HAL
open science

Intermodalité et coûts des déplacements urbains dans les mégapoles. Les cas de Paris, Shanghai et Taipei

Chao-Fu Yeh

To cite this version:

Chao-Fu Yeh. Intermodalité et coûts des déplacements urbains dans les mégapoles. Les cas de Paris, Shanghai et Taipei. Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris-Est, 2009. Français. NNT : 2009PEST3008 . tel-00424046v2

HAL Id: tel-00424046

https://theses.hal.science/tel-00424046v2

Submitted on 15 Jul 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Paris-Est

INSTITUT D'URBANISME DE PARIS
Ecole doctorate Economie, Gestion Et Espace - EGEE

Thèse de doctorat
Discipline : Urbanisme
Spécialité : Transport

Intermodalité et coûts des déplacements urbains dans les mégapoles -

Les cas de Paris, Shanghai et Taipei

Présentée et soutenue publiquement
par Chao-Fu YEH

2 Octobre 2009

Sous la direction de Jean-Pierre ORFEUIL
Encadrée à l'INRETS par Francis PAPON

Composition du jury :

Professeur, Bruno FAIVRE d'ARCIER, Université Lumière Lyon 2
Professeur, Pierre KOPP, Université du Panthéon-Sorbonne Paris 1
Professeur, Jean LATERRASSE, Université de Marne-la-Vallée
Professeur, Jean-Pierre ORFEUIL, Université Paris 12-Val de Marne

---

Thèse préparée au sein du Département Economie et Sociologie des Transports
(DEST-INRETS)

Remerciements

La thèse est une durée riche, dans les connaissances qu'elle permet d'acquérir, et les relations qu'elle permet de nouer, mais c'est aussi un travail de longue haleine qui fait place parfois à la remise en question et aux incertitudes. Je souhaite donc remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu pour mener à bien ce travail et qui ont contribué à le rendre le plus agréable possible.

Tout d'abord, c'est avec gratitude que je remercie Jean-Pierre Orfeuil, mon directeur de thèse, qui suit mes travaux depuis plusieurs années et m'a guidé tout au long de cette période. Un grand merci pour son soutien chaleureux, ses encouragements et ses conseils avisés.

Mes vifs remerciements vont tout particulièrement à Jean-Loup Madre, directeur du DEST et à mon encadrant Francis Papon, pour son accueil au sein de l'équipe de DEST à l'INRETS et pour l'aide et le savoir-faire, me permettant ainsi d'acquérir une expérience très enrichissante. Notamment, je remercie vivement Francis Papon pour son aide précieuse de la orthographie française et ses commentaires précieux pendant ces années de thèse. Mes remerciements s'adressent aussi à Annie Berthelot, Annick Cavelier et Katia Le Talec pour leur gentillesse et leur appui.

Je suis particulièrement reconnaissante aux autres membres de mon jury : Bruno Faivre d'Arcier et Pierre Kopp, qui ont accepté avec un certain enthousiasme de juger ce travail en tant que rapporteur et qui ont porté leurs qualités de lecture et leurs remarques pertinentes. Jean Laterrasse pour l'intérêt et le regard pratique qu'ils ont manifesté pour cette recherche.

J'adresse également mes sincères remerciements à mes collègues du DEST, notamment Jacques Léonardi pour son soutien et ses conseils et aussi l'équipe de foot du DEST : Akli Berri, Ariane Dupont, Jimmy Armoogum, Philippe Marchal, Anaïs Rocci, Roger Collet, Mariame Mbacke, Shuning Yuan, Virginie Dejoux, Zéhir Kolli, qui m'ont accompagné durant cette période par leur disponibilité et leur gentillesse.

Je tiens à écrire ici ma reconnaissance envers mes parents, cette thèse n'aurait peut-être pas abouti sans eux, qui m'ont apporté un soutien et un réconfort irremplaçable. Enfin, merci du fond du cœur à ma fiancé, Ming-Fang, pour son grand soutien inconditionnel pendant cette durée.

Sommaire

Introduction et démarche.....5

Contexte général 5

Positionnement de la problématique de recherche.....7

Cadre méthodologique de la recherche.....10

Organisation de la thèse 12

PREMIERE PARTIE : L'état des transports urbains et de l'intermodalité dans les mégapoles.....15

INTRODUCTION 17

CHAPITRE 1: ETAT DES LIEUX ET EVOLUTIONS DE LA MOBILITE DANS LES GRANDES VILLES.....20

1.1 L'évolution de la motorisation 20

1.2 L'évolution du transport collectif urbain.....26

CHAPITRE 2: LES PERSPECTIVES DU TRANSPORT URBAIN.....32

2.1 La répartition modale du transport urbain 33

2.2 Le développement durable du transport urbain 36

2.3 L'obstacle de développement VP et TC dans la ville.....39

2.4 Le transport urbain comme système dynamique 42

2.5 La complémentarité potentielle entre les modes.....44

CHAPITRE 3: L'INTRODUCTION DU TRANSPORT INTERMODAL 51

3.1 L'intermodalité en zone urbaine : première approche.....51

3.2 Les avantages théoriques du transport intermodal.....54

3.3 Une demande de déplacement intermodale encore faible : l'exemple de l'Île-de-France.....58

3.4 Les determinants de la demande intermodale : revue de la litterature.....60

3.5 Conclusion 63

CHAPITRE 4: LE CAS DE SHANGHAI 64

4.1 La situation et la perspective de développement à Shanghai.....64

4.2 Situation géographique, démographique, économique.....64

4.2.1 Population flottante 67
4.3 Financement des infrastructures 71
4.4 Le dimensionnement des infrastructures de transport urbain 73
4.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain à Shanghai 87
4.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 102
CHAPITRE 5: LE CAS DE TAIPEI 107
5.1 Situation géographique 108
5.2 La situation démographique et socio-économique 111
5.3 Les modes de transport urbain 113
5.4 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 124
CHAPITRE 6: LE CAS DE L'ÎLE-DE-FRANCE 128
6.1 Situation géographique 129
6.2 Situation de la population 130
6.3 Situation économique 132
6.4 L'offre des transports urbains en Île-de-France 134
6.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain en Île-de-France 141
6.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 153
6.7 Synthèse des trois cas d'étude 156

DEUXIEME PARTIE : L'analyse des coûts de déplacement par zone urbaine 159

INTRODUCTION 160
CHAPITRE 7 : LES COMPOSANTS DU COUT GLOBAL DE DEPLACEMENT ET SON MODELE D'ANALYSE 164
7.1 Définition des coûts 164
7.2 Désagrégation du coût global de déplacement 165
7.3 Définition internationale de la composition 168
7.4 Catégorie de coût de déplacement 169
7.5 Littérature historique sur le coût de transport 171
7.6 Le modèle d'analyse du coût global de déplacement 174
7.7 Concept de diagnostic lié à la compétitivité des modes et aux mesures de transport 193
CHAPITRE 8 : LE COUT DU TEMPS DE DEPLACEMENT 196

8.1 Le concept théorique de la valeur du temps.....196
8.2 Revue des valeurs du temps proposés par la littérature 197
8.3 Valeur du temps en dedans/dehors du véhicule 204
8.4 Temps de déplacement des modes 207
8.5 Comparaison des coûts du temps.....217
8.6 Synthèse sur le coût du temps.....223
8.7 Avantage et inconvénient selon le coût du temps 224
8.8 Bilan.....229
CHAPITRE 9 : LE COUT MONETAIRE POUR LES USAGERS.....230
9.1 Coût de détention 230
9.2 Coût variable d'usage 238
9.3 Coût total d'usage des modes 247
9.4 Synthèse du coût privé à la charge des usagers 249
9.5 Les coûts à la charge des employeurs pour leurs employés en Île-de-France 252
CHAPITRE 10: LE COUT PUBLIC.....255
10.1 Les coûts publics liés à l'usage de la voirie.....255
10.2 Le coût public lié aux transports en commun 262
10.3 La comparaison des coûts de fonctionnement et d'investissement lié à l'usage des voiries et au transport public 271
10.4 Le rendement public du déplacement 272
10.5 Bilan.....276
CHAPITRE 11 : LES COUTS EXTERNES 279
11.1 Coût de la pollution atmosphérique 284
11.2 Le bruit.....291
11.3 L'effet de serre.....298
11.4 La congestion 301
11.5 Les accidents.....307
11.6 Bilan 312
CHAPITRE 12: Synthèse des coûts de déplacement.....315
12.1 Synthèse des coûts de déplacements.....315
12.2 Approche économique 325
12.3 Approche comptable désagrégée.....328

12.4 Bilan 331

Chapitre 13 : Comparaison générale des coûts de déplacement dans les mégapoles 334

13.1 Comparaison entre le coût monétaire privé et le salaire moyen 334

13.2 Comparaison entre le coût total de déplacement et le salaire moyen 339

13.3 Les enseignements des comparaisons 342

TROISIEME PARTIE : Développement d'une mobilité plus durable dans les mégapoles 345

CHAPITRE 14 : LES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DURABLE DANS LES MEGAPOLES.....346

14.1 Île-de-France : les perspectives de développement durable à travers le SDRIF, le PDU et PDP de Paris 346

14.2 Le plan de transport urbain pour une mobilité plus durable à Taipei 356

CHAPITRE 15 : QUELS ENSEIGNEMENTS DE CE TRAVAIL POUR UNE POLITIQUE INTERMODALE ET UNE MOBILITE PLUS DURABLE EN ILE-DE-FRANCE ? 366

15.1 Les coûts des modes : quel statut ? 368

15.2 Les modes : quels potentiels de développement ? 371

15.3 Analyse de deux politiques intermodales au service du développement durable.....381

15.4 Les enseignements pour la ville de Taipei à partir du cas d'Île-de-France 392

CONCLUSION GENERALE 401

16.1 Les principaux résultats 402

16.2 Pistes de recherches ultérieures 409

Références bibliographiques 413

Liste des signes et abréviation..... 433

Table des illustrations 437

Table des matières détaillées 453

Annexes 461

Introduction et démarche

Nous présenterons d'abord le contexte général sous l'angle sociétal et scientifique dans lequel s'inscrit notre thèse. Nous décrirons ensuite le positionnement de la problématique de cette recherche et le cadre méthodologique de cette recherche. Enfin, nous exposerons notre démarche empirique.

Contexte général

La population urbaine s'accroît rapidement et en particulier dans les pays émergents où les mégapoles[1] se développent à grande vitesse. Ce phénomène engendre une forte hausse de la mobilité en ville. Ensuite, cette tendance à des mobilités accrues peut également amener des problèmes grandissants de saturation des réseaux, aux conséquences socio-économiques et environnementales redoutables, comme la congestion du trafic, la pollution atmosphérique locale et la contribution à l'effet de serre, l'extension des distances de déplacement, l'insécurité etc.

Depuis la conférence de *Kyoto* en 1997, les populations et les États ont pris conscience que les émissions de CO_2 liées à l'effet de serre qui en découle pouvaient constituer un risque pour la qualité de la vie sur notre planète. Avec l'augmentation des gaz à effet de serre et le réchauffement climatique, les comportements et les modes de vie sont visés. On sait que le transport routier est un des facteurs importants de cette pollution, même s'il n'est pas le seul.

Pour cela, décideurs, professionnels et chercheurs du transport orientent de plus en plus leurs réflexions sur la problématique environnementale et la nécessité de réduire l'usage des véhicules motorisés, notamment en zone agglomérée afin de créer une ville plus agréable et durable.

