal au détriment des modes doux dégrade le bilan environnemental de cette période. Par ailleurs, le transport public n'a pas réussi à contenir l'automobile. De l'autre côté, nous constatons des évolutions favorables lors de Nantes (3) et Bordeaux. Ce sont effectivement les modes doux qui progressent le plus dans ces périodes. De plus, les transports en commun croient en parallèle si bien que l'utilisation de la voiture particulière se trouve en recul.

Pour estimer mieux quel mode contribue à quel degré au trafic induit, nous avons supposé une répartition en fonction de la part des transports collectifs aux croissances absolues. Les chiffres

révèlent à ce propos que le transfert modal était la cause principale de la croissance à Bordeaux alors qu'il était minoritaire à Nantes. En comparant les deux périodes à Nantes entre elles, on constate que la part du trafic induit était beaucoup plus importante lors de Nantes (1) que lors de Nantes (2). Toutefois, cette analyse se base sur une hypothèse qui n'est pas confirmée. Pour savoir le rapport exact entre le trafic induit et le transfert modal, on devrait mener une enquête qui dévoile également les provenances des différentes croissances.

### 4.3 Évolution des distances parcourues<sup>34</sup>

Nous connaissons maintenant les évolutions au niveau du système de déplacements. Nous avons constaté un accroissement des transports en commun après la réintroduction du tramway tant au niveau de la part modale que au niveau des déplacements quotidiens par habitant. Par la suite, nous avons analysé les circonstances de cette croissance et nous avons identifié les origines. À ce point, l'augmentation des transports collectifs était estimée de façon positive dès qu'elle s'est basée sur une réduction nette de l'usage de l'automobile. Elle était par contre évaluée de manière négative dans les cas où elle s'est alimentée au détriment des modes doux ou à cause du trafic induit.

La mobilité quant à elle est certes un bon indicateur pour analyser les développements relatifs aux comportements mobiles. En supposant que pour chaque déplacement on fait un choix de mode, le développement du système de déplacement révèle déjà si les pratiques deviennent favorables à l'environnement. Par ailleurs, la mobilité est un outil qui est approprié pour examiner, par exemple, le mode de vie ou pour évaluer le succès d'une politique de limitation d'usage de la voiture.

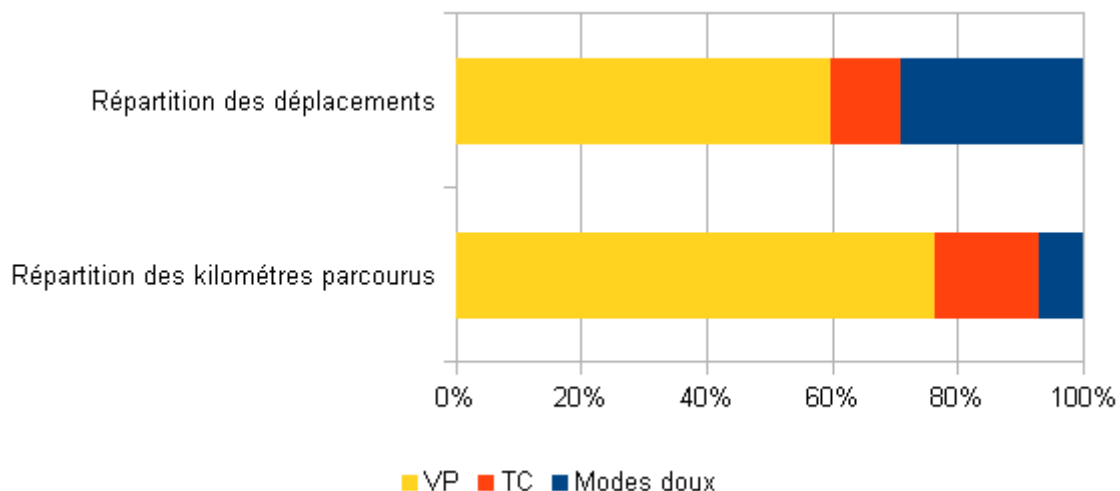
Cependant, un déplacement ne distingue pas les trajets en fonction de la distance. Ce qui compte c'est l'existence d'un motif. En effet, dans l'analyse de la mobilité, un mouvement de 300 mètres jusqu'au prochain boulanger équivaut au déplacement d'un pendulaire de 50 kilomètres.

Par conséquent, la présentation des déplacements et celle des distances parcourues se différencient fortement. Nous voyons ci-dessous un graphique indiquant la répartition modale en kilomètres parcourus et en nombre de déplacements à l'exemple de Bordeaux.

---

<sup>34</sup> Tous les figures et diagrammes chiffrés de cette partie qui ne sont pas explicitement référencés se basent sur les sources présentées dans la partie « Données ».

Figure 29 : Répartition modale à Bordeaux en 2009



D'un côté, il s'avère que la part de la voiture particulière prédominant déjà la présentation en nombre de déplacements renforce encore sa position dans la répartition des distances parcourues. De même, la part modale des transports en commun augmente dans la présentation des distances parcourues comparée à celle des déplacements. De l'autre côté, la part des modes doux, assurément importante relativement au nombre de déplacements, dégrade fortement en termes de distance. Le cas de Bordeaux donne une idée des longueurs moyennes par déplacement pour tous les modes.

Tableau 16 : Longueurs moyennes des déplacements à Bordeaux en 2009

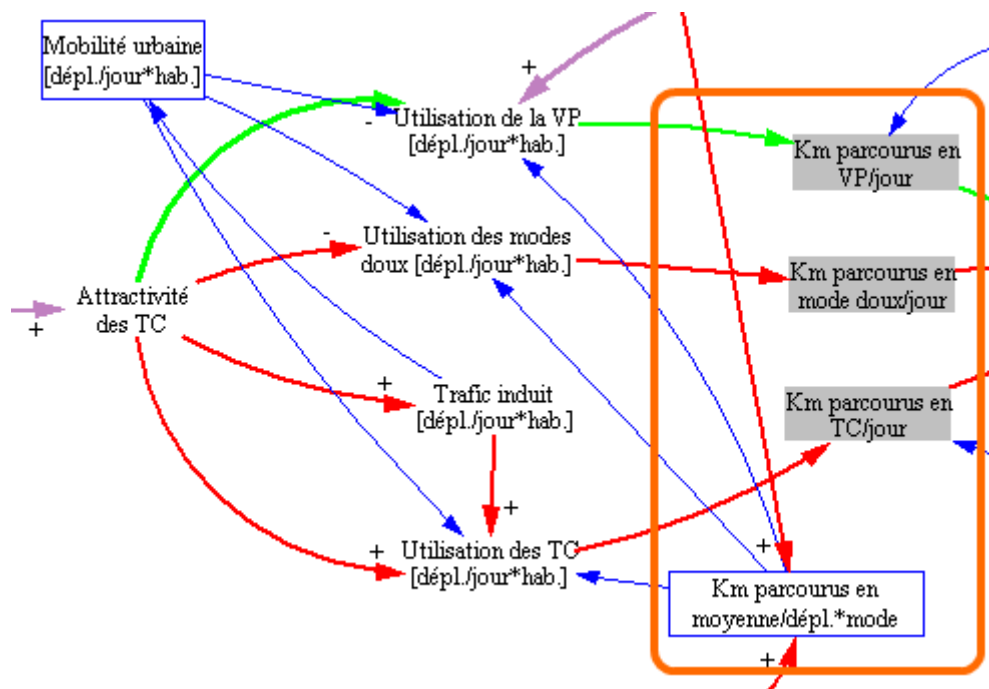
<b>BORDEAUX</b>	<b>VP</b>	<b>TCU</b>	<b>Vélo</b>	<b>Marche</b>
Distance moyenne / déplacement [km]	5,5	6,7	2,3	0,6

Dans une optique environnementale, la présentation en nombre de déplacements risque par conséquent d'afficher la répartition modale de façon trop positive parce que les impacts environnementaux sont toujours liés aux distances effectivement parcourues. Étant donné que les distances moyennes en automobile se trouvent au-dessus de la distance moyenne de tous les déplacements alors que ceux des modes doux sont en-dessous, ce type de présentation a tendance à alléger les nuisances de la voiture et de mettre en avant l'utilisation des modes doux.

Deux situations exemplaires illustrent ce problème. D'un côté, une diminution de l'usage de la voiture pendant une certaine période n'est pas forcément équivalente à une amélioration environnementale tant que l'augmentation des kilomètres parcourus par déplacement annule l'effet positif. D'un autre côté, il pourrait être en faveur de l'environnement, si l'utilisation de la voiture particulière augmentait de 30 pour-cents sous condition que la distance de chaque déplacement se raccourcissait en même temps de moitié.

Afin d'estimer les impacts environnementaux, il est ainsi nécessaire d'associer les déplacements aux distances parcourues.

Figure 30 : Zoom sur les kilomètres parcourus

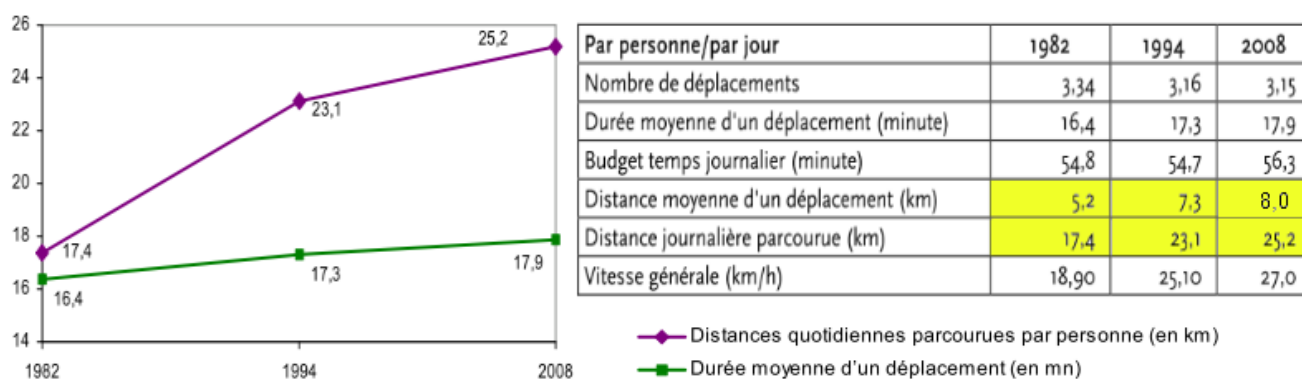


Vu la pénurie des données par rapport aux distances parcourues, une analyse indépendante pour les quatre villes ne semble pas possible (voir la partie « données »). Dans cette partie, il s'agit ainsi de trouver des points de référence pour situer les effets de la réintroduction du tramway observés pendant l'analyse des déplacements.

#### 4.3.1 Distances parcourues en France métropolitaine

À ce sujet, nous présentons d'abord un aperçu sur l'évolution des distances parcourues dans toute la France métropolitaine. Le graphique et le tableau figurés ci-dessous montrent le développement des distances des déplacements locaux en se basant sur les chiffres des trois dernières ENT D. La mobilité locale désigne à ce sujet « l'ensemble des déplacements que les individus réalisent dans un rayon de 80 kilomètres à vol d'oiseau autour du domicile, sur le territoire national » [CGDD, 2010, p. 208].

Figure 31 : Distances parcourues et durées des déplacements locaux, entre 1982 et 2008



Source : CGDD, 2010 et UTP, 2011<sup>35</sup>

Le graphe nous montre que les distances parcourues se trouvent en hausse permanente depuis le début des années 80. Entre 1982 et 2008, la distance moyenne parcourue quotidiennement par toutes les personnes d'au moins six ans a augmenté de plus de 40 pour-cents. Le tableau explique ce développement. Étant donné que le nombre de déplacements est en recul, ce résultat se fonde sur une augmentation forte de la distance moyenne par déplacement. Ce fait accentue la nécessité de lier notre analyse des déplacements aux développements des distances parcourues. Un autre aspect intéressant illustré par le tableau est le fait que le temps consacré aux déplacements est resté plus ou moins stable. La prolongation des distances est ainsi due à l'augmentation de la vitesse (voir à ce propos la discussion sur le rôle du temps et de la vitesse par rapport au transfert modal!).

En connaissant maintenant les évolutions pour toute la France, il est intéressant de savoir si le développement dans les grandes agglomérations se distingue des tendances au niveau national. Le tableau 17 nous éclaire sur cette question.