Encourager l'usage diversifié des modes, et notamment l'intermodalité est donc une façon favorable de réduire le niveau d'usage de véhicule motorisé, pour protéger notre santé, pour aménager les voiries plus agréablement en faveur des piétons et des cyclistes, pour réduire le coût des infrastructures à construire en faveur des pouvoirs

[1] Le développement de l'espace dans de très grandes régions urbaines a donné naissance à différents qualificatifs, on utilise ci-dessous le terme de ¨mégapole¨ pour designer de très grands ensembles urbains.

publics. Pourtant, l'usage des véhicules individuels continue à croître et le changement du comportement préconisé par les scientifiques semble difficile à concrétiser jusqu'à présent, et les conséquences de la croissance de l'usage des véhicules motorisés sont peu maîtrisées.

Intermodalité[2], le terme à la mode depuis quelques années est désormais dans tous les rapports, dans tous les discours et projets d'envergure. La notion n'est pas récente, comme dans *ISTEA* (1991), *GART-ADEME* (1997), *Commission européenne* (2001), *Projet INTERMODA* (2002), *Eurostat and ECMT* (2004) etc. : les problèmes d'articulation des différents modes de transports et de cohérence de l'offre, sont des problèmes aussi anciens que les transports eux-mêmes. Pourtant l'intermodalité, si souvent invoquée, est encore trop peu mise en pratique.

Selon le rapport de l'*ECMT*, la définition stricte du transport intermodal ne concerne d'abord que le transport du fret. Cependant, cette définition du transport intermodal ne prescrit pas seulement l'usage du transport de fret, en fait, le transport intermodal, au sens général, peut également être appliqué dans le transport de voyageur à l'instar de *P+R* (parcs relais), *VP+TC*, l'intégration systématique (carte à puce) etc. Selon le livre blanc en Europe (2001), le transport intermodal de voyageurs semble une des directions de politiques de transport efficaces afin d'arriver à équilibrer le développement des modes de transport routier et de transport collectif. Ce dernier mode n'est pas toujours capable maintenant d'offrir un service porte-à-porte pour la plupart des habitants en ville.

On reconnaît généralement de nos jours qu'un obstacle important pour la croissance du transport en chaînes, qui incluent le déplacement par rail, est souvent la mauvaise qualité de service (notamment, longue durée, haute probabilité des dommages, coûts élevés) de la correspondance entre les transports routiers et le rail et aussi les transports non-motorisés.

En fait, le concept d'intermodalité figure en bonne place dans la panoplie des orientations. Ce concept peut être très large : On peut parler de politique intermodale dès lors que le développement et la gestion des différents réseaux fait l'objet d'une approche intégrée. On peut aussi en avoir une approche très étroite. On parle alors de l'intermodalité lorsque des dispositifs spécifiques sont mis en œuvre pour faciliter l'usage successif de deux (ou plus) moyens de déplacement au cours d'un même trajet,

[2] Le transport intermodal est une caractéristique d'un système de transport qui permet au moins à deux modes différents d'être intégrés dans un même déplacement porte-à-porte. En outre c'est un indicateur de qualité du niveau de l'intégration entre différents modes de transport. Dans la théorie fondamentale de l'intermodalité, elle signifie plus d'intégration et de complémentarité entre les modes en fournissant les moyens pour un usage du système de transport plus efficace.

dans le but de tirer au niveau des qualités de chacun des moyens sur l'un des maillons de la chaîne. C'est notamment cette dernière acception du terme que nous retiendrons ici.

Favoriser l'intermodalité, c'est donner au transport public les atouts pour tenir sa place dans nos villes. C'est aussi à aider à une réelle complémentarité des modes de transport pour minimiser les nuisances occasionnées par un usage incontrôlé des véhicules motorisés. C'est susciter un transfert modal des véhicules motorisés vers les autres modes de transport plus verts. Enfin, à différents niveaux territoriaux, les schémas régionaux de déplacement, les plans de déplacements urbains, voire même les contrats de plan Etat-régions constituent autant d'opportunités de mise en œuvre des politiques d'intermodalité.

Quant aux connaissances scientifiques sur le sujet, elles sont encore très segmentées, même si de plus en plus de recherches interdisciplinaires et transversales à différentes thématiques commencent à voir le jour. De plus, l'état des savoirs sur la praticabilité de mise en service de l'intermodalité et les logiques individuelles dans les choix modaux demeure insuffisant pour apporter des réponses à ce problème d'encouragement de l'intermodalité dans la ville.

Tout d'abord, le regard scientifique de cette recherche sur l'intermodalité a fait l'objet de recherches dans le litterature. Ces approches apportent des connaissances sur les enjeux de l'intermodalité dans le transport urbain dans les mégapoles. Pour cela, en termes scientifiques, nous avons pour ambition de saisir les questions en amont autour de la potentialité de l'intermodalité dans le transport urbain dans les mégapoles, d'une part, transversalement aux trois mégapoles étudiées liées à des dimensions différentes (de par leurs situations socio-économiques, démographique, géographique, leurs répartitions modales et leurs mobilité) ; et d'autre part, dans une perspective économique, par le biais d'une approche quantitative. Nous avons choisi de nçous intéresser à trois mégapoles : l'Île-de-France, Taipei et Shanghai.

Positionnement de la problématique de recherche

Notre problématique s'inscrit dans les réflexions sur la potentialité et la praticabilité du transport intermodal dans les mégapoles en vue d'une réduction raisonnable de l'usage des véhicules motorisés dans le cadre de développement durable.

Selon la description qualitative du transport urbain dans les mégapoles, on peut savoir que la mobilité urbaine est toujours dans une situation différente selon les mégapoles d'étude. Autrement dit, le développement du transport intermodal dans ces mégapoles

rencontre normalement des challenges différents. C'est la raison pour laquelle nous visons d'abord à étudier de manière plus approfondie de la situation actuelle de la mobilité urbaine afin de prendre le mesure des problèmes relatifs au développement de transport urbain dans chaque mégapole et d'autre part de tracer le développement potentiel pour l'intermodalité dans ces mégapoles. Dans l'ensemble, nous traitons les trois séries de problématique liées à l'intermodalité dans le cadre de développement durable de transport urbain.

➢ **La première série de questions :**

Avant d'analyser le transport intermodal dans les mégapoles, l'étude de leur mobilité urbaine est indispensable, du fait que le développement de l'intermodalité doit être fondé sur le réseau de transport urbain existant. Pour cela, nous nous intéressons ici aux deux questions principales autour de la mobilité urbaine et de l'intermodalité dans les mégapoles d'étude.

※ Quel est l'état actuel de la mobilité et de l'intermodalité dans les villes, en Île-de-France, à Shanghai et à Taipei?

※ A-t-elle assez d'attrait aujourd'hui pour encourager les gens à utiliser le transport collectif et à la fois à réduire la dépendance du véhicule motorisé dans ces mégapoles ?

À la suite de ces deux questions, nous visons à décrire les points forts et faibles liés au système de transport urbain et les problèmes rencontrés de la mobilité dans les mégapoles. Au-delà ces réponses, nous pouvons orienter la direction potentielle de développement de l'intermodalité dans ces mégapoles.

➢ **La deuxième série de questions :**

Sous l'angle des voyageurs, la dépense monétaire de transport, le budget de temps sont les premiers facteurs décisifs liés au choix de mode. Pour cela, nous pouvons utiliser le coût privé, c'est-à-dire la somme d'un coût monétaire et d'un coût temporel, de déplacement afin de diagnostiquer le niveau d'attraction des modes. Quant à l'aspect des pouvoirs publics, les dépenses publiques et les coûts externes doivent aussi être prises en compte.

Par ailleurs, il est encore rare de trouver des recherches qui concentrent tous ces coûts dans la même plate-forme d'analyse. À cause des coûts négligés, le développement du transport urbain n'est pas cohérent et durable, en penchant pour un mode. Dans ce

sens, nous visons à ici répondre à trois questions liées à l'application de l'analyse des coûts de déplacement à la recherche de la mobilité urbain dans le cadre de développement durable.

※ Sous l'angle des coûts de déplacement, comment peut-on distinguer le niveau d'attraction des modes pour les voyageurs en fonction des coûts de déplacement à l'échelle de mégapoles différentes afin de refléter la mobilité urbaine actuelle ? Quel lien a-t-elle entre les coûts de déplacement et le choix modal des voyageurs ?

※ Pour analyser le développement durable du transport urbain, nous prenons en compte non seulement le point de vue des usagers et celui des pouvoirs publics, mais aussi celui de la société à travers les externalités produites. Donc, comment pouvons-nous établir un modèle de diagnostic pour le développement durable du transport urbain fondé sur les aspects liés aux coûts de déplacement ?

※ À la suite de l'analyse des coûts de déplacement lié aux trois dimensions, quelle direction de développement du transport urbain pouvons-nous tracer pour la mégapole à venir ? (C'est plutôt vers l'usage de *TC*, de *VP* ou bien de modes non-motorisé etc. ?)

Dans cette deuxième série de questions, nous cherchons les éléments principaux qui peuvent expliquer la structure de la mobilité urbaine et la direction de développement par l'activité, le territoire pour les mégapoles d'étude. Ensuite, nous visons à constater et comparer ensemble ces éléments à travers des mégapoles.

➢ **La troisième série de questions :**

Après avoir évalué les coûts de déplacement, les pouvoirs publics peuvent mettre en œuvre des stratégies et des mesures de transport fondées sur le modèle des coûts afin de créer une mobilité urbaine plus durable. Pour cela, nous proposons les deux questions concernant sur l'étude des mesures de transport dans les mégapoles.

※ Qu'a été, qu'est et que sera la perspective de développement du transport urbain dans la cadre de développement durable pour les mégapoles d'étude en ce qui concerne la direction de développement à moyen et à long terme ?

※ Comment degager une ensemble de mesures cohérentes dans le cadre de développement durable en fonction des dimensions différentes (environnement, financement public, efficacité de mobilité et développement urbain compatible) ? De plus, quelles mesures peuvent-elle être favorable pour encourager l'intermodalité dans la mégapole ?

Dans cette série de questions, nous vison à diagnostiquer la pertinence des mesures liée au développement durable et à la fois préciser les points forts et faibles pour ces mesures par l'activité et par le territoire dans les mégapoles.

Cadre méthodologique de la recherche

À la suite de la définition de problématique de notre recherche, nous décrirons ensuite à établir les six étapes principales de notre processus de recherche.

Positionnement de la recherche : Nous visons d'abord à explorer la classification des déplacements de voyageurs et la typologie des déplacements intermodaux à travers des dimensions différentes (socio-économique, démographique géographique etc.) dans les mégapoles d'étude.

Analyse de la littérature: Nous visons à recueillir les littératures générales par trois parties : la première partie se focalise sur l'étude de l'intermodalité pour le transport urbain ; la deuxième partie concerne sur les études de la mobilité urbaine dans les mégapoles d'étude et la troisième partie concentre sur les études des coûts de déplacement dans le système de transport urbain.

Modèle d'analyse des coûts : Selon la typologie des coûts de déplacement par mode et par territoire dans la mégapole, nous établissons un modèle général de l'évaluation des coûts de déplacement (les approches comptable et économique) et un modèle de diagnostic des modes (la compétitivité des modes). Ensuite, nous présentons respectivement l'évaluation des coûts de déplacement (le coût privé, le coût public et le coût externe etc.) pour les mégapoles.

Comparaison des coûts : Après avoir évalué les coûts de déplacements par l'activité, par mode et par territoire, nous visons d'abord à faire une synthèse des coûts liée à l'approche différente (l'approche comptable et économique) dans les mégapoles (notamment en Île-de-France et à Taipei). Nous proposons ensuite une comparaison entre les coûts et le salaire moyen dans les mégapoles afin de référer mieux comparer les megapoles elles.

Perspectives de développement : Face au défi de la mobilité dans la mégapole, nous visons à présenter les perspectives de développement durable du transport urbain dans les mégapoles d'étude et à la fois tracer les voies de développement à moyen et à long terme.

Modèle de diagnostic des mesures : A la suite des perspectives de développement dans les mégapoles, nous établissons le modèle de diagnostic des mesures fondé sur les quatre perspectives aux dimensions différentes (l'environnement, le financement

public, l'efficacité de mobilité et le développement urbain compatible) et les coûts de déplacement. Enfin, nous appliquons ce modèle de diagnostic aux quinze mesures de transport urbain afin de mettre en examen de la compatibilité des mesures.

Conclusion et suggestion : Dans la dernière partie du travail, nous avançons des conclusions concrètes d'après les résultats des analyses et donnons des suggestions pour les recherches ultérieures.

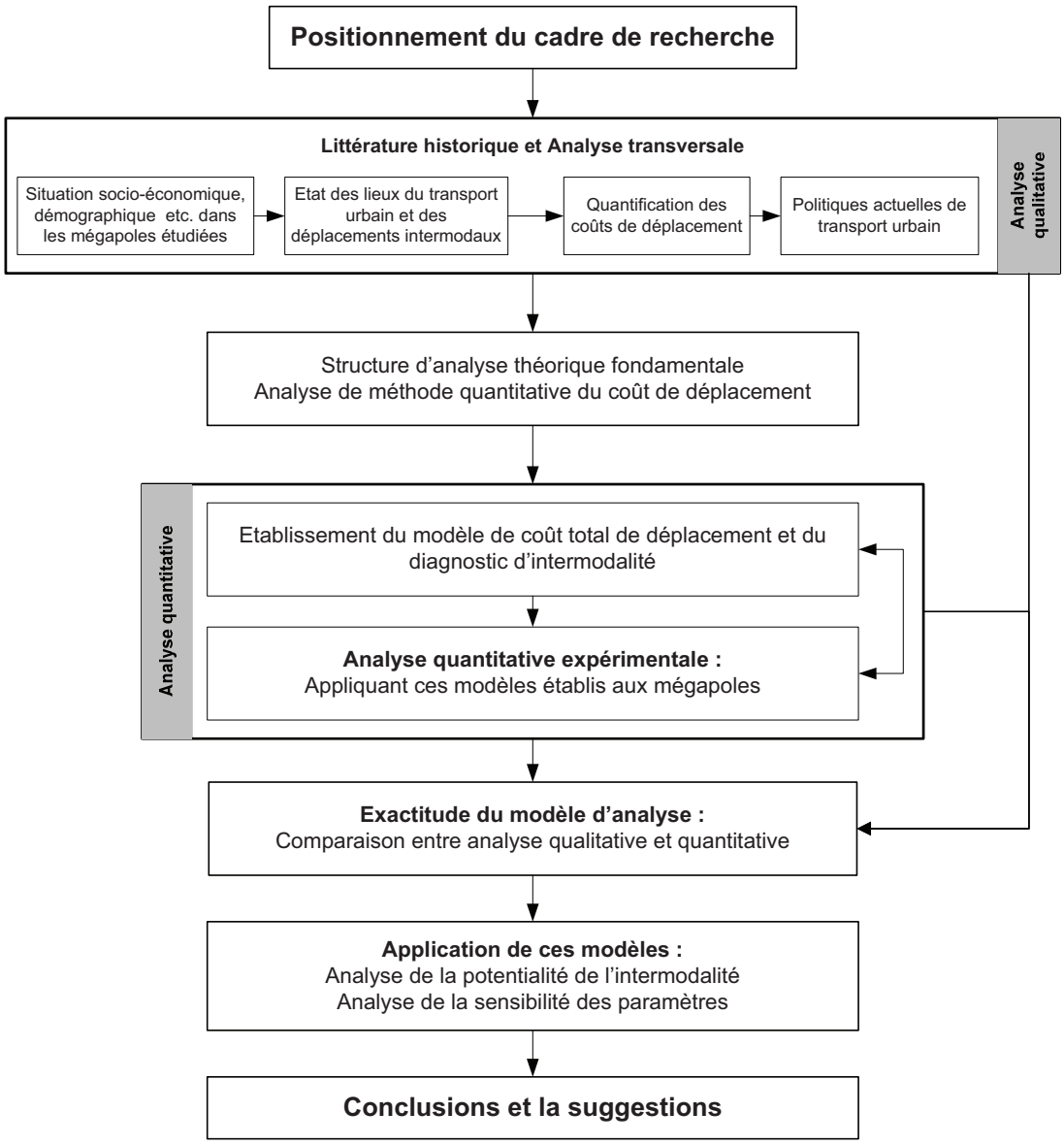


FIGURE A : Organigramme de la recherche

Organisation de la thèse

L'objectif d'encouragement du transport intermodal, se basant sur un réseau de transport collectif performant, vise non seulement à réduire la dépendance à l'usage des véhicules motorisés, mais aussi à fournir à tous les habitants un autre choix adéquat pour leurs déplacements quotidiens et un environnement plus agréable et durable, notamment pour les zones urbaines. Notre thèse s'articule en trois parties principales :

Partie I : Les transports urbains dans les trois mégapoles

Nous concentrons d'abord la première partie sur la description de l'évolution de la mobilité urbaine et sur la potentialité du transport intermodal dans les mégapoles. Il s'agit dans un premier temps de comprendre la concurrence entre les différents types (*TC* et *VP*) selon les dimensions différentes liées aux conditions socio-économiques, démographiques et environnementales (*chapitre 1*), et puis, il nous faut aussi dépeindre les tendances futures du transport urbain en fonction de la notion de développement durable (*chapitre 2*). Après la description générale du transport collectif et du véhicule motorisé dans le système de transport urbain, nous présentons ensuite le concept fondamental de transport intermodal en zone urbaine, ses caractéristiques spécifiques et ses avantages/inconvénients (*chapitre 3*). De plus, nous étudions les trois mégapoles afin de bien connaître les facteurs potentiels de mise en intermodalité dans le système de transport urbain (*chapitres 4, 5 et 6*).

Partie II : L'analyse des coûts de déplacement dans les mégapoles

Dans cette partie, nous visons à établir un système d'algorithme pour évaluer les coûts de déplacement en zone urbaine. En effet, l'objectif de ce modèle d'évaluation des coûts peut vraiment refléter les compétitivités des modes de transport de différents points de vue (l'usager, le pouvoir public et la société). Au début de cette partie, nous visons à décomposer le coût en quatre composants: le coût du temps de déplacement, les coûts d'usage, les coûts publics et les coûts. De plus, nous proposons un processus de modélisation du coût total de transport intermodal afin de faire les recherches subséquentes (*chapitre 8*).

À la suite de la description de la structure d'analyse, nous montrons ensuite le processus de l'algorithme selon les coûts décomposés à l'instar du coût du temps de déplacement (*chapitre 9*), du coût d'usage (*chapitre 10*), du coût public (*chapitre 11*)

et du coût externe (*chapitre 12*) dans les mégapoles d'étude. De plus, nous ferons respectivement les bilans généraux dans les chapitres 9 à 12 afin de décrire précisément les résultats d'estimation obtenus. À la fin de cette partie, nous ferons une synthèse de l'évaluation des coûts dans les mégapoles (*chapitre 13*) et une comparaison des coûts par rapport au salaire local moyen à travers des mégapoles (*chapitre 14*).

Partie III : Enseignements de la recherche pour une mobilité plus durable

Le contenu de cette partie comprend deux axes principaux : les perspectives de développement durable dans les mégapoles liées au plan de développement du transport urbain dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei (*chapitre 15*) ; les enseignements de ce travail pour une politique intermodale et une mobilité plus durable en Île-de-France et à Taipei (*chapitre 16*) dans lesquels nous proposons certaines politiques de transport potentieles (comme le stationnement, le financement et la tarification de transport public) liées à l'incitation de l'intermodalité et au développement d'une mobilité plus durable dans les mégapoles. Enfin, nous exposons nos résultats et proposons les prolongements possibles pour les recherches futures.

Note - Equivalence **M**onétaire :

Dans notre recherche, nous indiquons les valeurs estimées en fonction de la valeur monétaire locale (Yuan renminbi chinois ***CNY*** et new dollars taïwanais ***TWD***). Les taux de conversion sont les suivants :

- 1 EUR = 9.3 CNY
- 1 EUR = 44 TWD
- 1 USD = 6.8 CNY
- 1 USD = 33 TWD

PREMIERE PARTIE :

L'état des transports urbains et de l'intermodalité dans les mégapoles

Dans le monde entier, les grandes villes[3] sont confrontées aux inconvénients liés à la forte croissance de l'usage des véhicules particuliers. La qualité de vie et l'accessibilité pour tous sont menacées. Il existe une solution qui peut améliorer la qualité de vie et l'accessibilité par rapport aux déplacements de porte-à-porte en véhicule particulier, il s'agit d'encourager le transport intermodal dans lequel le transport en commun a un rôle substantiel à jouer. Notre étude porte sur trois mégapoles : l'Île-de-France, le grand Taipei et Shanghai.

3 Selon le rapport ¨World Urbanization Prospects¨ (l'*ONU*, 2004), il est indiqué que la population totale dans le monde en 2003 atteignait 6.3 milliards d'habitants dont la population urbaine atteignait *3.04* milliards d'habitants.

INTRODUCTION

Au XVIIIe siècle, dans tous les pays du monde, on ne circulait qu'à pied ou à cheval pour les déplacements quotidiens. Il suffisait seulement de bâtir des rues, des places. Et puis, au XIX siècle, sont apparus les modes mécanisés : le train, le tramway ensuite sont arrivés les automobiles, le métro, le bus, qui circulent sur des réseaux toujours plus grands. C'est pourquoi on dit souvent que le vingtième siècle a été un siècle de transition pour l'humanité. De plus, le phénomène de l'urbanisation de la population et la motorisation a amené à compliquer les problèmes de transport urbain dans la ville. Nous pouvons observer la tendance de l'urbanisation : il y a presque 50 % de toute la population vivant en zone urbaine en 2003 contre à 30% en 1950.

TABLE A : Évolution de la population urbaine dans le monde

Groupe de développement	Population (Milliard)				
	1950	**1975**	**2000**	**2003**	**2030**
Population totale					
Monde	2.52	4.07	6.07	**6.30**	8.13
Régions plus développées [a]	0.81	1.05	1.19	**1.20**	1.24
Régions moins développées	1.71	3.02	4.88	**5.10**	6.89
Population urbaine					
Monde	0.73	1.52	2.86	**3.04**	4.94
Régions plus développées [a]	0.43	0.70	0.88	**0.90**	1.01
Régions moins développées	0.31	0.81	1.97	**2.15**	3.93

[a] Les régions plus développées comprennent les pays en Europe, en Amérique du Nord, l'Australie, la Nouvelle Zélande et le Japon. Les autres pays dans le monde sont les régions moins développées.