Tableau 17 : Évolution des distances parcourues dans les grandes agglomérations

	Répartition de la population totale (%)		Proportion d'immobiles un jour donné (%)		Personnes mobiles						
					Nombre de déplacements quotidiens		Temps de transport quotidien (minutes)		Évolution de la distance à vol d'oiseau (%)	Durée cumulée des activités et du transport	
	1994	2008	1994	2008	1994	2008	1994	2008		1994-2008	1994
Rural ou faiblement urbanisé	51,6	52,3	19	18	3,7	3,7	60	64	12	7h26	7h36
Grandes agglomérations	48,4	47,7	13	12	3,8	3,6	71	68	-5	8h04	7h54
Ensemble	100,0	100,0	16	15	3,8	3,7	65	66	6	7h45	7h45

Source : HUBERT, 2009

La lecture révèle que, contrairement aux évolutions nationales, la distance à vol d'oiseau parcourue par les personnes mobiles a légèrement diminué dans les grandes agglomérations, c'est-à-dire, pour les aires urbaines de plus de 100.000 habitants. Dans la périphérie par contre,

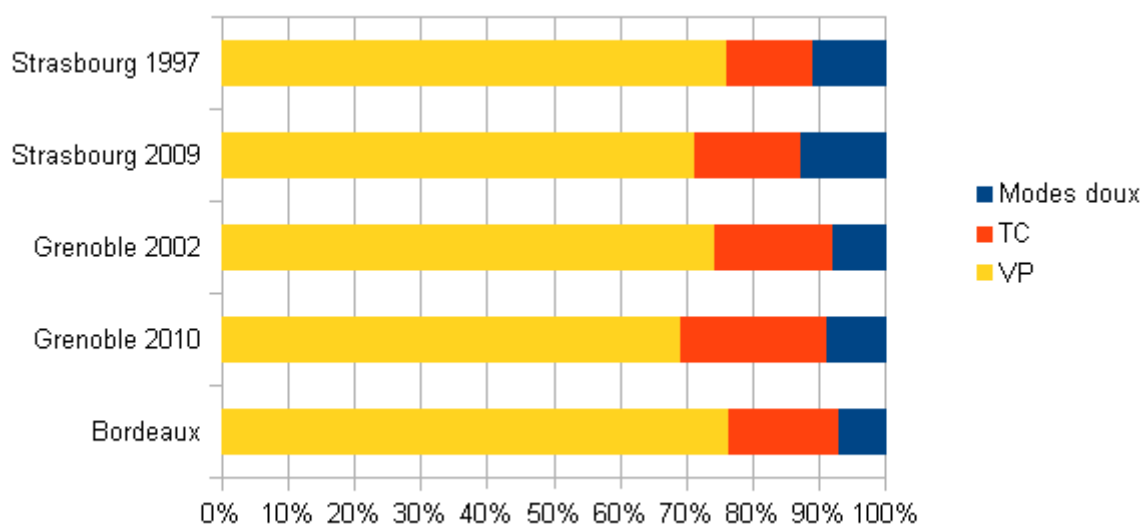
35 Nous avons corrigé la distance moyenne d'un déplacement pour l'année 2008 parce que l'indication originale (7,3) était à notre avis une faute.

les distances ont fortement augmenté ce qui s'explique avec les distances accrues entre les lieux de résidences et les lieux d'activités. [HUBERT, 2009]

#### 4.3.2 Répartition modale des distances parcourues à Bordeaux, Grenoble et Strasbourg

En ce qui concerne les quatre villes étudiées, il existe des données pour Bordeaux, Grenoble et Strasbourg. Cependant, ce sont seulement Grenoble et Strasbourg qui ont déjà mené deux enquêtes incluant le calcul des distances parcourues. Dans cette partie, les différentes répartitions kilométriques des enquêtes disponibles seront d'abord présentées. Par la suite, les évolutions à Grenoble et Strasbourg seront analysées et enfin mises en relation avec le développement des déplacements.

Figure 32 : Répartition modales des kilomètres parcourus à Bordeaux, Grenoble et Strasbourg



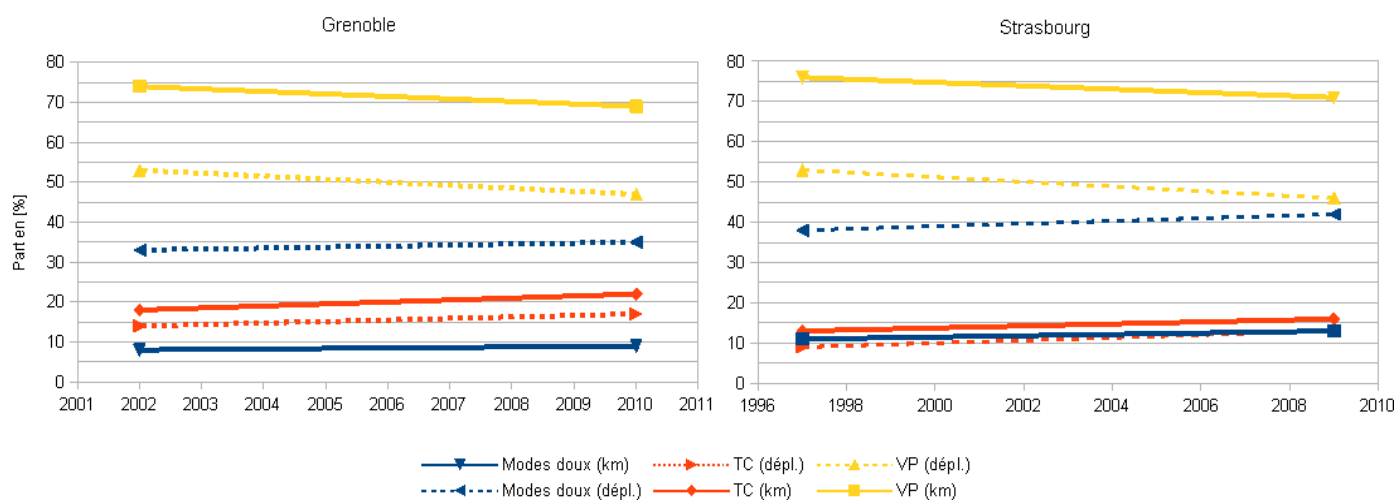
Nous voyons d'une manière générale que la voiture particulière est le mode de transport qui domine tous les autres. En deuxième position suivent les transports en commun. Le moyen le moins parcouru en terme de distance sont les modes doux.

Par contre, on remarque des différences concernant les proportions entre les enquêtes. La part de la voiture particulière diverge par exemple de 69 pour-cents à Grenoble en 2010 jusqu'à 76 pour-cents à Strasbourg en 1997. Par ailleurs, la part des transports en commun de Grenoble s'élève presque au double de celle comptée à Strasbourg en 1997. On retrouve aussi des proportions différentes pour les modes doux. La part à Strasbourg en 2009 représente, avec 13 pour-cents, presque le double de ce qu'on compte à Bordeaux (7%).

Le troisième élément illustré par le graphique est l'évolution de la répartition kilométrique à Grenoble et Strasbourg qui sera discuté par la suite en la mettant en lien avec la répartition des déplacements.

À ce point, il est utile de se rappeler les circonstances en lien au système des déplacements. Les deux périodes concernées ont été marquées par une baisse remarquable de mobilité totale. En même temps, l'utilisation des transports en commun et des modes doux a augmenté en valeurs absolues alors qu'elle a diminué pour l'automobile.

**Figure 33 : Évolution de la répartition kilométrique à Grenoble et Strasbourg**



La figure 33 met en évidence pour les deux villes un développement de la répartition kilométrique qui suit celui des déplacements. En effet, on observe un renforcement de la position des modes doux et des transports en commun au détriment de la part de l'automobile. En détail, on constate par contre des nuances. Il semblerait que la part de la voiture chute dans les deux villes, davantage au niveau des déplacements qu'au niveau des kilomètres parcourus. On observe la même divergence pour les modes doux, où il semble que la part kilométrique croît plus lentement que celle des déplacements. Pour les transports collectifs, il est difficile d'évaluer le développement à partir de ce graphique. En effet, il semble que les deux graphes suivent une trajectoire parallèle dans les deux villes. En conclusion, il semblerait qu'il n'y ait pas des grandes variations entre les deux, hormis des différences systématiques qui décalent, par exemple, le graphe des modes doux.

De manière générale, il est logique que si les pentes des graphes indiquant la répartition des distances et des déplacements pour un même mode se ressemblent. Étant donné qu'une augmentation ou une diminution de la mobilité d'un mode réagit automatiquement à la totalité des distances parcourues par ce mode, la répartition kilométrique devrait suivre ces changements. Une forte divergence s'expliquerait par des évolutions à l'intérieur d'un mode. Il serait par exemple



imaginable qu'une explosion des prix du carburant exercerait plus d'influence sur les distances parcourues en voiture que sur le nombre de déplacements. Par conséquent, la distance parcourue par déplacement en voiture diminuerait.

En retournant à la croissance relative des transports en commun par rapport à la voiture particulière, il existe donc deux explications plausibles. L'accroissement de la part des transports en commun (idem pour les modes doux) peut s'expliquer grâce à une diminution de la somme des distances parcourues en voiture ou à cause d'une augmentation de celles du côté des transports collectifs. Surtout pour cette dernière, on aurait des effets négatifs pour l'environnement. Pour éviter cet effet de « distances induites » de la part des transports en commun, il faut observer le développement de la distance moyenne parcourue par jour et habitant. Si elle reste constante ou diminue, le renforcement des transports en commun dans la présentation proportionnelle ne se base pas sur des nuisances supplémentaires, mais se fonde sur une réduction de la totalité des kilomètres parcourus en voiture.

#### **4.3.3 Le développement de la distance moyenne parcourue par personne et jour dans les quatre agglomérations**

Comme nous avons vu, l'évolution des distances parcourues a diminué dans les grandes agglomérations françaises entre 1994 et 2008 de cinq pour-cents. Il est ainsi intéressant de comparer la tendance nationale avec celle de Grenoble. Pour Strasbourg, la distance moyenne parcourue par personne et par jour n'est malheureusement pas accessible pour l'année 1997, de sorte qu'une analyse du développement n'est pas possible.

Dans l'agglomération de Grenoble, la distance moyenne parcourue quotidiennement par habitant a diminué entre 2002 et 2010 d'environ trois pour-cents à 14,77 kilomètres. Ceci a pour conséquence que le bilan environnemental ne peut pas être négatif parce que le renforcement des transports en commun dans la répartition modale n'augmente pas la totalité des kilomètres parcourus. Au contraire, il s'agit ainsi d'un véritable recul des distances effectuées en voiture.

Néanmoins, il est intéressant de regarder aussi le développement à l'intérieur d'un mode pour vérifier que les distances ont vraiment diminué. À ce propos, on observe cependant une augmentation de toutes les distances parcourues par déplacement. En effet, la distance moyenne d'un déplacement en voiture a crû de 500 mètres, celle des transports en commun de 300 mètres. Pour les modes doux, on ne constate qu'un petit changement. Il s'avère ainsi qu'il existe des « distances induites » sur tous les niveaux. Le recul léger des kilomètres parcourus

quotidiennement par habitant ne se base donc que sur une réduction du nombre des déplacements. Le tableau 18 présente les chiffres de cette évolution et indique aussi les données disponibles pour les autres villes.

**Tableau 18 : Distances parcourues par habitant et jour et par déplacement**

<i>L'année</i>	<i>Kilomètres parcourus / jour*habitant [km]</i>	<i>Kilomètres parcourus par déplacement en</i>		
		VP [km]	TC [km]	Modes doux [km]
Grenoble 2002	15,29	5,30	4,92	0,92
Grenoble 2010	14,77	5,78	5,24	0,98
Strasbourg 2009	11,96	4,99	3,07	0,98
Bordeaux	18,30	5,50	6,63	2,18 <sup>36</sup>
Nantes 2008	24,00	-	-	-

La comparaison avec les autres villes montre qu'il y a de grands écarts relatifs aux kilomètres parcourus par jour et habitant. Alors que les habitants de la communauté urbaine de Strasbourg se déplaçaient 11,96 kilomètres par jour en 2009, ceux de Nantes parcouraient 18,30 kilomètres un an avant. Pour ce qui concerne les kilomètres parcourus en transports en commun, on observe aussi une grande divergence. À Bordeaux, un déplacement compte plus que le double qu'un effectué à Strasbourg.

En conclusion, nous constatons que les enseignements tirés pendant l'analyse de la mobilité restent valides car ils ne sont pas mis en question par une extension du volume des distances parcourues. Cependant, nous avons remarqué que cette situation favorable pour l'environnement se réfère à une période qui se caractérise par un fort recul de la mobilité totale. Par conséquent, l'effet positif sur la totalité des kilomètres parcourus pouvait cacher les évolutions défavorables à l'intérieur des modes. L'analyse fine a en effet révélé que les distances parcourues ont augmenté sur tous les niveaux. À ce point, nous regrettons la pénurie des données, car il serait intéressant de consolider les constats faits pour Grenoble à l'exemple d'autres agglomérations. En outre, il serait nécessaire de réaliser les mêmes examens dans un contexte où la mobilité totale se trouve en croissance. En se basant sur les connaissances obtenues ici, la superposition des effets du trafic induit et de la prolongation des distances parcourues par déplacement devrait avoir des conséquences tout à fait néfastes pour l'environnement.

Par ailleurs, nous avons remarqué des échelles bien différentes pour ce qui concerne la distance quotidiennement parcourue par chaque habitant. Étant donné que les impacts environnementaux sont en relation avec les distances effectivement parcourues, une ville comme Nantes va avoir des

36 Cette indication très élevée s'explique en raison du faible poids de la marche (3%) et du vélo (2%) dans la répartition kilométrique, de sorte que les distances parcourues avec un deux-roues motorisé (2%) sont capables de rehausser la valeur par déplacement en modes doux.

difficultés pour atteindre le même niveau que Strasbourg. À ce point, il faudrait approfondir les caractéristiques urbanistiques pour expliquer ces différences dans deux villes qui ont l'air d'être très comparables.