Source: l'ONU, 2004

À mesure que se développe l'industrie automobile depuis le début du XXème siècle et que la population se concentre dans les villes, la structure du transport urbain passe également par trois périodes de transition au 20ème siècle : dans le première période, la forme fondamentale du transport urbain est multimodale, plutôt les transports

collectifs et les modes non-motorisés. Par exemple, 60% de la mobilité se faisait à pied pour les déplacements domicile-travail en Grande-Bretagne en 1900 (Pooley & Turnbul, 2000), et 50% des distances sont parcourues à pied en France en 1925 (Grubler, 1991). En France et en Europe, l'urbanisation est guidée par les lignes de chemin de fer.

Dans la deuxième période, l'automobile prend un rôle majeur dans le système de transport urbain, du fait qu'elle peut offrir de manière plus attractive un service de déplacement porte-à-porte direct et plus confortable par rapport aux autres modes existants. La prospérité de l'automobile apparaît dès les années 1920 aux Etats-Unis. Elle attend les années 1950 en Europe occidentale, 1960 au Japon, 1970 en Amérique latine, 1980 en Europe orientale et 1990 en Asie du Sud-est (Papon, 2003). Par exemple, le taux de la possession d'automobile en France en 1956 atteignait 80 voitures par mille d'habitants, il y avait 81.9 voitures par mille d'habitants au Japon en 1965 et seulement environ 8.8 voitures par mille d'habitants en Chine en 1995[4] (voir une description plus détaillée dans le chapitre 1.1 de Partie I).

La troisième période définit en terme d'objectif à atteindre pour une cohérence multimodale entre les modes : non-motorisés, le transport collectif et les véhicules motorisés. On peut approximativement définir cette période de transition qui commence des années 90 au début de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement ayant lieu à Rio de Janeiro au Brésil en 1992 en réunissant 110 chefs d'Etats et de gouvernements et 178 pays. Cette première conférence précise la notion de développement durable :

« Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. » (Principe 1), et « Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement et ne peut être considérée isolément » (Principe 4).

[4] Source : *INSEE* pour la France, Statistics Bureau pour le Japon sur le site http://www.stat.go.jp/ et National Bureau of Statistics of China.

La protection de l'environnement exige une maitrise faite des émissions de CO_2. Le protocole de Kyoto[5] a constitué un premier pas. L'objectif ¨facteur 4¨ (diviser par quatre des émissions de CO_2 à ligne 2050) ne pourra être sans une diminution des émissions des transports[6].

Enfin, sur les territoires urbains caractérises par leurs folle densités, les modes dont l'occupation de l'espace est le plus faible devraient être favorisés. Donc, créer un système de transport urbain plus harmonieux et plus soutenable est un objectif pour les gouvernements.

[5] Le protocole de *Kyoto* il propose un calendrier de réduction des émissions des gaz à effet de serre qui sont considérés comme la cause principale du réchauffement climatique des cinquante dernières années. Il comporte des engagements absolus de réduction des émissions pour 38 pays industrialisés, avec une réduction globale de 5,2 % des émissions de dioxyde de carbone d'ici 2012 par rapport aux émissions de 1990. Ile ne constitue, selon toute vraisemblance, qui en premier pas vers des objectifs plus contraignants.

[6] Lavergne R. et al. (2006), Le "facteur 4", Annales des Mines - Responsabilité et Environnement, No. 44, p. 89

CHAPITRE 1: ETAT DES LIEUX ET EVOLUTIONS DE LA MOBILITE DANS LES GRANDES VILLES

Dans le réseau de transport urbain, le mode de transport collectif (*TC*) et les véhicules particuliers (*VP*) jouent les premiers rôles. Les modes non-motorisés gardent une place importante, notamment dans les villes en développement[7]. Selon la forme urbaine et l'intensité économique, la structure du transport urbain diffère. Bien sûr, les problèmes de transport urbain rencontrés dans ces villes pour l'instant ne sont pas les mêmes. Il nous faut d'abord comprendre la tendance de l'évolution entre le transport collectif et le véhicule particulier dans les différentes régions afin d'envisager plus précisément les problèmes de transport urbain actuels dans les villes.

Dans ce chapitre, nous visons en premier à présenter l'évolution de la motorisation et du transport collectif urbain à l'échelle internationale pour constater la tendance principale du transport urbain selon les différentes villes dans le monde, surtout pour les villes asiatiques.

1.1 L'évolution de la motorisation

Avant la révolution industrielle, le transport urbain est toujours composé par les modes non-motorisés, à l'instar de la marche à pied, du véhicule à traction animale, et de la navigation lorsque les villes sont baignées par des rivières, mais la marche était le moyen fondamental de déplacement en ville.

Les premiers espaces à s'être industrialisés ont été la Grande-Bretagne et la Belgique à la fin du XVIIIe siècle, ensuite la France au début du XIXe siècle, ce sont les pays de la première vague de l'industrialisation. L'Allemagne et les Etats-Unis quant à eux se sont industrialisés à partir du XIXe siècle, puis le Japon à partir de 1868, on peut parler pour ces pays de la deuxième vague de l'industrialisation. À mesure que s'industrialise la production, l'économie nationale et la vie du peuple s'améliorent beaucoup et les villes croissent très rapidement. Par ailleurs, cette industrialisation amène aussi la croissance rapide des véhicules motorisés.

La table suivante représente la possession de l'automobile pour mille habitants dans une dizaine de pays du monde. Il comprend des pays en Europe de l'Ouest, en Amérique du Nord et le Japon qui ont un taux très élevé de possession de

[7] Dans la ville de Shanghai en Chine, le mode non-motorisé, y compris la marche à pied et le vélo, atteignait 54.4% de l'ensemble des déplacements en 2004, voir Ch. 4.

l'automobile (dépassant plus de 500 voitures par 1000 habitants au milieu des années 90).

TABLE I-1 : Le nombre d'automobiles par mille habitants

Pays	1985	1990	1995	2002	2006	PIB/hab.*
Allemagne	450	512	529	580	597	22670
Belgique	363	419	463	520	538	23250
France	446	495	520	585	595	22010
Royaume-Uni	379	454	474	536	571	25250
Canada	559	617	562	572	585	22300
Etats-Unis	708	752	759	785	813	35060
Japon	375	456	527	576	593	33550
Corée du sud	25	71	177	273	322	9930
Taiwan	71	143	208	263	295	13790**
Argentine	173	180	167	190	181	4060
Brésil	86	87	89	117	124	2850
Chine	3	5	8	12	23	940
Inde	3	5	6	8	12	480

* PIB $ par habitant en 2002 (The World Bank 2004)

** PIB $ par habitant en 2002 (Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics à Taïwan)

Source: CCFA et International Road Union

L'invention du véhicule motorisé depuis la fin du XIXème siècle est une production importante de la science et la technologie dans la société humaine, du fait qu'il permet d'augmenter la distance de déplacement quotidien pour un même temps disponible. De ce fait, il est devenu un mode de transport fréquent dans les pays développés.

Bien que la *Benz Patent Motor wagen*, sortie en 1886 en Allemagne, fût la première voiture avec moteur à explosion produite en série et que les Français *René Panhard et Émile Levassor* eussent installé le premier moteur à quatre temps sur une voiture à quatre places en 1889, c'est le constructeur américain *Ford* qui s'est efforcé de développer des modèles beaucoup plus accessibles comme la série T par une recherche de la diminution du coût de production, notamment par l'organisation des tâches dans les chaînes d'assemblage et l'emboutissage en 1907 afin de se conformer à la capacité du marché à crédit. Avec cette orientation, l'automobile peut quitter le domaine du luxe et se diffuser dans toutes les couches de la société.

La motorisation, le processus de croissance de la possession et de l'usage des véhicules motorisés, est un phénomène social majeur. Contrairement à d'autres objets de consommation, elle a des conséquences qui vont au-delà de la sphère privée.

En premier lieu, elle peut satisfaire la demande de déplacement du peuple en élargissant l'espace des activités. En deuxième lieu, elle peut changer la forme géographique urbaine, c'est pourquoi il y a beaucoup de recherche sur la relation entre la motorisation et l'urbanisation, du fait que la motorisation peut renforcer le lien géographique entre les zones urbaines. En troisième lieu, à mesure que se développe la motorisation, la demande énergétique croît. Par ailleurs, cette transformation énergétique est déjà devenue un des obstacles ultérieurs de développement des véhicules motorisés à cause de la pollution émise, des ressources naturelles limitées et des problèmes de sécurité liés à la vitesse.

En général, le niveau de développement économique social influe sur le nombre de véhicules possédés. Donc, l'indice de motorisation refléte aussi le niveau économique national ou régional. Par ailleurs, le taux de motorisation dans les pays développés est absolument plus haut que dans les pays en développement ou sous-développés. En général, les pays développés sont arrivés dans la troisième période de la transition et essayent à présent de trouver un système de transport urbain plus cohérent. Mais, est-ce qu'il est raisonnable d'exiger des pays en développement qu'ils doivent éviter la deuxième période de transition et entrer directement dans la troisième période de transition afin de respecter la restriction environnementale et le problème de la congestion etc. ? Si, la réponse est oui, comment peut-on réussir à transférer aux pays en développement la période de motorisation dans la cohérence multimodale ? Si, non, comment peut-on faire face à l'impact amené par ces véhicules motorisés ? C'est une question épineuse pour tous les pays et les villes du monde entier.

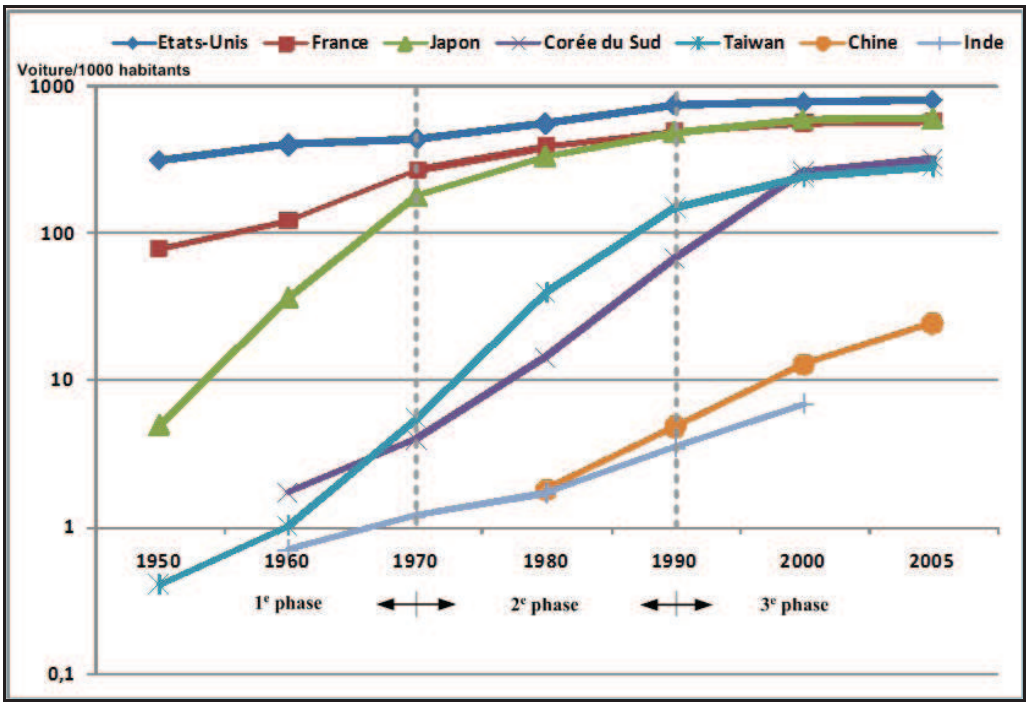


FIGURE I-1: L'évolution de la motorisation des pays

Source: INSEE en France; CCFA; International Road Union; Chine Statistical Yearbook; Japan Statistical Yearbook; Taiwan Transportation Yearbook; Korea National Statistical

En fait, nous pouvons constater d'après la figure ci-dessus que le phénomène de motorisation dans le monde est une tendance irrésistible dès la période de développement économique rapide. Ici, nous pouvons diviser cette période de motorisation à l'échelle historique mondiale en trois phases principales à savoir la période après la seconde guerre mondiale jusqu'à des années 70 (la première phase indiqué dans la figure ci-dessus), la période entre les années 70 et les années 90 (la deuxième phase) et la période après les années 90 (la troisième phase).

Dans la première phase, seuls les pays les plus puissants économiquement du monde, avaient un haut niveau de motorisation. Après les années 70, l'économie nationale de certains pays en développement progresse, en Asie, et en Amérique latine. Pendant ces années, le niveau de motorisation dans ces pays s'éleve rapidement. Depuis les années 90, un développement important arrive également dans les pays émergents, comme la Chine, l'Inde et les pays d'Europe d'Est. À mesure que se développe l'économie nationale, le taux de motorisation s'élève. Cependant, à cause des restrictions environnementales et de la faible disponibilité de l'espace urbain, la place à affecter aux véhicules motorisés dans la ville pour un futur plus convenable et plus soutenable doit faire l'objet de compromis.

Par ailleurs, dans les villes tant en pays en développement qu'en pays développé en Asie, il y a encore un autre problème de transport routier concernant l'usage des deux-roues ou trois-roues à moteur. Nous montrons la proportion de l'usage des deux ou trois roues à moteur pour les pays asiatiques dans la figure I-2 en fonction des données de *GTZ* et de la banque mondiale afin d'indiquer la relation entre le nombre de la population (l'axe ¨y¨ dans la figure suivante), le niveau d'économie individuelle (l'axe ¨x¨ dans la figure) et la proportion de la possession de moto (en boule dans la figure) en Asie.

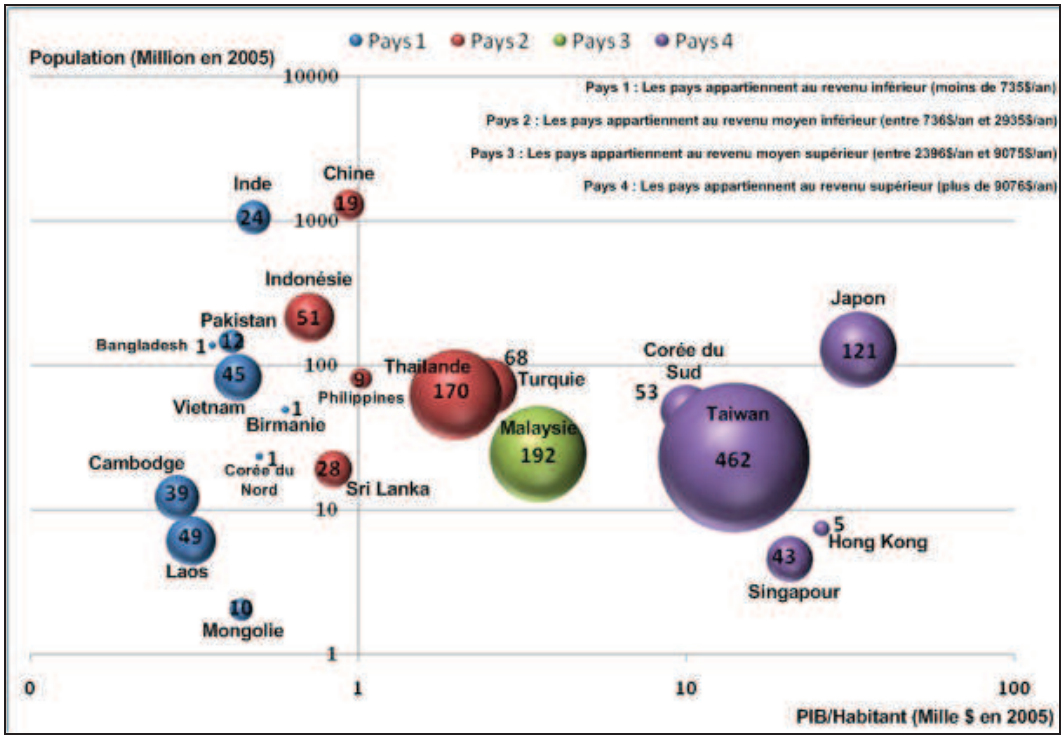


FIGURE I-2: Taux de 2/3 roues à moteur pour 1000 habitants dans les villes asiatiques

Source: GTZ et Japan Statistical Yearbook

Nous pouvons constater que la détention des deux ou trois roues à moteur dans les pays asiatiques est beaucoup plus élevée que dans les pays occidentaux[8].

Selon la figure ci-dessus, nous pouvons observer que l'usage des deux ou trois roues à

[8] Selon les données statistiques annuelles, la détention des deux-roues à moteur aux Etats-Unis atteignait 2 véhicules par 1000 habitants, en France elle atteignait 38 véhicules par 1000 habitants, en Grande-Bretagne elle atteignait 20 véhicules par 1000 habitants et en Australie elle atteignait 19 véhicules par 1000 habitants en 2003. http://www.stat.go.jp/

moteur n'exprime pas de corrélation très évidente avec le niveau de l'économie nationale. Le taux de possession moyen pour les pays en type ¨Pays 1¨, classifié par le niveau de l'économie nationale, est généralement plus petit que pour les autres pays. En fait, on pourrait dire que le mode deux ou trois roues à moteur est un mode transport de la transition de mode non-motorisé à la voiture particulière en fonction du niveau économique. Cependant, à Taiwan, la proportion de la possession des véhicules motorisés (voitures et motos) s'accroît à mesure que se développe l'économie nationale depuis 30 années. L'usage des deux-roues à moteur croît aussi en Ile-de-France, où le taux de motorisation est élevé.

L'analyse de la motorisation au niveau national établit un lien entre taux de motorisation et niveau de développement économique. Il faut aussi distinguer les grandes villes et le reste du pays, car ces véhicules motorisés provoquent beaucoup d'effets négatifs pour les régions urbaines.

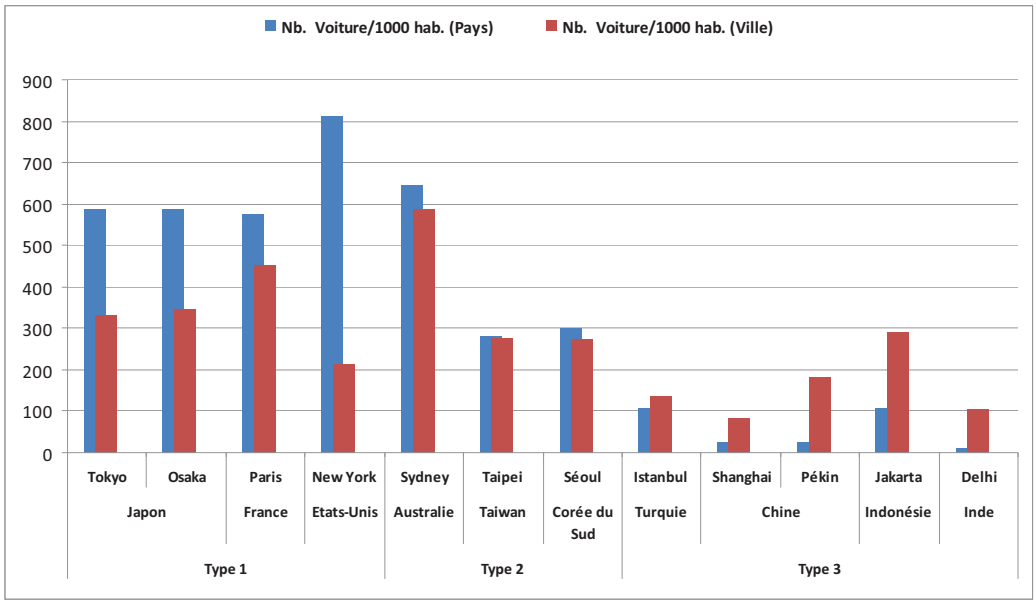


FIGURE I-3: Possession de la voiture à l'échelle nationale et locale

Source: International Road Union; CCFA; Japan Statistical Yearbook; Taipei Statistical Yearbook; Shanghai and Beijing Statistical Yearbook; India National Statistical Bureau

Selon la figure ci-dessus, nous pouvons indentifier trois types.

- Dans le type 1, le taux d'équipement en voitures dans le pays est plus élevé que dans la ville. Autrement dit, le transport collectif est déjà beaucoup développé dans ces villes, c'est donc pourquoi le niveau de l'usage de la voiture en zone

urbaine est beaucoup moins fort qu'au niveau national, alors qu'il est très élevé en zone rurale.

- Dans le type 2, le niveau de l'usage de la voiture est presque identique à l'échelle nationale et régionale car le transport collectif n'est pas encore suffisamment développé et utilisé par la plupart des habitants dans la région urbaine, et la voiture ne s'est pas encore complètement diffusée dans les régions rurales.
- Dans le type 3, le transport en commun n'atteint pas le niveau qui peut satisfaire la demande fondamentale de voyageurs, les voyageurs préfèrent donc le véhicule particulier au transport en commun. Par ailleurs, cette situation est caractérisée dans les pays en développement, où la motorisation se développe d'abord dans les villes.

La performance du transport collectif, qui est plutôt le métro ici, semble donc pouvoir influer sur le taux de l'usage de la voiture. Nous présentons la relation entre le développement du transport collectif et le niveau de l'économie selon les villes du monde entier. En plus, nous allons sélectionner trois villes, une ville pour chaque type, de manière à étudier de manière plus approfondie le lien entre *TC* et *VP*.

1.2 L'évolution du transport collectif urbain

Le transport en commun, ou transport collectif met en œuvre des véhicules adaptés à l'accueil simultané de plusieurs personnes. Il est généralement accessible en contrepartie de l'achat d'un titre de transport, le service peut être gratuit pour certaines personnes et zones. Au sens large, le transport collectif comprend les modes de transport aérien, ferroviaire, routier et fluvial, mais nous parlons ici des modes du transport collectif dans les régions urbaines qui comprennent le bus (trolleybus, *BNHS*), le métro (léger, lourd, automatique ou non), le tramway (sur rail ou pneu), le rail (*RER*, funiculaire) et le ferry, ainsi que le taxi. En plus, les systèmes du transport collectif urbain sont souvent organisés par les pouvoirs publics, mais les formes d'organisation peuvent se différer fortement.