#### 4.4 Évolution du rapport entre l'offre et la demande<sup>37</sup>

Nous connaissons maintenant les changements du côté de la demande. Nous avons effectivement constaté une amélioration des parts des transports en commun dans la répartition modale, tant au niveau des déplacements qu'au niveau des distances parcourues. À ce sujet, les évolutions à partir des années 2000 ont été évaluées de manière positive parce que nous avons observé ces derniers temps un transfert modal positif depuis le trafic routier vers les transports collectifs.

Cependant, les impacts environnementaux ne sont pas liés à la demande, mais à l'offre. Certes, les deux composantes d'un marché interagissent souvent, de sorte que l'offre suit le développement de la demande. Au fur et à mesure de la demande, la fréquence du service sera adaptée, toujours sous l'angle de maximiser les gains. Néanmoins, le transport public ne suit pas les lois d'un marché libre. En effet, il s'agit d'un secteur qui est fortement subventionné [CERTU, 2010]. Par conséquent, ce sont aussi les municipalités qui déterminent la stratégie du service. Comme nous l'avons vu, les autorités locales ont plutôt tendance à préférer des mesures incitatives (dont l'augmentation de l'offre) que des outils contraignants pour atteindre des comportements davantage en faveur de l'environnement. Pour cette raison, il faudrait vérifier si le progrès des transports collectifs en termes d'utilisation ne s'est pas réalisé grâce à une extension de l'offre qui dépasse largement la demande et qui induit donc des nuisances supplémentaires ou du moins une efficacité discutable.

À ce point, il nous semble nécessaire de définir le terme « offre ». Dans la littérature, l'offre est souvent indiquée en « place-kilomètre offert » (PKO). Il s'agit d'une « unité de mesure correspondant au déplacement sur un kilomètre d'une place offerte dans un véhicule ferroviaire de transport de voyageurs » [EUROSTAT, 2003]. Cependant, le même volume de PKO peut en théorie causer des nuisances très différentes. Par exemple, 200 PKO peuvent être offertes par deux bus à 100 places qui roulent un kilomètre ou par un bus à 200 places effectuant la même distance. Par conséquent, l'effet environnemental varie également. De ce fait, nous nous référons à l'offre kilométrique dans cette partie, c'est-à-dire, le nombre de kilomètres qui sont parcourus par les transports en commun, indépendamment de la capacité des véhicules.

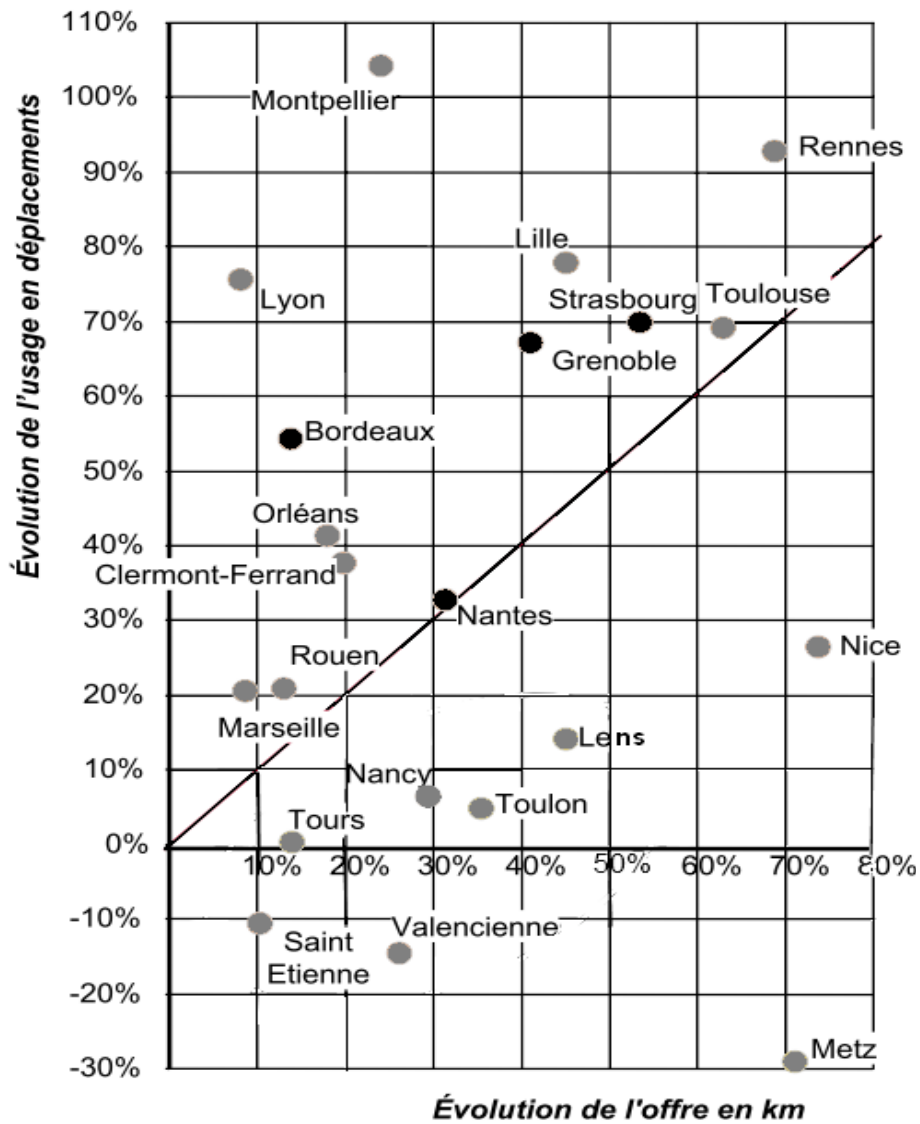
---

<sup>37</sup> Toutes les figures et diagrammes chiffrés de cette partie qui ne sont pas explicitement référencés se basent sur les sources présentées dans la partie « Données ».

#### 4.4.1 Évolution pour tout le réseau de transports en commun

La figure 34 donne une idée de l'évolution entre 1996 et 2008 de l'offre en kilomètres, à savoir la somme de tous les kilomètres parcourus par tous les modes de transport public, et celle de l'usage en déplacements des transports en commun.

Figure 34: Développement de l'offre et de la demande des TC dans les agglomérations françaises entre 1996 et 2008



Source : graphique repris de CERTU, 2010

On observe que toutes les villes prises en considération ont augmenté l'offre. Toutefois, les mesures n'ont pas remporté le même succès en termes d'usage des transports en commun dans toutes les villes. En effet, quelques villes ont même perdu de la clientèle malgré l'extension massive de l'offre.<sup>38</sup> D'autres ont pu augmenter la demande, mais pas dans la même mesure que

<sup>38</sup> Un facteur qui a une forte influence sur ce graphique est l'extension des PTU qui cause l'augmentation de l'offre

le service. Il est à noter qu'un effet positif pour l'environnement concernant le rapport entre l'offre et la demande se déploie à partir du moment où l'usage s'est développé plus vite que le service offert, ce qui est équivalent à une position au-dessus de la diagonale. C'est pourquoi, on constate que ce sont plutôt les villes dotées d'un métro ou tramway où les évolutions se sont avérées les plus favorables. Concernant les quatre villes étudiées, on trouve le ratio le plus positif à Bordeaux, où le développement de l'usage des transports en commun était plus que trois fois plus rapide que l'évolution de l'offre. À Grenoble et Strasbourg, le développement de l'usage prédomine celui de l'offre par un facteur d'environ 1,5. L'agglomération de Nantes est par contre située sur la diagonale, ce qui signifie que le rapport entre l'usage et l'offre ne modifie pas les connaissances déduites à partir des analyses faites au préalable.

Afin d'avoir également une idée en valeurs absolues, le tableau 19 présente pour les quatre agglomérations les déplacements en transport public qui ont été effectués par kilomètres parcourus par les transports en commun.

**Tableau 19 : Efficacité de l'offre des TC en déplacements générés par kilomètre parcouru**

	<i>Bordeaux</i>	<i>Grenoble</i>	<i>Nantes</i>	<i>Strasbourg</i>
<b><i>Déplacements/kilomètre parcouru</i></b>				
2005	2,2	3,4	3,3	4,4
2008	2,8	3,6	3,5	4,1

Le tableau dévoile de fortes différences en termes d'efficacité de l'offre. En effet, le service d'un kilomètre à Strasbourg suscitait le double de déplacements de ce qu'on comptait à Bordeaux en 2005. Récemment, il semble que le rendement des quatre villes se rapprochent, ce qui est surtout dû à une augmentation forte à Bordeaux et une baisse significative à Strasbourg.

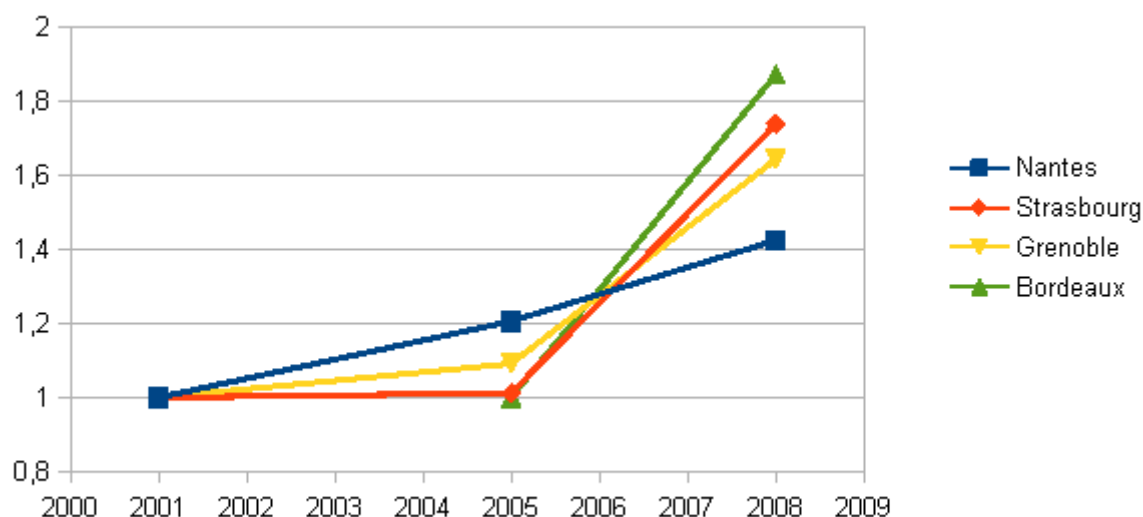
#### **4.4.2 Évolution du réseau de tramway**

En connaissant désormais l'évolution globale du réseau des transports en commun, il est encore intéressant de savoir, dans quelle mesure le bus et le tramway contribuent à ce développement. C'est pourquoi, le diagramme qui suit montre l'évolution de l'offre du tramway entre 2001 et 2008.

---

kilométrique dans des zones moins denses et donc avec moins de demande.

Figure 35 : Évolution de l'offre kilométrique du tramway



Le graphique montre que l'offre du tramway a été augmentée entre 40 (Nantes) et plus de 80 pourcents (Bordeaux) en 2008 par rapport à la valeur répertoriée en 2001 (respectivement 2005 pour Bordeaux). Ainsi, le développement à l'intérieur du mode tramway dépasse déjà, pour la période de 2001 à 2008 l'évolution globale de l'offre des transports en commun constatée pour le laps de temps entre 1996 et 2008. Sans compter encore l'augmentation de l'offre entre 1996 et 2001 où on note plusieurs ouvertures de nouvelles lignes, il est déjà évident que le tramway pèse de plus en plus lourd dans les réseaux de transport public. Le tableau 20 donne à ce sujet quelques idées sur la manière, comment les parts du tramway et du bus se sont développées relativement à l'offre et relativement à la demande.

Tableau 20 : Part du tramway dans l'offre kilométrique et dans les voyages

	<i>Bordeaux</i>	<i>Grenoble</i>	<i>Nantes</i>	<i>Strasbourg</i>
<b><i>Part du tramway dans l'offre kilométrique [%]</i></b>				
2005	9	24	20	31
2008	16	17	18	21
<b><i>Part du tramway dans les voyages totaux [%]</i></b>				
2001	0	49	52	54
2005	49	48	57	55
2008	61	56	59	64

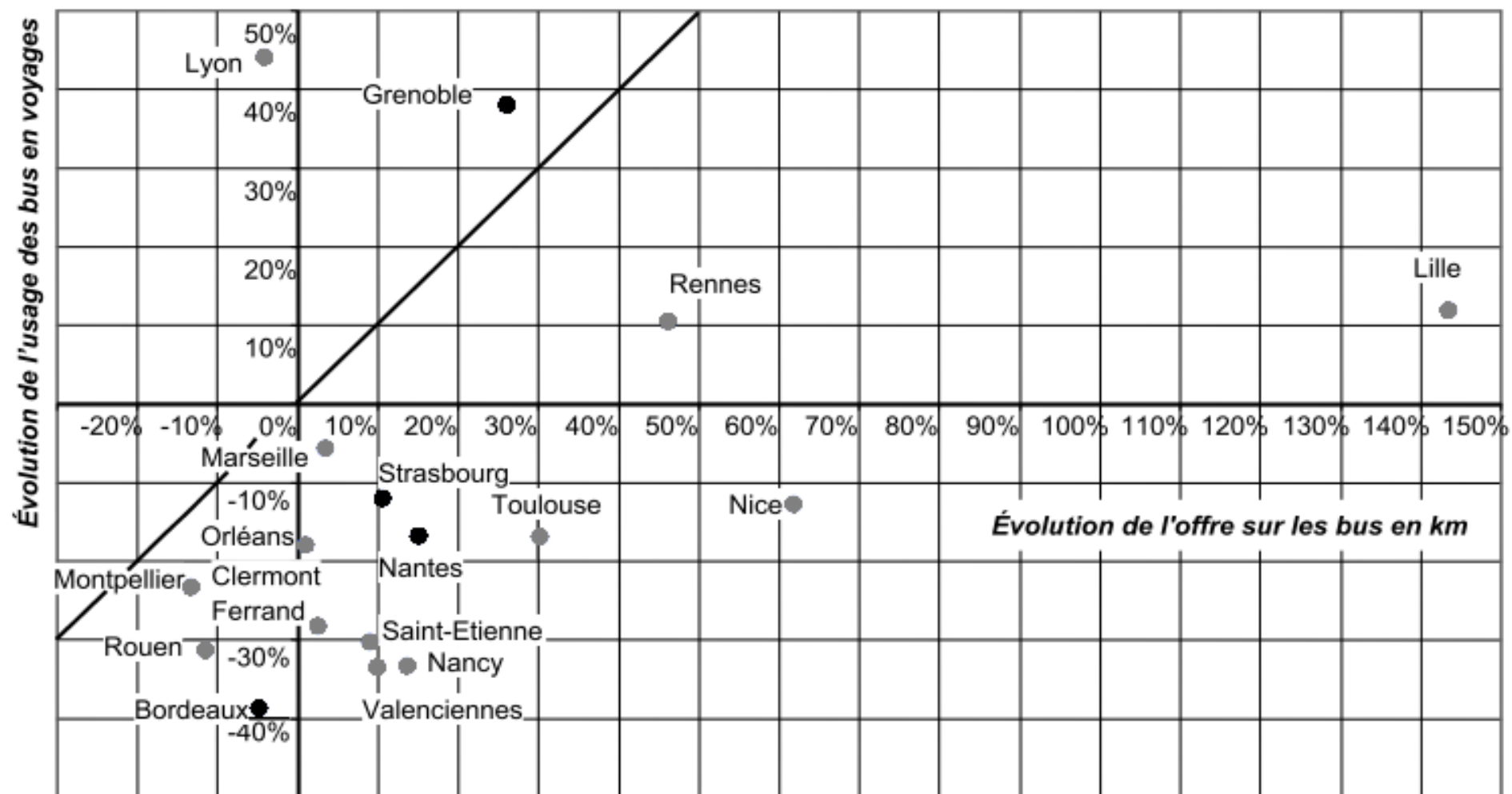
Il s'est avéré que le tramway concentre plus de la moitié de la demande, mais avec une part de l'offre kilométrique qui ne dépasse pas les 30 pourcents. Par conséquent, les bus qui sont moins performants d'un point de vue environnemental, réalisent la partie principale du service en termes de kilomètres parcourus. Étant donné que le tramway attire cependant la plupart de la demande

sur lui, les taux d'occupation ne devraient pas être très favorables vis-à-vis du bus, un mode dont la performance est très sensible (voir la partie « Les problèmes environnementaux liés au tramway, au bus et au trafic routier »).

#### **4.4.3 Évolution du réseau de bus**

Il est ainsi important de voir aussi l'évolution du bus en termes de la demande et de l'offre, illustrée par la figure 36.

Figure 36 : Évolution de l'offre et de l'usage du bus dans les agglomérations françaises dotées d'un TCSP entre 1996 et 2008



Source : graphique repris de CERTU, 2010



La lecture du graphique révèle, que dans la plupart des villes dotées d'un mode de transport public lourd, la performance du bus a fortement dégradé. De manière générale, toutes les agglomérations se trouvent en-dessous de la diagonale qui représente l'effet neutre, c'est-à-dire le cas, où l'augmentation (respectivement la diminution) de l'offre va de pair avec celle de l'usage. Cependant, on observe quelques différences. En effet, il existe tout un nombre de villes qui ont augmenté l'offre du bus, malgré la présence d'un tramway ou métro. Toutefois, seulement trois ont réussi à augmenter aussi l'usage. Curieusement, pour la plupart des villes, la dégradation de l'usage du bus se poursuit indépendamment du fait que l'offre ait augmenté ou diminué.

Concernant Bordeaux, Grenoble, Nantes et Strasbourg, on distingue également trois cas différents. Alors que dans l'agglomération de Bordeaux, tant l'offre que l'usage diminuent, le nombre de voyages décline malgré une extension du service offert à Nantes et Strasbourg. Grenoble fait par contre la grande exception. La progression du service était accompagnée par une augmentation de l'usage qui dépassait celle de l'offre.

#### 4.4.4 Évolution du rapport entre l'offre des TC et l'utilisation de la VP

L'évolution du rapport entre l'offre et la demande décrit le développement de la performance environnementale à l'intérieur des transports en commun. Toutefois, une dégradation de ce ratio n'est pas automatiquement équivalent à une détérioration environnementale. En effet, la partie « Les impacts environnementaux liés au tramway, au bus et au trafic routier » a démontré que l'écart entre l'efficacité environnementale du transport public et la voiture est considérable. Par conséquent, une dégradation de la performance environnementale des transports en commun peut amener un gain pour l'environnement sous condition que la mobilité de la voiture diminue. Par manque de données (l'évolution des distances parcourues en voiture), il n'est malheureusement pas possible de confronter les volumes des émissions. Le tableau 21 donne à ce sujet seulement une idée générale en indiquant l'évolution de l'offre kilométrique et l'évolution de l'utilisation de la voiture.

Tableau 21 : Évolution de l'offre kilométrique des TC et de la mobilité en VP

<b>Agglomération</b>	<b>Évolution de l'offre kilométrique [%] (1996 - 2008)</b>	<b>Évolution de la mobilité en voiture<sup>39</sup></b>	
		<b>[%]</b>	<b>Dans la période</b>
Bordeaux	14	-5	1998-2009
Grenoble	41	-19	2002-2010/1990-2010
Nantes	42	-5	1997-2008
Strasbourg	54	-26	1997-2009

39 Calcul qui se base sur les EMD

## 4.5 Discussion critique de l'analyse

### 4.5.1 Synthèse de l'analyse

Afin de connaître les conséquences environnementales de la réintroduction du tramway, l'impact sur le **système de déplacements** a été tout d'abord examiné. Concernant la part modale des transports en commun, nous avons enregistré un renforcement après la mise en service. À ce sujet, le cas de référence de Bordeaux (n'étant pas encore dotée d'un système de transport lourd dans un premier temps) permettait d'attribuer cet effet sans équivoque au tramway. L'examen de l'utilisation du transport public en valeurs absolues confirmait le progrès. Cependant, il démontrait aussi la déformation du graphe dans une présentation proportionnelle à cause de la dépendance de l'évolution des autres modes.

Pour identifier les origines de cette augmentation en valeurs absolues, il était ensuite nécessaire d'observer la **mobilité totale**. L'évolution de la mobilité totale s'est globalement laissée catégoriser en trois périodes : une période de douce croissance dans les années 80, un temps d'une forte augmentation pendant les années 90 et finalement une stagnation voire diminution depuis la fin du millénaire. La confrontation des situations observées dans les quatre agglomérations ne révélait pas une influence du tramway sur le développement de la mobilité totale.

Néanmoins, elle est décisive concernant la question, si le renforcement des transports en commun se base sur un **transfert modal** ou un **trafic induit**.

L'analyse a d'abord détecté trois périodes où l'augmentation de l'utilisation des transports en commun n'était que possible par un transfert modal. À ce sujet, le premier transfert modal s'est effectué au détriment des modes doux dans un contexte de croissance de la voiture particulière. Les deux cas plus récents se basent par contre sur un transfert depuis le trafic routier vers le transport public.

Ensuite, trois cas ont été identifiés, où il s'agissait sans aucun doute du trafic induit. Étant donné que les trois modes se trouvaient à ces moments en croissance, l'augmentation de l'utilisation ne pouvait pas se réaliser au détriment d'un autre mode. Il est cependant à noter que la voiture particulière constitue le mode qui croissait le plus pendant ces trois laps de temps. Ces circonstances sont toutes situées dans les années 90, une période de forte croissance de la mobilité totale.

En ce qui concerne les trois dernières périodes à examiner, il fallait une hypothèse qui permette d'attribuer la croissance de la mobilité totale aux deux modes. Nous supposons à ce propos que dans un des trois cas la croissance des transports en commun est en majorité due au transfert

modal alors qu'elle se base dans les deux autres fois en grande partie sur le trafic induit. Cependant, il est à mentionner que, dans les deux cas récents, la part de la croissance assignée au transfert modal s'est deux fois alimentée au détriment de la voiture particulière.

Étant donné que les conclusions tirées de l'analyse du système de déplacements peuvent être annulées par les évolutions au niveau des kilomètres parcourus par déplacement, l'analyse s'est penchée sur les **distances parcourues**. L'observation des tendances nationales a démontré que la distance parcourue par personne et par jour a fortement augmenté depuis les années 80. Néanmoins, contrairement aux évolutions globales, les distances ont légèrement diminué dans les grandes agglomérations. En ce qui concerne les quatre villes étudiées, il n'y a pas beaucoup de chiffres à disposition. Les deux cas permettant l'analyse d'une évolution au niveau de la répartition kilométrique révèlent que la part de la voiture particulière se trouve en recul alors que les transports en commun et les modes doux ont pu renforcer leur position. Le seul cas où l'observation de l'évolution de la distance parcourue par personne et par jour était possible indique une légère diminution. Toutefois, l'analyse du développement des distances moyennes par déplacement démontre pour tous les modes une augmentation.

La combinaison entre le système de déplacements et les distances parcourues donne une bonne idée de l'évolution des impacts environnementaux. Jusqu'à ce point, les indications se sont toujours référées aux personnes qui bougent. Concernant les transports en commun, il est par contre important de prendre en considération l'effort nécessaire en terme d'offre. Ce **rapport entre l'offre et la demande** a ainsi de l'importance. De manière générale, les réseaux dotés d'un tramway avaient un ratio positif relatif à l'ensemble du transport public. Par conséquent, on notait généralement une amélioration de l'efficacité de l'offre kilométrique. Une telle évolution du rapport entre l'offre et la demande ne risquent donc pas que le succès au niveau des déplacements (demande) est annulé par un effort sur-dimensionnel du côté de l'offre. Cependant, on a vu que la configuration actuelle est susceptible d'aggraver le bilan environnemental des bus étant donné qu'ils parcourent davantage de kilomètres pour une demande décroissante.

#### **4.5.2 Discussion critique de l'analyse**

Vu l'ensemble des éléments examinés, un effet positif pour l'environnement se déploie surtout dans une configuration, où une augmentation de l'utilisation du transport public en valeurs absolues se fonde sur un transfert modal depuis le trafic routier. Par ailleurs, il est nécessaire que les distances parcourues par personnes et par jour ne croissent pas et qu'il n'y ait pas un ratio négatif par rapport au développement entre l'offre et la demande.

Nous avons cependant vu que les transports en commun, et donc notamment le tramway, ont contribué dans un premier temps aux développements défavorables du transport. L'augmentation de l'utilisation des transports en commun s'est produite au détriment des modes doux et à cause du trafic induit. En même temps, les déplacements quotidiens par personne en voiture continuaient à augmenter. Dans ce bilan néfaste, une prolongation possible des distances parcourues par déplacement n'est même pas encore prise en considération, par manque de données pour ces périodes. Par la suite, l'augmentation du trafic routier s'est même accentuée. Pendant cette période, on enregistre au moins un retournement de tendance par rapport aux modes doux où il n'y a pas de dégradation ultérieure, de sorte que la croissance du transport public se base uniquement sur le trafic induit.

En effet, ce n'est que récemment qu'on observe un véritable transfert modal à partir de la voiture vers les transports en commun, en présence d'une consolidation des modes doux. Toutefois, il existe des informations qui relativisent ce progrès environnemental. Nous avons vu que la distance parcourue par personne et par jour a seulement diminué grâce au recul de la mobilité totale. Les distances parcourues par déplacement ont augmenté pour tous les modes<sup>40</sup>. En ce qui concerne les trajets en transports en commun, il est possible que l'augmentation soit due à l'extension de nombreuses lignes et aux nouveaux équipements comme les parkings relais. Par ailleurs, trois des quatre agglomérations risquent d'empirer la performance du transport public à cause d'une configuration où les bus roulent en moyenne davantage pour moins d'utilisateurs. Nonobstant, cette diminution de l'efficacité unitaire des transports en commun n'influence pas le fait que les évolutions récentes examinées génèrent en volumes absolus une plus-value pour l'environnement, vu l'écart d'efficacité entre le bus et la voiture.