Le transport fluvial est le plus vieux de mode de transport public, ensuite il y a eu d'autres modes du transport collectif urbain, comme la voiture hippomobile payante pour les itinéraires fixes. Par exemple, pendant des années 1620 et 1630, c'est la naissance des transports publics à Paris du fait qu'un nommé Nicolas Sauvage, résidant en l'Hôtel Saint-Fiacre, entreprend avec succès de louer des chevaux et des carrosses, d'où la dénomination de ¨Fiacre¨. Cette première expérience en France est

suivie de l'attribution par Louis XIII à diverses personnes, du privilège de faire circuler dans Paris des voitures de louage, moyennant finance. En plus l'omnibus, le premier système de transport public organisé dans la ville, semble provenir de Nantes en France en 1828[9], après la révolution industrielle. Quant au tramway, il est apparu durant la première moitié du XIXe siècle, mû par la traction animale. Les premiers tramways hippomobiles sont construits aux États-Unis, ils circulent en 1832 sur la ligne de New York à Harlem et en 1834 à La Nouvelle-Orléans. En plus, le premier système de métro est inauguré à Londres en 1863, tiré à l'origine par des locomotives à vapeur. En général, le système de métro est toujours l'axe fondamental pour le réseau du transport collectif urbain du fait de sa rapidité, sa capacité de charge et sa ponctualité. Il y a aujourd'hui approximativement 161 villes dans le monde entier qui possèdent un système de métro ou de tramway. (*UITP*, 2005)

Selon les données d'*UITP* reportées dans la table suivante, nous savons que la proportion de l'usage du transport collectif est très basse en Amérique du Nord du fait d'une très forte utilisation du véhicule motorisé (automobile) pour les déplacements quotidiens. Par contre, le transport collectif est un mode de transport fréquent dans les pays qui ne dépendent pas trop des véhicules motorisés. Si nous visons à limiter sérieusement l'usage du véhicule motorisé, il faut par contre augmenter l'usage du transport collectif.

TABLE I-2: Proportion des déplacements en transport collectif selon les régions du monde

Région	Proportion de l'usage du TC (%)	Proportion de l'usage du TC (% Passager-km)
Etats-Unis et Canada	5.9%	5.2%
Océanie	6.1%	7.5%
Europe de l'Ouest	25.9%	19.0%
Europe de l'Est et du centre	60.8%	56.9%
Asie (villes riches)	42.2%	50.2%

Source : UITP (2001)

[9] À Nantes, Stanislas Baudry exploite une minoterie équipée d'une machine à vapeur dont il imagine d'utiliser la production d'eau chaude pour un établissement de bains. Il supprime les bains mais maintient le service de transport, dont le point de départ se situe devant une boutique de chapelier à l'enseigne ¨OMNES OMNIBUS¨. (*J.P. Coindet*)

Nous pouvons observer l'usage très important du véhicule motorisé en Amérique du Nord et en Océanie. Il n'y a que 6% de proportion de l'usage du transport collectif en Amérique du Nord en Océanie. L'usage du transport collectif est même virtuellement nul pour les villes d'Atlanta, Denver, Houston, Phoenix et San Diego. Aux Etats-Unis, il n'y a que dans la ville de New York où la proportion de l'usage du transport collectif atteint 10% des déplacements quotidiens totaux. De plus, les taux de l'usage du transport collectif dans les villes canadiennes, Montréal et Toronto, atteignent environ 15% des déplacements. Quant aux villes australiennes, la proportion de l'usage du transport collectif est entre 7 et 12% (*UITP*, 2001).

À l'inverse, l'usage du transport collectif est très développé pour les pays d'Europe de l'Est, du Centre et les pays plus développés en Asie. Il y a respectivement 57% et 59% pour les villes japonaises Tokyo et Osaka selon la distance de déplacement quotidien (passager x km). Quant aux villes en Europe de l'Est, le mode du transport collectif est plus important que dans les villes en Europe de l'Ouest, et même que les villes japonaises. Quant à la ville de Moscou, il y a environ 1000 déplacements par an et par habitant et à un peu près 800 déplacements par an et par habitant pour la ville de Prague et la ville de Budapest. En fait, la part modale du transport collectif est généralement de 50% à 60% pour les villes en Europe de l'Est et du Centre selon les passagers x km.

La situation des villes en Europe de l'ouest se situe entre les villes en Amérique du Nord et les villes au Japon. La répartition modale du transport collectif est normalement entre 24% et 35%, comme 24% pour la ville de Zurich, 35% pour les villes de Munich et Barcelone. En plus, le mode de transport en commun est toujours appliqué pour les distances courtes, par contre les distances plus longues de déplacement dépendent du mode véhicule motorisé. C'est pourquoi nous voyons que la répartition modale du transport collectif est relativement plus petite selon la norme ¨passagers x km¨ pour les villes en Europe de l'ouest (*UITP*, 2001). La situation en Île-de-France est spécifique (Cf. chapitre 6).

Le système du transport collectif urbain est l'axe fondamental du réseau de transport dans les très grandes villes. Cela comprend le système de bus, tramway, métro et le train régional dont le métro est le système plus important pour la structure du transport urbain. Par ailleurs, le réseau de métro peut efficacement soulager la pression routière et maintenir des densités élevées. Cependant, bien que l'effectif de population et la dimension de la ville soient des éléments importants, le niveau économique local est également un facteur crucial pour l'existence d'un réseau de métro. Dans la figure I-4 suivante, on montre la distribution des 100 villes, les plus peuplées du monde, en fonction de l'effectif de population et du niveau économique

(*PIB*) à l'échelle régionale. Ici, nous divisons ces villes en quatre catégories selon la définition de la banque mondiale : ¨***City 1***¨ désigne les villes des pays avec un revenu annuel inférieur à 735 $ dollars ; ¨***City 2***¨ désigne les villes des pays avec un revenu annuel entre 736 $ et 2935 $ dollars ; ¨***City 3***¨ représente les villes des pays avec un revenu annuel entre 2396 $ et 9065 $ dollars et ¨***City 4***¨ est constitué des villes des pays qui atteignent un revenu supérieur à 9076 $ dollars. Sauf ¨City 4¨, les pays sont toujours des pays en développement selon la définition de la banque mondiale.

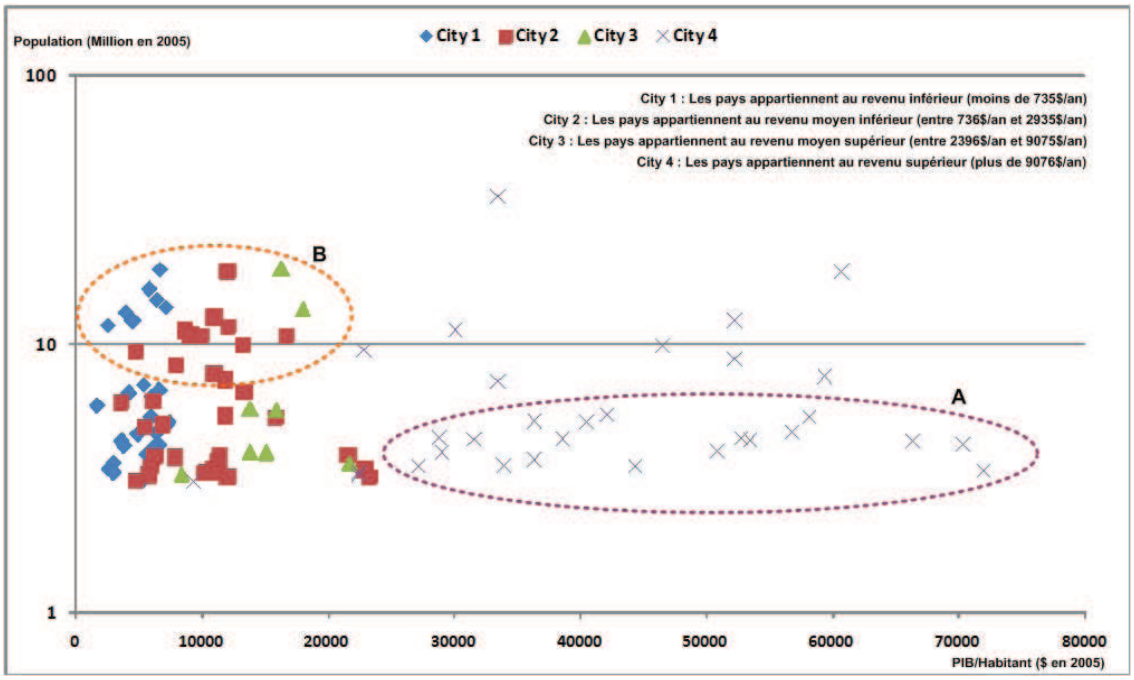


FIGURE I-4: Distribution des villes rapportées à l'effectif de la population et le *PIB* de la ville

Source: World Bank (2004)

Selon la figure I-4 sur la relation entre la population et le niveau économie en villes du monde, nous pouvons dégager les trois points de vue suivants :

- La plupart des grandes villes du monde sont dans les pays en développement. Il n'y a que 30% des villes, parmi les 100 premières villes du monde, dans les pays développés.
- Par ailleurs, les villes de plus de 10 millions habitants, appelées mégapoles, appartiennent, dans la majorité des cas, aux pays pauvres, surtout pour les villes dans les pays à moins de 2395 $/an. Pour les villes des pays plus riches, l'effectif de la population se situe près de 5 millions habitants.

- C'est dans le groupe **B**, qui conjugue une population très important et un niveau de développement économique encore faible que la question du transport urbain est sans doute la plus importante. Par contre, le groupe **A** possède relativement une population faible et un niveau d'économie forte que le problème du transport urbain n'est pas aussi urgent que celui dans le groupe B.

La construction d'un métro est sans doute l'acte le plus emblématique de cette considération des problèmes de transport urbain.

La figure I-5, (d'où nous avons éliminé les villes de type ¨City 4¨), montre que les villes dont le PIB est supérieur à 10 milliards de dollar sont équipées. Seule Bombay fait exception. À l'inverse, aucune ville dont le PIB est inférieur à 3 milliards de dollar n'est équipée, mais cette fois Pyongyang fait seule exception. Entre 3 et 10 milliards de dollars, il y a des villes avec ou sans métro.