Néanmoins, il faut mettre le rôle du tramway dans ce développement positif en question. Étant donné qu'il n'était pas capable d'empêcher l'augmentation de l'utilisation de la voiture particulière jusqu'aux années 2000, il faut d'un côté s'interroger sur l'impact dont il influence les évolutions favorables qu'on note aujourd'hui. En ce qui concerne la mobilité totale par exemple, un élément central de l'amélioration du bilan environnemental du transport, la chute spectaculaire se base tout d'abord sur « une modification des modes de vie (développement de la journée continue, rationalisation des déplacements à l'échelle de la semaine, ...) et dans une moindre mesure au vieillissement de la population » [VIMBERT, 2011]. Par ailleurs, ce développement se fonde certainement aussi sur la politique plus globale du transport qui vise sous forme des PDU à maîtriser le trafic routier.

D'un autre côté, on ne peut pas non plus imputer les effets néfastes après la réintroduction uniquement au tramway. Certes, l'attrance du nouveau mode a diminué dans un premier temps, la

---

40 Pour rappeler : cette connaissance se base, par manque de chiffres, uniquement sur l'agglomération de Grenoble.

part des modes doux et a induit du nouveau trafic. Cependant, il est difficile de savoir, comment aurait été le développement pendant ce temps, sans l'implication du tramway dans les réseaux. Est-ce qu'il y aurait eu plus d'utilisation des modes doux ou une domination de la voiture particulière encore plus marquée ? La comparaison avec Bordeaux donne à ce point l'impression que le bilan environnemental aurait été pire **(voire Annexe 5)**.

En conclusion, on peut retenir l'importance des mesures contraignantes pour garantir que le tramway déploie son potentiel dans le bon sens.

En ce qui concerne l'extrapolation des résultats de cette enquête, nous voulons à nouveau signaler la fragilité des constats, à cause d'un manque de données surtout au niveau des distances parcourues. Par ailleurs, nous rappelons les hypothèses entreprises dans la partie « Données ».

## 5. Conclusions

Depuis la réintroduction du tramway en France, il est souvent présenté comme la solution appropriée aux problèmes environnementaux liés au trafic routier en milieu urbain. En se basant sur une bonne fréquentation, il était vite perçu comme un bénéfice pour l'environnement. Cependant, l'évaluation environnementale du tramway reste généralement très superficielle et il existe peu d'informations sur les origines des nouveaux clients. Pour cette raison, nous avons réalisé un mémoire qui analyse l'impact environnemental d'un point de vue des effets sur l'utilisation de modes de transport.

En commençant avec l'examen de la littérature sur les performances environnementales des différents modes de transport, nous avons découvert que le tramway est généralement plus respectueux de l'environnement que le bus et la voiture. À ce sujet, il est caractérisé par des émissions inférieures au niveau de la pollution atmosphérique et au niveau des gaz à effet de serre et par un bruit qui est perçu comme moins dérangeant que celui des deux autres modes.

Par conséquent, un bénéfice potentiel pour l'environnement se fonde essentiellement sur un transfert modal depuis la voiture vers les transports collectifs. Cependant, les mécanismes du transfert modal sont controversés. La comparaison des différentes théories a remis en cause le fait que l'amélioration de l'offre des transports en commun amène déjà ce changement souhaité. Au contraire, il s'est avéré que le tramway est susceptible de causer du trafic induit. En outre, il existe le risque d'un transfert modal depuis les modes plus respectueux de l'environnement.

Par ailleurs, l'objectivité et l'adéquation des solutions sont parfois discutables, étant donné la forte politisation du tramway. Nous avons vu que le tramway bénéficie d'un côté de subventions généreuses, mais sert de l'autre côté à une mise en scène de la ville et des décideurs communaux. La manière dont le tramway est implanté dans le tissu urbain fait, par exemple, débat au niveau environnemental. Suivant assurément une idée pertinente relative à plusieurs problèmes auxquels les villes sont confrontées, la configuration actuelle risque d'établir un réseau de transports en commun à deux vitesses, de prolonger les distances des trajets et de consolider le rapport actuel entre la périphérie et la ville au lieu de le contester.

Par conséquent, il nous semble que la diminution des impacts environnementaux grâce à l'implémentation du tramway dans le réseau des transports en commun n'est pas si évident que généralement communiquée.

Afin d'éclairer ainsi l'effet du tramway, nous avons réalisé une analyse des impacts de la réintroduction sur les comportements de mobilité. En se basant en grande partie sur les données

des enquêtes « ménages-déplacements », nous avons choisi quatre agglomérations (Bordeaux, Grenoble, Nantes, Strasbourg) où il existe suffisamment d'informations pour examiner les effets dans le temps. Dans le cadre de l'analyse, nous avons mis l'accent sur l'examen du système de déplacements et par la suite confronté les résultats au développement des distances parcourues ainsi qu'au rapport entre l'offre et la demande des transports en commun.

L'étude des déplacements a révélé que l'implémentation du tramway dans le réseau des transports collectifs a déclenché une croissance de l'utilisation qui s'est poursuivie jusqu'aux enquêtes les plus récentes. En s'interrogeant sur les origines de cet accroissement, nous avons dévoilé un transfert modal depuis les modes doux et du trafic induit dans un premier temps. Pour la même période, l'analyse a révélé une forte augmentation de la mobilité en voiture. Il s'est ainsi avéré que le tramway a contribué aux développements défavorables du transport au lieu de les freiner. Ce constat constitue une forte contradiction à la communication usuelle présentant le tramway comme l'élément principal d'une mobilité plus durable en milieu urbain. En effet, c'est qu'à partir des années 2000 qu'on observe un véritable transfert modal de la voiture vers les transports en commun en présence d'une consolidation des modes doux. Cette évolution favorable était également confirmée par l'examen des distances parcourues où le nombre de kilomètres effectués par habitant et par jour a été en légère régression. Par ailleurs, l'efficacité de l'offre s'est globalement améliorée, si bien qu'un kilomètre offert sur le réseau du transport public attirait en 2008 plus de déplacements qu'en 1996.

Globalement, nous pouvons constater des effets positifs depuis les années 2000 et des effets négatifs pour la période précédente. Cependant, il est difficile de contrebalancer les deux périodes afin d'évaluer le bilan total. De plus, nous ne pouvons que signaler les autres facteurs évoqués qui exercent certainement une influence sur l'appréciation globale du tramway, mais qui ne sont pas disponibles sous forme chiffrée (parking relais vs urbanisation...).

Un autre problème est la complexité des conditions qui influence les comportements de mobilité, si bien que nous n'avons pas précisément pu identifier le poids du tramway dans chaque des développements observés. En effet, il nous semble plutôt que, nonobstant le potentiel d'attraction incontesté du tramway, ce sont d'autres facteurs qui déterminent l'effet du tramway. À ce sujet, nous pensons que les évolutions récentes sont surtout dues aux premiers effets des plans de déplacements qui modifient les conditions de mobilités, si bien qu'elles sont plus favorables aux transports publics.

En ce qui concerne les perspectives, il serait logiquement l'étape suivante d'établir un bilan chiffré qui calcule précisément la diminution respectivement l'augmentation des émissions dans l'absolu depuis la réintroduction du tramway. Cependant, pour faire cela, il serait nécessaire d'avoir accès

aux nombres totaux de déplacements. Par ailleurs, les distances parcourues pour les anciennes enquêtes « ménages-déplacements » devraient être établies, de sorte que l'analyse pourrait remonter jusqu'au moment de la réintroduction.

D'ailleurs, une autre piste de recherche serait l'examen systématique des grandes divergences rencontrées au niveau des valeurs de certaines caractéristiques entre les agglomérations (distances parcourues par jour et par habitant, proportion de la part des transports en commun,...)



## Liste des figures

Figure 1 : Évolution du nombre des réseaux de tramway en France.....	1
Figure 2: Cartes des TCSP en service et en projet, mode lourd uniquement.....	3
Figure 3 : Développement des émissions de l'UE 27 du trafic routier entre 1990 et 2008.....	8
Figure 4 : Développement des émissions de l'UE 27 du trafic non-routier entre 1990 et 2008.....	8
Figure 5 : Émissions de polluants atmosphériques en mg par passagers-kilomètre (USA).....	9
Figure 6 : Efficacité CO2 des transports de passagers urbains et périurbains (gCO2 /pass.km)....	11
Figure 7 : Émissions globales de GES des transports ferroviaires urbains par voyageur.km.....	12
Figure 8 : Sources de bruit du tramway.....	15
Figure 9 : Puissance acoustique linéaire équivalente en fonction de différents couples (type de sol, type de pose de voie).....	15
Figure 10 : Différentes fixations du rail.....	16
Figure 11: Modèle du comportement planifié .....	22
Figure 12 : Boucle de la périurbanisation.....	27
Figure 13 : Implication typique du tramway dans la ville .....	28
Figure 14 : Influence du tramway sur les déplacements radiaux et tangentiels.....	29
Figure 15 : Nombre de km d'infrastructures mis en service chaque année.....	32
Figure 16 : Caractéristiques des capacités et des enjeux économiques du tramway et des bus....	34
Figure 17 : Population et densités des PTU des agglomérations françaises.....	34
Figure 18: Schéma général de l'analyse.....	40
Figure 19: Périmètres des différents EMD .....	51
Figure 20 : Part modale des déplacements des TC.....	57
Figure 21 : Déplacements par jour et habitant en TC.....	58
Figure 22 : Zoom sur la mobilité totale et le système de déplacements.....	59
Figure 23 : Développement de la mobilité totale urbaine en France .....	60
Figure 24 : Développement de la mobilité totale.....	61
Figure 25 : Trafic induit et transfert modal.....	63
Figure 26 : (Dé-)Croissances de la mobilité totale et de la mobilité des TC .....	65
Figure 27 : Transfert modal (TM).....	68
Figure 28 : Transfert modal et/ou trafic induit.....	71
Figure 29 : Répartition modale à Bordeaux en 2009.....	74
Figure 30 : Zoom sur les kilomètres parcourus.....	75
Figure 31 : Distances parcourues et durées des déplacements locaux, entre 1982 et 2008 .....	76
Figure 32 : Répartition modales des kilomètres parcourus à Bordeaux, Grenoble et Strasbourg...	77
Figure 33 : Évolution de la répartition kilométrique à Grenoble et Strasbourg.....	78
Figure 34: Développement de l'offre et de la demande des TC dans les agglomérations françaises	

entre 1996 et 2008.....	82
Figure 35 : Évolution de l'offre kilométrique du tramway.....	84
Figure 36 : Évolution de l'offre et de l'usage du bus dans les agglomérations françaises dotées d'un TCSP entre 1996 et 2008.....	86

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Les réseaux de tramway avec plus 30 kilomètres d'infrastructures en service.....	2
Tableau 2 : Effets de transferts entre voiture et transport collectif (Cas de Londres).....	22
Tableau 3 : Effets de quelques mesures de régulation sur le partage modal en région parisienne	24
Tableau 4 : Synthèse du choix des villes.....	44
Tableau 5 : Les dates de la réintroduction du tramway et les EMD disponibles.....	45
Tableau 6 : Caractéristiques démographiques et géographiques des agglomérations choisies ...	46
Tableau 7 : Caractéristiques des réseaux de tramway des agglomérations choisies.....	47
Tableau 8 : Aperçu sur les sources utilisées, les modes indiqués et les périmètres correspondants .....	50
Tableau 9 : Évolution des deux-roues dans la CUS – vélo et deux-roues motorisés.....	52
Tableau 10 : Disponibilité des distances parcourues parmi les EMD utilisées.....	54
Tableau 11 : Part kilométrique des deux-roues motorisées.....	54
Tableau 12 : Sources utilisées sur l'offre des TC.....	55
Tableau 13 : Évolution réelle et de référence de la mobilité après la réintroduction du tramway...	62
Tableau 14 : Aperçu sur les différents cas détectés (TM/TI) .....	67
Tableau 15 : Contribution des différents modes au développement de la mobilité totale.....	71
Tableau 16 : Longueurs moyennes des déplacements à Bordeaux en 2009.....	74
Tableau 17 : Évolution des distances parcourues dans les grandes agglomérations.....	76
Tableau 18 : Distances parcourues par habitant et jour et par déplacement .....	80
Tableau 19 : Efficacité de l'offre des TC en déplacements générés par kilomètre parcouru.....	83
Tableau 20 : Part du tramway dans l'offre kilométrique et dans les voyages.....	84
Tableau 21 : Évolution de l'offre kilométrique des TC et de la mobilité en VP.....	87

## Liste des acronymes

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AOTU	Autorités organisatrice des transports urbains
AURAN	Agence d'urbanisme de la région nantaise
BHNS	Bus à haut niveau de service
BTT	Budget temps de transport
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CETE	Centre d'Études techniques de l'Équipement
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatiles
CUB	Communauté urbaine de Bordeaux
CUS	Communauté urbaine de Strasbourg
dB	Décibel
EMD	Enquête ménages déplacements
ENTD	Enquêtes nationales transports et déplacements
GART	Groupement des Autorités Responsables de Transports
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
Hz	Hertz
LOTI	Lois d'orientation des transports intérieurs
NH <sub>3</sub>	Ammoniac
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azotes
PDU	Plan de déplacements urbains
PKO	Place-kilomètre offert
PM10	Particules en suspension ayant un diamètre inférieur à 10 micromètres
PTU	Périmètre de transport urbain
RER	Réseau express régional
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SO <sub>x</sub>	Oxydes de soufre
SPL	Sound-pressure level = niveau de pression acoustique
TC	Transports en commun/ Transports collectifs/ Transport public
TCSP	Transport en Commun sur Site Propre
TCU	Transports collectifs urbains

TI	Trafic induit
TM	Transfert modal
TVR	Transport sur voie réservée
VAL	Véhicule automatique léger

# Bibliographie

ADEME (2007), *La gratuité totale des transports en collectifs urbains : effets sur la fréquentation et intérêts*, 180 p., En ligne : [http://portail.documentation.equipement.gouv.fr/documents/dri/PREDIT\\_0082.pdf](http://portail.documentation.equipement.gouv.fr/documents/dri/PREDIT_0082.pdf), consulté le 01 août 2012.

ADEME (2008), *Efficacités énergétiques et environnementales des modes de transport – Synthèse publique*, 29p., En ligne : <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=51911&p1=02&p2=12&ref=17597>, consulté le 24 juillet 2012.

ADEME (2011), *Chiffres clés 2010 – Énergie et climat*, 110p., En ligne : <http://www.ademe.fr/internet/Flash/chiffres-cles-energie-climat-2010/catalogue/appli.htm>, consulté le 24 juillet 2012.

ADEUS (2008), *Typologie des flux de déplacements et potentiels de report modal – Strasbourg, Lille et Lyon*, Journées d'échanges sur la mobilité urbaine, Présentation de B. Vimbert le 25 juin 2008, En ligne : [http://www.certu.info/cdrom/seminairev2/doc/p2-vimbert\\_v.pdf](http://www.certu.info/cdrom/seminairev2/doc/p2-vimbert_v.pdf), consulté le 16 juillet 2012.

ADEUS (2010), *L'enquête ménages déplacements – Le tramway, un effet réseau*, Les notes de l'ADEUS, Note n° 4, 4 p., En ligne: <http://www.adeus.org/productions/le-tramway-un-effet-reseau>, consulté le 06 juillet 2012.

ADEUS (2010a), *Observatoire des déplacements – Enquête ménages déplacements – Résultats essentiels – CUS (1988 – 1997 – 2009)*, 40 p., En ligne: <http://www.adeus.org/productions/enquete-menages-deplacements-resultats-essentiels-cus-1988-1997-2009-observatoire-des-deplacements>, consulté le 20 juillet 2012.

ADEUS (2011), *Intermodalité et chaînage des déplacements*, Les notes de l'ADEUS, Note n° 59, 4 p., En ligne : <http://www.adeus.org/productions/intermodalite-et-chainage-des-deplacements/files/les-notes-de-l-adeus-n59-deplacement>, consulté le 08 juin 2012.

AGORA STUDIES (2005), *Is the Tramway Good for Sustainable Development ?*, Présentation de P. Frenay le 03 octobre 2005.

ANIANSSON G., PETTERSSON K., PETERSON Y. (1983), « Traffic noise annoyance and noise sensitivity in persons with normal and impaired hearing », *Journal of sound and vibration*, n° 88, p. 85- 97.

AJZEN I., « The Theory of Planned Behavior », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, n° 50, p. 179 – 211.

APEL D. et al. (1997), *Kompakt, mobil, urban: Stadtentwicklungskonzepte zur Verkehrsvermeidung im internationalen Vergleich*, Berlin: Difu, 492 p.

APHEKOM (2011), *Summary report of the Aphekom project 2008-2011*, Institut de veille sanitaire, 11 p., En ligne : [http://www.aphekom.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=5532fafa-921f-4ab1-9ed9-c0148f7da36a&groupId=10347](http://www.aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=5532fafa-921f-4ab1-9ed9-c0148f7da36a&groupId=10347), consulté le 23 juillet 2012.

ARTICLE L 122-1 du code de l'environnement

« ATTITUDE » (2008), In : *Encyclopaedia Universalis*, Vol. 3, p., p. 404 – 407, Paris : Encyclopaedia Universalis.

AURAN (s.d.), *Étude déplacements 2002 – Premiers résultats*, 15 p., En ligne: <http://www.auran.org/download/ED2002.pdf>, consulté le 20 juillet 2012.

AURAN (2009), *Comment se déplace-t-on aujourd'hui dans l'Agglomération Nantaise et son bassin de vie ? Tendances 2008*, 40 p., En ligne: <http://www.auran.org/download/210-09-WEB.pdf>, consulté le 20 juillet 2012.

BIGEY M. (1994), *Les élus du tramway – Mémoires d'un technocrate*, Paris : Lieu Commun, 249 p.

BONNAFOUS A. (2004), « Le choix entre voiture et transport collectif », *Villes et Économie*, Paris : La documentation française, p.185 – 206.

BONNEL P., CABANNE I., MASSOT M.-I. (2003), *Évolution de l'usage des transports collectifs et politiques de déplacements urbains*, Paris: La documentation française , 82 p.

BEIRAO G., SANSFIELD CABRAL J.A. (2007), "Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study", *Transport Policy*, n° 14, p.478 – 489.

BOTTE M. C., CANÉVET G., DEMANY L., SORIN C. (1989), *Psychoacoustique et perception auditive*, Paris : Les éditions INSERM, 144 p.

CAMARD J-P., LEFRANC A., GREMY I., FERRY R. (2004), « Effets du bruit sur la santé: données épidémiologiques récentes », *Environnement, Risques & Santé* 3, n° 4, p.235 – 242.

CERTU (s.d.), *Tramway et BHNS*, Fiche synthétique de CERTU (2009d), 1 p., En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Syst%C3%A8mes\\_de\\_transports-n26/Transports\\_publics-n71/Transports\\_publics\\_a\\_haut\\_niveau\\_de\\_service-n704/IMG/pdf/synthese\\_TCSP.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Syst%C3%A8mes_de_transports-n26/Transports_publics-n71/Transports_publics_a_haut_niveau_de_service-n704/IMG/pdf/synthese_TCSP.pdf), consulté le 30 juillet 2012.

CERTU (1998), *L'enquête ménages déplacements « méthode standard »*, Lyon : Collection du Certu, 295 p.

CERTU (2002), *Déplacements et commerces – Exploitation des enquêtes ménages déplacements de l'agglomération grenobloise pour le motif d'achat 1985 et 1992*, 68 p., En ligne: [http://www.certu.fr/fr/\\_Projets\\_transversaux-n206/Urbanisme\\_et\\_deplacements-n209/IMG/pdf/rapport\\_grenoble.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Projets_transversaux-n206/Urbanisme_et_deplacements-n209/IMG/pdf/rapport_grenoble.pdf), consulté le 20 juillet 2012.

CERTU (2004), *Étude méthodologique sur la connaissance des déplacements des périurbains*, 68 p., En ligne: <http://www.certu-catalogue.fr/etude-methodologique-sur-la-connaissance-des-deplacements-des-periurbains-tome-1.html>, consulté le 20 juillet 2012.

CERTU (2004a), *Panorama des villes à TCSP hors Île-de-France – Situation 2001*, Lyon : Collection du Certu, p.55

CERTU (2007), *Panorama des villes à transports publics guidés (hors l'Île de France) – Situation 2005*, 53 p, En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Syst%C3%A8mes\\_de\\_transports-n26/Transports\\_publics-n71/Evaluation\\_des\\_projets\\_de\\_transports\\_publics-n706/IMG/pdf/Panorama\\_TPG\\_v7\\_PPTminimizer\\_.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Syst%C3%A8mes_de_transports-n26/Transports_publics-n71/Evaluation_des_projets_de_transports_publics-n706/IMG/pdf/Panorama_TPG_v7_PPTminimizer_.pdf), consulté le 6 juillet 2012.

CERTU (2007a) *La mobilité urbaine des années 2000*, Mobilités : faits et chiffres, Fiche n° 3, 8 p., En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Mobilit%C3%A9\\_et\\_d%C3%A9placements-n25/Connaissance\\_de\\_la\\_mobilit%C3%A9-n41/Analyses-n44/IMG/pdf/fiche\\_No3-2.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Mobilit%C3%A9_et_d%C3%A9placements-n25/Connaissance_de_la_mobilit%C3%A9-n41/Analyses-n44/IMG/pdf/fiche_No3-2.pdf), consulté le 9 juillet 2012.

CERTU (2008), *Les recueils de données sur la mobilité urbaine*, Note de synthèse : Mobilités et transports, Fiche n°2, 8 p., En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Mobilit%C3%A9\\_et\\_d%C3%A9placements-n25/Connaissance\\_de\\_la\\_mobilit%C3%A9-n41/IMG/pdf/Fiche\\_no2.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Mobilit%C3%A9_et_d%C3%A9placements-n25/Connaissance_de_la_mobilit%C3%A9-n41/IMG/pdf/Fiche_no2.pdf), consulté le 4 juillet 2012.

CERTU (2008a), *Bibliographie sur l'émission acoustique des tramways – modélisation des véhicules étendus par des sources sonores ponctuelles*, 117 p., En ligne : [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1468/CERTU-RE\\_09-06.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1468/CERTU-RE_09-06.pdf?sequence=1), consulté le 26 juillet 2012.

CERTU (2009), « Tramway et Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) en France : domaines de pertinence en zone urbaine », *Transport/Environnement/Circulation (TEC)*, n° 203, 12 p.

CERTU (2009a), *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*, 45 p., En ligne: [http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1469/CERTU-RE\\_09-02.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1469/CERTU-RE_09-02.pdf?sequence=1)), consulté le 30 juin 2012.

CERTU (2009b), *Une décennie de transports collectifs urbains*, Mobilités et transports, Fiche n° 10, p. 8, En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Mobilit%C3%A9\\_et\\_d%C3%A9placements-n25/Connaissance\\_de\\_la\\_mobilit%C3%A9-n41/Analyses-n44/IMG/pdf/Fiche\\_10\\_-\\_TCU\\_-\\_web-2.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Mobilit%C3%A9_et_d%C3%A9placements-n25/Connaissance_de_la_mobilit%C3%A9-n41/Analyses-n44/IMG/pdf/Fiche_10_-_TCU_-_web-2.pdf), consulté le 21 juillet 2012.

CERTU (2009c), *Les enquêtes déplacements par téléphone: mode d'emploi*, Mobilités et transports, Fiche n° 13, p. 6, En ligne : [http://www.certu.fr/IMG/pdf/fiche\\_13-telephone-2.pdf](http://www.certu.fr/IMG/pdf/fiche_13-telephone-2.pdf), consulté le 23 juillet 2012.

CERTU (2009d), « Tramway et Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) en France : domaines de pertinence en zone urbaine », *Transport/Environnement/Circulation (TEC)*, n° 203, p.12.



CERTU (2010), *Panorama des transports collectifs urbains des agglomérations de plus de 250.000 habitants – Situation 2008 et évolutions – hors Île de France*, 64 p. En ligne : <http://www.certu-catalogue.fr/panorama-des-transport-collectifs-urbains-dans-les-agglomerations-de-plus-de-250-000-habitants.html>, consulté le 6 juillet 2012.

CERTU (2012), *L'enquête ménages déplacements*, 6 p., En ligne: <http://www.certu-catalogue.fr/enquete-menages-deplacements-l.html>, consulté le 29 juin 2012.

CERTU (2012a), *La mobilité urbaine en France – Principaux enseignements des années 2000 – 2010*, Mobilités et transports, Fiche n° 23, p. 8, En ligne : <http://www.certu-catalogue.fr/mobilite-urbaine-en-france-la-principaux-enseignements-des-annees-2000-2010.html>, consulté le 9 juillet 2012.

CETE (2003), *Évaluation a posteriori des TCSP – Analyse des bilans LOTI des TCSP de province*, 35p., En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Syst%C3%A8mes\\_de\\_transports-n26/Transports\\_publics-n71/Evaluation\\_des\\_projets\\_de\\_transports\\_publics-n706/IMG/pdf/Analyse\\_Bilan\\_LOTI\\_LET-Cete\\_Lyon\\_.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Syst%C3%A8mes_de_transports-n26/Transports_publics-n71/Evaluation_des_projets_de_transports_publics-n706/IMG/pdf/Analyse_Bilan_LOTI_LET-Cete_Lyon_.pdf), consulté le 30 juillet 2012.

CETE (2003a), *Note méthodologique pour l'élaboration des bilans LOTI de TCSP*, 29p., En ligne : [http://www.certu.fr/fr/\\_Syst%C3%A8mes\\_de\\_transports-n26/Transports\\_publics-n71/Evaluation\\_des\\_projets\\_de\\_transports\\_publics-n706/IMG/pdf/Note\\_methodo\\_Bilan\\_LOTI.pdf](http://www.certu.fr/fr/_Syst%C3%A8mes_de_transports-n26/Transports_publics-n71/Evaluation_des_projets_de_transports_publics-n706/IMG/pdf/Note_methodo_Bilan_LOTI.pdf), consulté le 30 juillet 2012.

CGDD (2010), « La mobilité des Français, panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements », in *La Revue du CGDD*, p. 224, En ligne : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rev3.pdf>, consulté le 16 juillet 2012.

CHESTER M. V., HORVATH A. (2009), « Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains », *Environmental research letters*, n° 4, p. 1 – 8.

CUB (s.d.), *Le tramway métamorphose la ville*, 66 p., En ligne : [http://www.lacub.fr/sites/default/files/PDF/publications/guides/tramway\\_cub.pdf](http://www.lacub.fr/sites/default/files/PDF/publications/guides/tramway_cub.pdf), consulté le 31 juillet 2012.