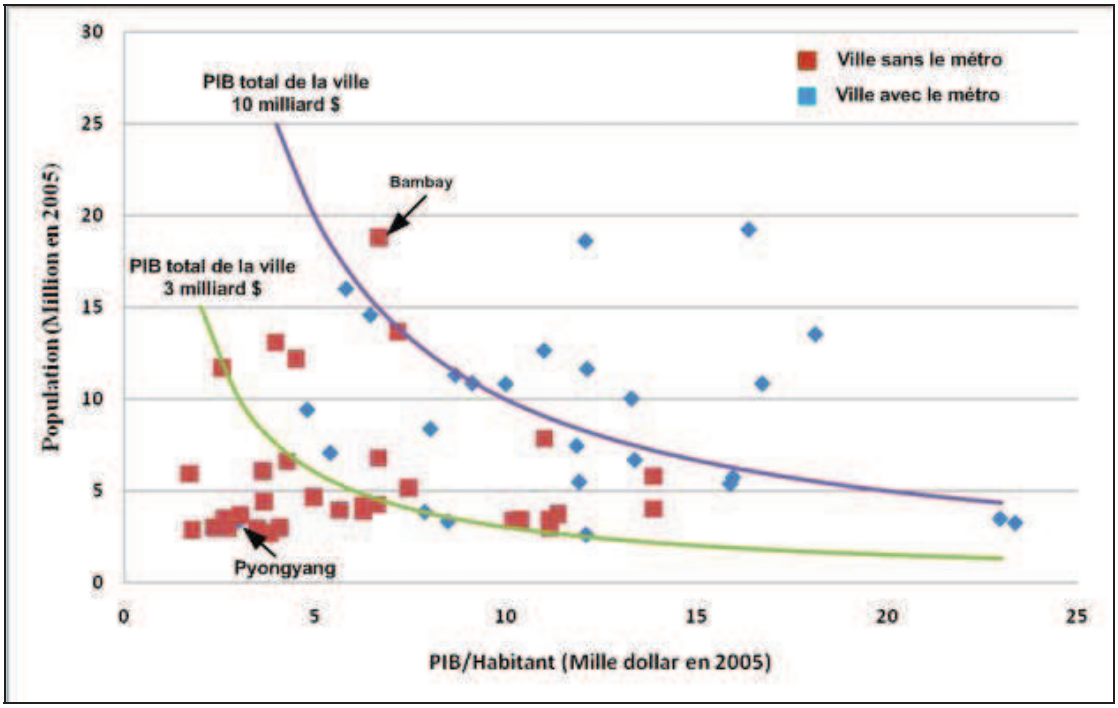


FIGURE I-5: Relation entre le métro et le PIB pour les villes dans les pays en développement

Source: Réalisé par l'auteur

Bien que la condition de la population et de l'économie soient les deux points majeurs pour le développement du métro, il nous faut considérer les autres facteurs à l'instar

de la condition de la géographie urbaine, du comportement des habitants, de la politique et de la restriction environnementale etc.

Point d'observation 1 : Pour transférer l'usage du véhicule motorisé vers l'usage du transport collectif, il y a des visions différentes pour les pays développés et les pays en voie de développement. Dans les pays développés, le transport par rail peut normalement attirer les usagers du véhicule motorisé vers l'usage du transport collectif pour les habitants résidant autour des lignes du rail.

Cependant, dans les pays en voie de développement, les lignes de rail initiales doivent nécessairement traverser les zones développés les plus intensives dans la ville afin d'attirer le maximum de passagers. Dans ce cas, les riches, qui sont plutôt les propriétaires de véhicules motorisés, habitent a priori dans un lieu proche que le lieu de travail, mais plupart des ces lieu ne sont pas autour des lignes de rail. Par ailleurs, la possession de l'automobile est une identité sociale dans les pays en voie de développement.

CHAPITRE 2: LES PERSPECTIVES DU TRANSPORT URBAIN

L'usage des véhicules motorisés en ville a suivi le dévéloppement économique. Le mode non-motorisé et la moto (deux roues ou trois roues à moteur) est encore beaucoup utilisé dans les villes en voie de développement, surtout pour les villes asiatiques. Cependant, l'automobile, le deux-roues ou trois-roues à moteur et le vélo provoquent une haute pression de trafic routier dans la ville. Par conséquent, on essaie aujourd'hui d'encourager l'usage du transport collectif afin de réduire la pression sur l'espace routier causée par le véhicule motorisé et le vélo[10], surtout le vélo pour les villes chinoises. Si cette évolution du transport urbain est logique tant les villes développés que les villes émergentes, nous devons néanmoins poser deux questions :

- Quelle répartition modale de transport urbain est raisonnable et soutenable ?
- Quelle combinaison de modes peut respecter le développement durable pour la ville ?

La plupart des problèmes concernant le transport urbain sont toujours autour du transport collectif et du véhicule motorisé, bien que les modes non-motorisés reprennent progressivement leur place dans le système de transport urbain en zone urbaine. Donc, nous visons à essayer de répondre à ces deux questions en fonction de l'évolution du transport urbain dans le passé, de la situation actuelle du transport urbain pour le présent et de la vision prospective à l'échelle internationale.

De plus, pour éclairer le futur de la mobilité individuelle, l'architecture de l'exercice réalisé est classique. Nous présentons d'abord rapidement l'évolution future potentielle de la mobilité urbaine comme les experts. Cette vision de la mobilité future est élaborée à partir de la prolongation des tendances qui sont considérées comme déterminantes de la mobilité. Elle se fonde sur six thématiques : niveau et pratiques de mobilité, motifs, rythmes de la mobilité, répartitions modales, développement territorial et durable. Pour les experts, il y a trois tendances de la mobilité future :

- La mobilité individuelle locale devrait continuer à croître mais à un rythme deux fois moins soutenu que lors des 20 dernières années, ce phénomène apparaît plutôt dans les pays en développement.

[10] Dans la ville de Shanghai en Chine, le nombre de vélos a déjà dépassé 10 millions en 2006. De plus, la répartition modale du vélo atteignait 25% à Shanghai en 2004, c'est le premier mode de transport pour la ville de Shanghai.

- La part modale de la voiture continuerait à progresser dans la mobilité motorisée ; celle des transports collectifs serait plutôt orientée à la baisse, sauf dans les grandes métropoles où les transports publics conserveraient leur part relative de marché, en particulier dans les pays en voie de développement.
- La mobilité des citadins résidant en ville centre serait stable, alors que celle des résidents de banlieue et de la périphérie augmenterait de 40 à 70 %.

2.1 La répartition modale du transport urbain

Le système de transport urbain peut être séparé en trois parties : le transport collectif, les véhicules motorisés et les modes non-motorisés. Nous avons relevé les tendances dans une vingtaines de villes dans la figure II-1. Nous visons à observer la trajectoire de la répartition modale dans les villes en fonction du niveau économique afin d'imaginer la prochaine tendance de développement du transport urbain. Pour cela, nous les avons divisées en cinq couleurs selon la condition économique et géographique.

Selon cette figure, nous pouvons observer que les villes chinoises (en point rouge) se situent encore à un niveau élevé pour l'usage des modes non-motorisés et à une faible proportion pour l'usage des véhicules motorisés par rapport aux villes occidentales. De plus, nous pouvons aussi constater des similarités pour les villes d'un même continent. Par exemple, les villes européennes gardent un taux important des modes non-motorisés, entre 30 et 55%. Cependant, elles ont généralement plus d'usage des véhicules motorisés. De plus, les villes asiatiques, à part les villes chinoises, ont un haut niveau d'usage du transport collectif, mais l'usage des modes non-motorisés n'est pas élevé. Les villes américaines dépendent beaucoup des véhicules motorisés pour leurs déplacements quotidiens.

Avec cette comparaison de répartition modale, le problème fondamental du transport urbain pour les villes développées se concentre sur le transfert de l'usage du véhicule motorisé (automobile) vers le transport collectif ou le mode non-motorisé (bicyclette). Et le problème du transport urbain pour les villes émergentes est d'éviter si possible le transfert de l'usage des modes non-motorisés ou des véhicules motorisés (deux-roues ou trois roues motorisés) vers l'usage de l'automobile à mesure que se développe rapidement l'économie nationale.

Nous avons marqué les trois trajectoires de la répartition modale dans les mégapoles d'étude (Île-de-France, Shanghai et Taipei) qu'il nous donne quand même certains signes intéressants :

- Dans la mégapole d'Île-de-France, la part modale du transport collectif ne change pas quasiment depuis 1976. La réduction de l'usage des véhicules non-motorisés va vers l'usage des voitures.
- Dans la mégapole de Shanghai, le taux de l'usage du transport collectif et de l'usage du véhicule non-motorisé se réduisent d'année en année, en particulier pour l'usage des véhicules non-motorisés. Par contre, l'usage des véhicules motorisés augmente très rapide depuis 1986. Ce phénomène pose un problème en termes de développement durable.
- Quant à la mégapole de Taipei, elle a presque la même évolution que la mégapole de Shanghai, la réduction du taux d'usage du transport collectif et du véhicule non-motorisé est vraiment transférée vers l'augmentation de la proportion d'usage des véhicules motorisés.

En fait, l'évolution de la répartition modale depuis les 30 dernières années dans ces trois mégapoles n'a pas tracé une bonne direction pour le développement durable du transport urbain de demain, parce que l'usage des véhicules motorisés est de plus en plus élevé tant dans la mégapole développée que dans la mégapole en développement.

Alors, quelle est la répartition modale du transport urbain la plus raisonnable et la plus durable ? Il n'existe pas une réponse unique, cela vraiment dépend du type de ville. En revanche, la réduction de l'impact négatif causé par l'usage des véhicules motorisés est une direction qui concerne les villes du monde entier.

Encadré 1 : L'Île-de-France, Taipei et Shanghai sont les trois mégapoles d'étude dans notre recherche. Pour cela, nous montrons d'abord la répartition modale détaillée dans la table suivante afin de connaître la structure de transport urbain.

Mode	Déplacements totaux			Déplacements motorisés		
	IDF*	Taipei**	Shanghai***	IDF	Taipei	Shanghai
Voiture	43.9	27.3	11.3	66.6	28.6	24.8
Moto	2.5	30.9	10.6	3.8	32.3	23.2
Total	**46.4**	**58.2**	**21.9**	**70.4**	**60.9**	**48.0**
Métro	12.5	8.8	2.5	19.0	9.2	5.5
Bus	7.0	20.5	16.0	10.6	21.5	35.1
Taxi	----	8.0	5.2	----	8.4	11.4
Total	**19.5**	**37.3**	**23.7**	**29.6**	**39.1**	**52.0**
Bicyclette	----	2.0	25.2	----	----	----
Marche	34.1	2.5	29.2	----	----	----
TOTAL	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