CUB (1991), *Enquête Ménages 1990 de l'Agglomération Bordelaise – Principaux résultats de l'exploitation standard*, 61 p.

CUB (1999), *Enquête Ménages Déplacements réalisée dans l'agglomération Bordelaise en 1998 – Rapport d'analyse*, 30p.<sup>41</sup>

CUB (2001), *Les déplacements des personnes dans la Communauté urbaine de Bordeaux – Résultats de l'enquête ménages déplacements 1998*, 34 p.

CUB (2009), *Enquête Ménages Déplacements réalisée dans l'agglomération Bordelaise en 2008 – 2009 – Rapport d'analyse*, 146 p. En ligne: [http://www.lacub.fr/sites/default/files/PDF/deplacements/enquete\\_menages\\_deplacements/enquete\\_deplacements\\_menages\\_complet.pdf](http://www.lacub.fr/sites/default/files/PDF/deplacements/enquete_menages_deplacements/enquete_deplacements_menages_complet.pdf), consulté le 20 juillet 2012.

Décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature (J.O. 13 octobre 1977).

Décret n° 84-617 du 17 juillet 1984 relatif à l'application de l'article 14 de la loi 82-1153 du 30 décembre 1982 relatif aux grands projets d'infrastructures, aux grands choix technologiques et aux schémas directeurs d'infrastructures en matière de transports intérieurs (J.O. 18 juillet 1984).

Décret n° 85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi n° 83-530 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement (J.O. 26 février 1993).

Décret n° 93-245 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et l'annexe du

DEMONGEOT B. (2009), *Le cas du tramway : appropriations locales et constructions d'un objet standard d'action publique*, Journée d'étude du laboratoire junior MOSAP sur : Les savoirs, de leur production à leur mobilisation - Enquêtes sur les politiques de transport, Lyon, le 22 avril 2008, 25 p.

DE PALMA A., FONTAN C. (2001), « Choix modal et valeurs du temps en Île-de-France », *Recherche Transports et Sécurité*, n° 71, p. 24 – 46.

---

41 Nom et date ne sont pas surs. Nous avons reçu le document par mail de Martine Vernet de la Communauté Urbaine de Bordeaux le 4 mai 2012.

Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, (J.O.C.E. n° du 18.07.2002, p. 12 – 25).

DOBRUSZKES F., DUQUENNE T. (2004), « Métro ou tramway ? De l'effet des densités de population et des répartitions modales à Bruxelles », *Recherche Transports Sécurité*, n° 85, p. 221 – 240.

DOBRUSZKES F. (2011), *Tourisme, transports et environnement*, Syllabus du cours TOUR-F-407, 5<sup>me</sup> édition, 211 p.

EEA (2010), *European Union emission inventory report 1990 – 2008 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, 88 p., En ligne : <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-emission-inventory-report>, consulté le 11 août 2012.

EUROSTAT (2003), *Glossaire des statistiques de transport*, Troisième édition, Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 120p.

EUROSTAT (2011), *Europe in figures – Eurostat yearbook 2011*, 692 p. En ligne : [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-CD-11-001/EN/KS-CD-11-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-11-001/EN/KS-CD-11-001-EN.PDF), consulté le 25 juillet 2012.

FABUREL G., POLACK J.-D., BEAUMONT J. (2007), *Bruit des transports: État et perspectives scientifiques*, Paris : Documentation française, 115 p.

FRENAY P. (2001), « P+R versus urbanisation autour des nœuds de transports publics », *TEC*, n° 166, p. 20 – 29.

FRENAY P. (2005), « Le tram, outil en faveur d'une ville durable ? Réflexions tirées d'une comparaison entre quelques villes moyennes françaises et allemandes », *TEC*, n° 184, 8p.

GART (2011), *L'année 2010 des transports urbains hors l'Île de France*, 32 p., Paris : GART.

GENRE-GRANDPIERRE C. (2007), « Des « réseaux lents » contre la dépendance automobile ? Concept et implications en milieu urbain », *L'Espace géographique*, 2007/1 Tome 36, p. 27-39.

GIEC (2007), « Introduction », in *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III for the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press.

GILBERT R., PERL A. (2010), *Transport revolutions – Moving people and freight without oil*, London, Washington DC : Earthscan, 433p.

GRENELLE ENVIRONNEMENT (2012), En ligne : [www.legrenelle-environnement.fr](http://www.legrenelle-environnement.fr), consulté le 29 juillet 2012.

HENSHER D.A., BUTTON K.J. (2003), *Handbook of transport and the environment*, Amsterdam : Elsevier, 650 p.

HÉRAN F. (2008), *Le mythe des effets positifs de la vitesse en agglomération*, First international conference on Economic De-growth for Ecological Sustainability and Social Equity, Paris, le 18-19 avril 2008, En ligne : <http://events.it-sudparis.eu/degrowthconference/themes/2Special%20applications//Heran%20F%20Degrowth%20Paris%20april%202008%20paper%20FR.pdf>, consulté le 4 juillet 2012.

HUBERT J.-P. (2009), « Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs », *INSEE Première*, n° 1252, 4 p.

IBGE (2006), *Air bruxellois et transport*, 282 p., En ligne : [http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/PackInfo\\_AirTransport.PDF?langtype=2060](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/PackInfo_AirTransport.PDF?langtype=2060), consulté le 14 juillet 2012.

IBGE (2010), *Les données de l'IBGE : « Bruit – Données de base sur le plan »*, 16 p., En ligne : [http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Bru\\_1.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Bru_1.PDF), consulté le 27 juillet 2012.

INSEE (2010), « Les déplacements à Nantes Métropoles: la pole position de la voiture contestée », *Les transports et déplacements des habitants des pays de la Loire*, p. 50 – 54.

JOLY I. (2005), « L'allocation du temps au transport – De l'observation internationale des budgets – temps de transport aux modèles de durées », Thèse de doctorat, Lyon, Université Lumière Lyon 2, 339 f.

KAUFMANN V. (2000), *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines – la question du report modal*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 252 p.

KAUFMANN V. (2002), « Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux? », *Recherche Transports et Sécurité*, n° 75, p.131 – 143.

LAMETRO (2012), *Les parking relais*, En ligne : <http://www.lametro.fr/441-parcs-relais-grenoble.htm>, consulté le 31 juillet 2012.

LEE D. B., KLEIN L. A., CAMUS G. (1999), "Induced traffic and induced demand", *Transportation research record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 1659, p. 68 – 75.

LE GALÈS P. (1995), « Du gouvernement des villes à la gouvernance urbaine », *Revue française de science politique*, n° 1, p. 57 – 95.

LOI n° 82-1153 du 30 décembre 1982 relative aux orientations des transports intérieurs (J.O. 31 décembre 1982)

Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (J.O. 01 janvier 1997).

LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (J.O. 13 juillet 2010)

MALDONADO M, CHIELLO O., LE HOUÈDEC D. (2008), « Propagation of Vibrations due to a Tramway Line », *Noise and Vibration Mitigation*, n° 99, p. 158 – 164.

MARCONIS R. (1997), « Métros, V.A.L., Tramways... La réorganisation des transports collectifs dans les grandes agglomérations de province en France », *Annales de Géographie*, n° 593 – 594, p. 129 – 154.

MARGAIL F. (1996), « Les parcs relais, outils clés de politiques intermodales de déplacement urbain », Thèse de doctorat, Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées, 624 p.

MC KINSEE & COMPANY (2007), *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland*, 68 p, En ligne : [http://www.bdi.eu/download\\_content/Publikation\\_Kosten\\_und\\_Potenziale\\_der\\_Vermeidung\\_von\\_Treibhausgasemissionen\\_in\\_Deutschland.pdf](http://www.bdi.eu/download_content/Publikation_Kosten_und_Potenziale_der_Vermeidung_von_Treibhausgasemissionen_in_Deutschland.pdf), consulté le 11 août 2012.

MUSÉE DES TRANSPORTS URBAINS (2012), *Lille – Réseau urbains – Tramways*, En ligne : [http://www.amtuur.org/05\\_htu\\_tw\\_france\\_50/liste\\_alpha\\_tw\\_50/lille\\_telb/texte\\_telb.htm](http://www.amtuur.org/05_htu_tw_france_50/liste_alpha_tw_50/lille_telb/texte_telb.htm), consulté le 28 juin 2012.

NORDLUND A.M., GARVILL J. (2003), "Effects of values, problem awareness, and personal norm on willingness to reduce personal car use", *Journal of Environmental Psychology*, n° 23, p.339 – 347.

ORFEUIL J.-P. (2008), *Une approche laïque de la mobilité*, Paris : Éditions Descartes & Cie, 173 p.

OFFNER J.-M. (2001), « Raisons politiques et grands projets », *Annales des ponts et chaussées*, n°99, p. 55-59.

PALLAS M. A., LELONG J., CHATAGNON R. (2011), « Characterisation of tram noise emission and contribution of the noise sources », *Applied Acoustics*, n° 72, p. 437 – 450.

SANDROCK S., GRIEFHAHN B., KACZMAREK T., HAFKE H., PREIS A. GJESTLAND T. (2008), « Experimental studies on annoyance caused by noises from trams and buses », *Journal of Sound and Vibration* 313, p.908-919.

SCHERER M. (2011), *The image of bus and tram : first results*, Swiss Transport Research Conference, Ascona, le 11 – 13 mai 2011, En ligne : <http://www.strc.ch/conferences/2011/Scherer.pdf>, consulté le 01 août 2012.

SETRA (2010), *Fiche n°1 : Présentation de l'Enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD)*, Mobilité à longue distance, 8 p, En ligne : [http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche\\_Mobilite\\_no1.pdf](http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fiche_Mobilite_no1.pdf), consulté le 04 juillet 2012.

SMTC (2010), *Enquête ménages – déplacements 2010 sur la grande région grenobloise*, 49 p., En ligne: [http://www.aurg.org/pdf/confpress\\_EMD.pdf](http://www.aurg.org/pdf/confpress_EMD.pdf), consulté le 20 juillet 2012.

STAMBOULI J. (2007), « Les territoires du tramway moderne : de la ligne à la ville durable », *Développement durable et territoire*, Dossier 4 : La ville et l'enjeu du Développement Durable, En ligne : <http://developpementdurable.revues.org/3579>, consulté le 7 juillet 2012.

STANSFIELD S. A., MATHESON M. P. (2003), « Noise pollution : non-auditory effects on health », *British Medical Bulletin*, n° 68, p. 243 – 257.

TREIL S. (2005), « Comprendre l'évolution de la mobilité entre deux enquêtes ménages déplacements – le cas du vélo à Grenoble entre 1992 et 2002 », Mémoire de stage, Lyon, Université Lyon 2, 124 p.

UFE (s.d.), *Rapport annuel 2011*, 30 p., En ligne : [http://www.ufe-electricite.fr/IMG/pdf/ra\\_2011\\_ufe\\_fr.pdf](http://www.ufe-electricite.fr/IMG/pdf/ra_2011_ufe_fr.pdf), consulté le 25 juillet 2012.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2012), *Electric Power monthly (March 2012)*, En ligne: [http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity\\_in\\_the\\_united\\_states](http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_in_the_united_states), consulté le 25 juillet 2012.

UTP (2011), *Quelques enseignements de l'Enquête Nationale Transports et Déplacements 2008*, Note d'information, 5 p., En ligne : [http://www.utp.fr/component/fiche\\_doc/?id\\_fiche=923&admin=1](http://www.utp.fr/component/fiche_doc/?id_fiche=923&admin=1), consulté le 16 juillet 2012.

VAN CRIEKINGEN M. (2011), *Géographie urbaine et aménagement du territoire*, Bruxelles: Presses Universitaires de Bruxelles, 279 p.

VILLOT M., JEAN P., GUIGOU-CARTER C. (s.d.), « Environnement vibratoire des infrastructures de tramway », *Acoustique & techniques*, n° 32, p. 39 – 43.

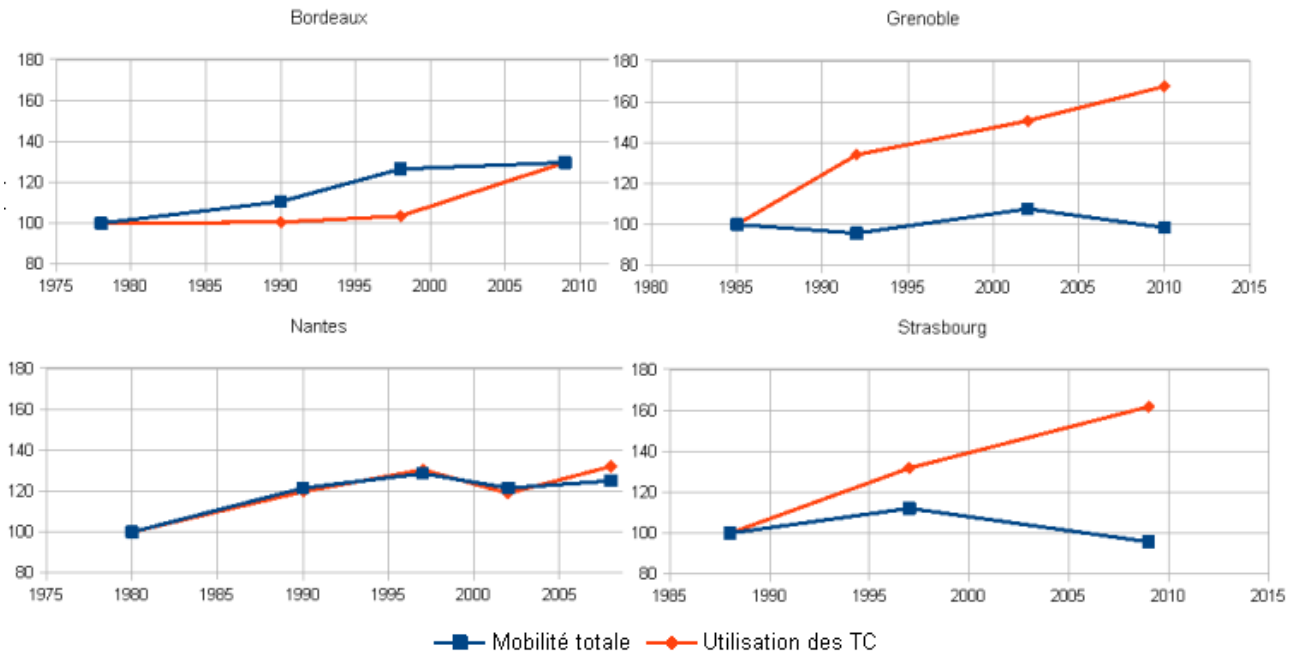
VIMBERT B. (2011), *Strasbourg post – carbone ?*, Entretien publié dans le Transflash du CERTU, n° 363, 7 p., En ligne : [http://www.covivo.eu/images/presse/110504\\_Bilan\\_e-covoiturage\\_Transflash\\_363-mai\\_deplacements\\_urbains.pdf](http://www.covivo.eu/images/presse/110504_Bilan_e-covoiturage_Transflash_363-mai_deplacements_urbains.pdf), consulté le 9 juillet 2012.



# Annexes

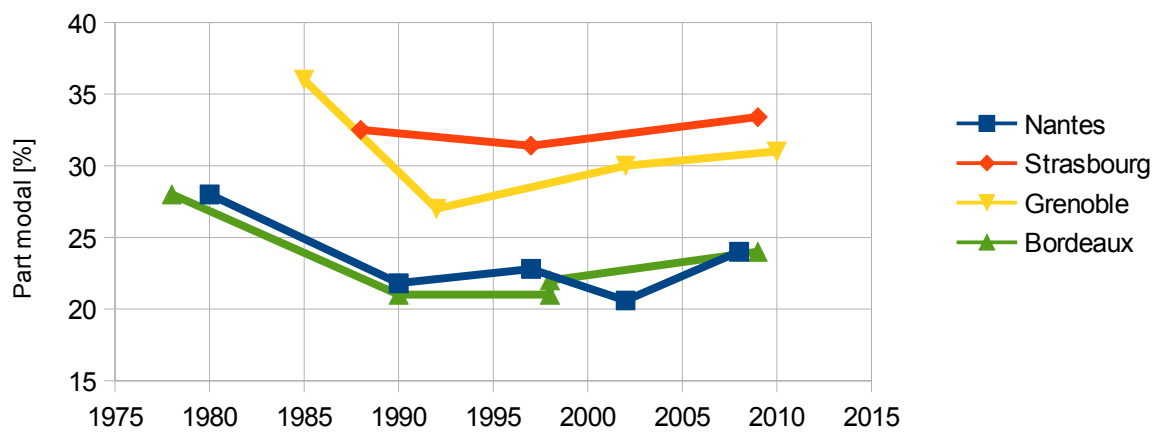
## Annexe 1 :

Développement de la mobilité totale et de l'utilisation des TC



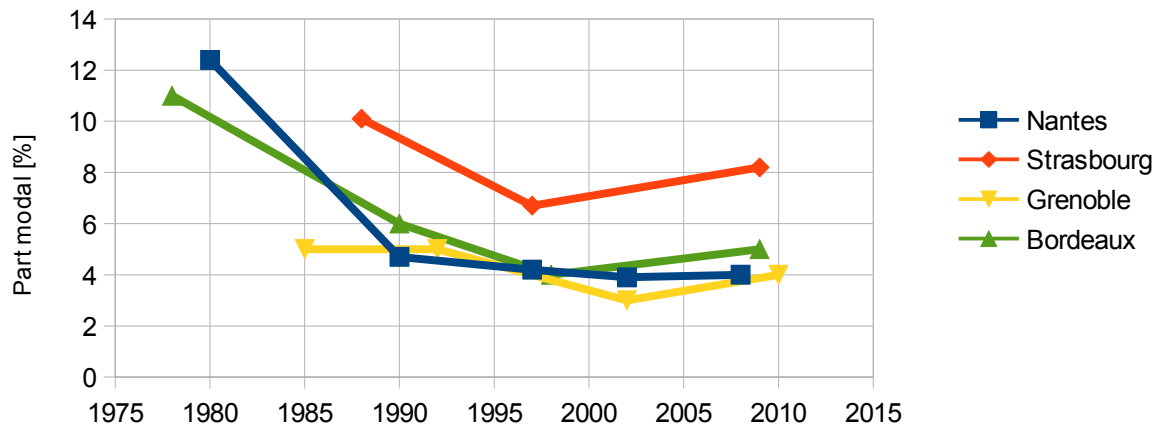
## Annexe 2 :

Part modal de la marche



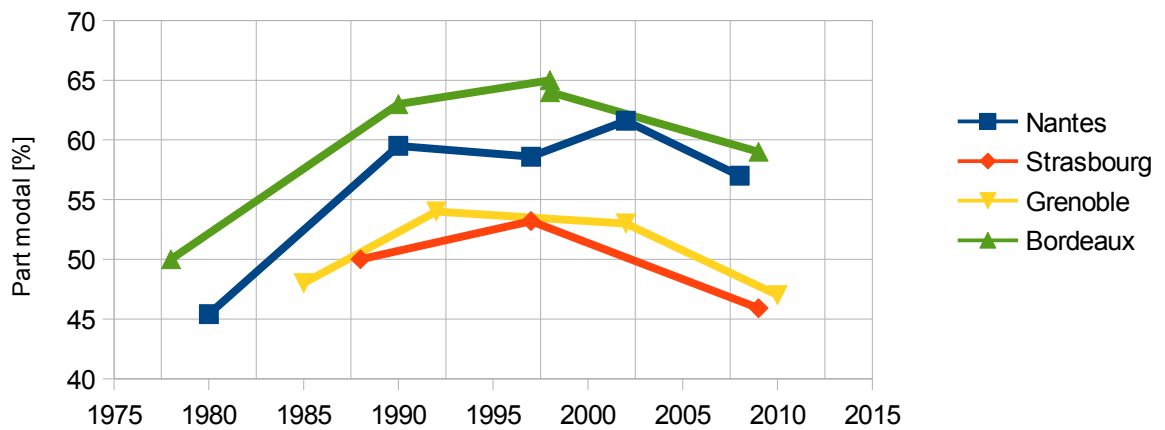
**Annexe 3 :**

Part modal deux roues



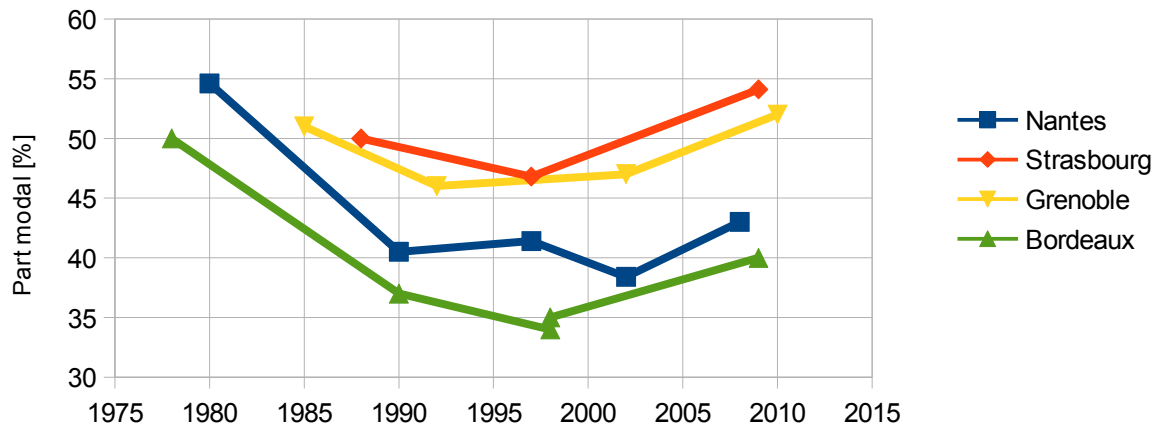
**Annexe 4 :**

Part modal de la voiture particulière



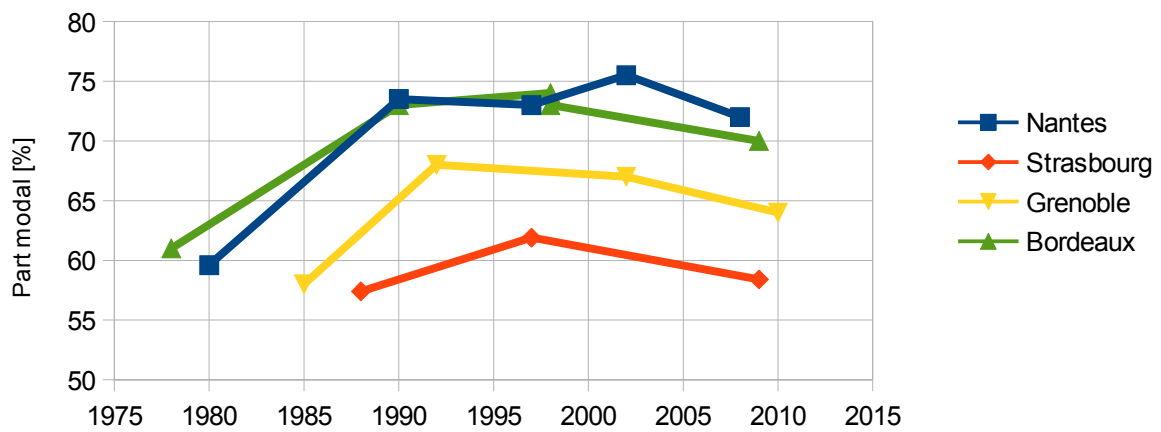
**Annexe 5 :**

**Part modal des TC et des modes doux**



**Annexe 6 :**

**Part modal de la VP et des TC ensemble**



**Annexe 6 : Éléments considérés dans le cycle de vie dans le calcul des émissions spécifiques de Chester et Horvath**

Grouping	Automobiles and buses	Rail	Air
<i>Vehicles</i>			
Operational components			
Active operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Running</li> <li>● Cold start</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Running</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Take off</li> <li>● Climb out</li> <li>● Cruise</li> <li>● Approach</li> <li>● Landing</li> <li>● Auxiliary power unit operation</li> <li>● Startup</li> <li>● Taxi out</li> <li>● Taxi in</li> </ul>
Inactive operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Idling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Idling</li> <li>● Auxiliaries (HVAC and lighting)</li> </ul>	
Non-operational components			
Manufacturing (facility construction excluded)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vehicle manufacturing</li> <li>● Engine manufacturing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Train manufacturing</li> <li>● Propulsion system manufacturing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aircraft manufacturing</li> <li>● Engine manufacturing</li> </ul>
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vehicle maintenance</li> <li>● Tire replacement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Train maintenance</li> <li>● Train cleaning</li> <li>● Flooring replacement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aircraft maintenance</li> <li>● Engine maintenance</li> </ul>
Insurance	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vehicle liability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Crew health and benefits</li> <li>● Train liability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Crew health and benefits</li> <li>● Aircraft liability</li> </ul>
<i>Infrastructure</i>			
Construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Roadway construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Station construction</li> <li>● Track construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Airport construction</li> <li>● Runway/taxiway/tarmac construction</li> </ul>
Operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Roadway lighting</li> <li>● Herbicide spraying</li> <li>● Roadway salting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Station lighting</li> <li>● Escalators</li> <li>● Train control</li> <li>● Station parking lighting</li> <li>● Station miscellaneous (e.g., other electrical equipment)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Runway lighting</li> <li>● Deicing fluid production</li> <li>● Ground support equipment operation</li> </ul>
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Roadway maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Station maintenance</li> <li>● Station cleaning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Airport maintenance</li> </ul>
Parking	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Roadside, surface lot, and parking garage parking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Station parking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Airport parking</li> </ul>
Insurance		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Non-crew health insurance and benefits</li> <li>● Infrastructure liability insurance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Non-crew health and benefits</li> <li>● Infrastructure liability</li> </ul>
<i>Fuels</i>			
Production	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gasoline and diesel fuel refining and distribution (includes through fuel truck delivery stopping at fuel station. Service station construction and operation is excluded)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Train electricity generation</li> <li>● Train diesel fuel refining and distribution (Caltrain)</li> <li>● Train electricity transmission and distribution losses</li> <li>● Infrastructure electricity production</li> <li>● Infrastructure electricity transmission and distribution losses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jet fuel refining and distribution</li> </ul>

Source : CHESTER, HORVATH, 2009