*IDF : 2001 **Taipei : 2005 ***Shanghai : 2004

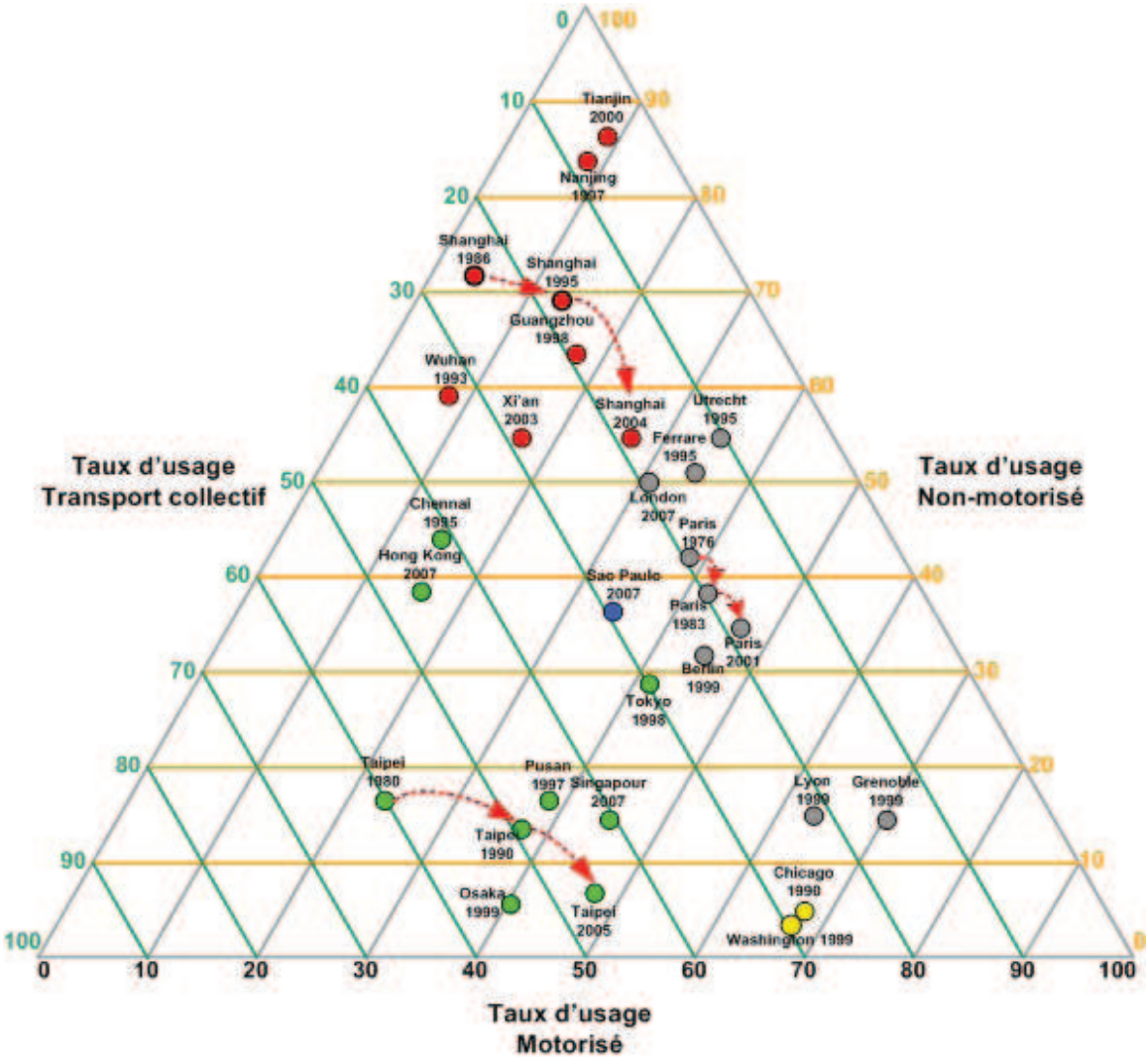


FIGURE II-1 : Trajectoire du développement du transport urbain dans les villes mondiales

Source : Shanghai (SCCPTI, 2004) ; Les villes chinoises (Huang, 2006) ; Paris (DREIF, 2005) ; Grenoble et Lyon (AGUILERA, 2002) ; Singapour, Hong-Kong, Sao Paulo et London (20 minutes à Paris) ; Taipei (Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan) ; Les autres villes (UITP, 2001), The World Bank (2000)

Dans le prospective du développement durable, une ville soutenable doit procurer le bénéfice maximal social à long terme. Il doit être considéré sous trois aspects : social, économique et environnemental.

Dans les pays développés, la proportion de l'usage des véhicules motorisés est déjà élevée, à l'instar des villes américaines du nord, d'Europe de l'Ouest et de certaines villes asiatiques. Il est difficile de transférer l'usage des véhicules motorisés vers l'usage du transport collectif ou des modes non-motorisés. C'est poutant ce que prône

les *PDU* (plan de déplacements urbains).

En revanche, pour les pays en développement ayant toujours une pression des finances publiques à cause du niveau de développement insuffisant, comment le gouvernement local peut-il être capable de financer un nouveau réseau de transport public performant et d'intégrant l'usage des modes non-motorisés et de restreindre la croissance des véhicules motorisés ? C'est le défi pour le développement durable dans le présent et le futur dans les pays en voie de développement. Nous allons d'abord présenter le rapport entre le développement durable et le transport urbain. Que signifie le développement durable ? Et quel rôle le transport urbain doit-t-il jouer réellement dans le cadre de développement durable ?

2.2 Le développement durable du transport urbain

Le concept de développement durable peut être défini comme le développement qui peut répondre aux besoins du présent sans compromettre la compétence des générations futures à répondre à leurs propres besoins, selon le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unis de 1987 (*CMED*). Autrement dit, le développement durable élargit la notion de développement économique en intégrant l'environnement, l'économie et l'équité sociale. Il encourage la protection et la préservation des ressources naturelles et de l'environnement, ainsi que la gestion de l'énergie et implique le partage équitable des avantages de l'activité économique.

Le transport est toujours un élément important de la société humaine. D'une part, il procure aux peuples des bénéfices socio-économiques et des bénéfices de bien-être, d'autre part il peut en revanche engendrer une série d'effets négatifs. L'*OECD* (2001) a souligné que ¨le transport durable est ce qui ne compromet pas la santé publique et l'écosystème, ce qui peut satisfaire les besoins à la condition que (1) l'usage des ressources non renouvelables soit moindre que la capacité de régénération et (2) que l'usage de ressources non renouvelables moindre que la proportion du développement des substitutions renouvelables.¨ Par conséquent, l'objectif du transport durable est d'assurer le progrès économique, social et environnemental mise en place dans l'activité de transport. (*Transport Canada*, 1999)

Nous allons décrire le lien entre le développement durable et le transport urbain en fonction des concepts définis au-dessus. Des stratégies différentes de développement du transport urbain sont toujours mises en pratique en fonction de la forme urbaine. L'objectif du développement durable du transport urbain peut être formalisé ainsi :

- Le réseau du transport urbain vise à établir la cohérence entre un bon niveau de service, des ressources naturelles limitées, l'environnement et la capacité des infrastructures.
- Le développement du transport urbain doit non seulement assurer le développement durable pour lui-même, mais aussi garantir le développement durable des autres activités.
- Le développement durable du transport urbain doit maintenir l'équilibre entre les ressources limitées et le coût minimal de l'impact sur la santé humaine.

Conformément à la définition principale du développement durable mentionnée, le développement durable du transport urbain peut simplement être représenté : le transport urbain doit satisfaire la demande des voyageurs et en assurant simultanément le développement durable social. Nous pouvons concrètement induire le développement durable du transport urbain par les points suivants :

- Il faut assurer l'équilibre entre la demande de transport et le développement économique sous les trois faces : l'infrastructure de transport urbain, l'équipement de transport et le management du transport doivent assurer l'efficacité globale du système.
- Il faut une utilisation adéquate des ressources limitées, y compris l'utilisation modérée du territoire et des ressources non renouvelables.
- Le comportement des voyageurs doit viser à réduire la consommation de ressources non renouvelables et à exploiter d'autres ressources substitutives afin d'assurer le développement durable des ressources.
- Toutes les populations doivent bénéficier d'un accès raisonnable et juste au transport urbain.
- Il faut modérer l'impact environnemental et écologique causé par le transport urbain et améliorer sans cesse l'environnement de l'habitat.
- Il faut renforcer le management global du transport urbain et en augmentant le bénéfice financier et l'économie sociale consacré par le transport urbain afin d'assurer le développement durable des ressources financières.

Un transport urbain durable dépend donc aussi être durable en termes économique et financier, de plus, il doit offrir une bonne qualité de service aux habitants et éviter la pollution environnementale et le déséquilibre écologique. Enfin, le bénéfice produit par le transport doit être partagé avec les diverses populations, les pauvres et les riches

etc., dans la société.

Trois bénéfices social, économique et environnemental doivent être considérés. Par exemple, dans la dimension économique, on considère le financement public et le développement économique local. Dans la dimension sociale, on considère l'accès de tous les usagers au système de transport urbain. Quant à la dimension environnementale, elle concerne sur l'impact environnemental négatif causé l'usage des modes. En outre, ces trois dimensions peuvent aussi composer les plusieurs chemins de développement autour du développement durable. La relation mutuelle entre les trois est montrée sur la figure II-2 suivante :

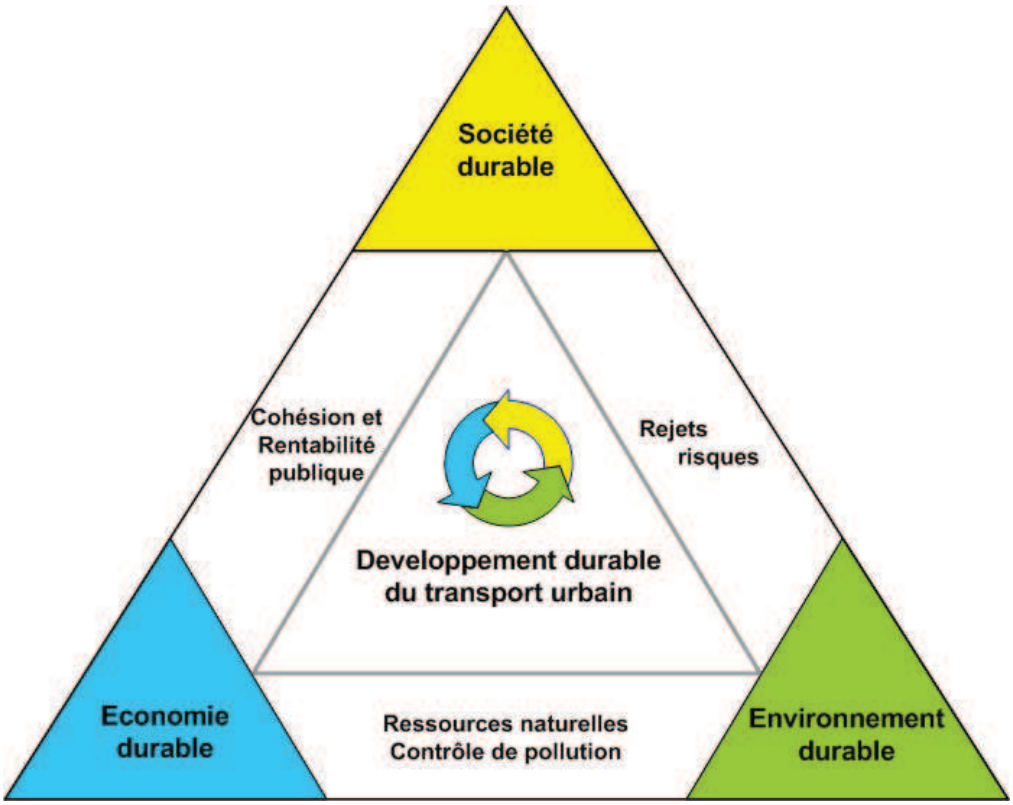


FIGURE II-2: Pyramide du développement durable du transport

Source: Réalisé par l'auteur

La répartition modale est un facteur important. Cependant, on peut dire que 100% d'usage des modes non-motorisés dans le système de transport urbain n'est pas vraiment non plus le développement le plus durable, bien qu'il n'y ait pas de pollution émise. Parce que 100% d'usage des modes non-motorisés amène aussi des activités économiques et des liens sociaux moins forts. Donc, pour le développement d'un système de transport urbain plus durable il faut rechercher des compromis entre les trois domaines.

Nous devons considérer la maximisation d'un bilan intergénérationnel, intersectoriel et mondial intégrant les coûts sociaux et environnementaux mais aussi les bénéfices économiques.

Selon la définition du développement durable précédente, les véhicules motorisés (la voiture ou la moto) sont capables d'exister continuellement dans le système de transport urbain et doivent le faire du fait que l'on doit considérer les bénéfices créés par ces modes. De toute façon, la réduction de l'usage des véhicules motorisés pour les villes développées ou la restriction de l'usage des véhicules motorisés pour les villes émergentes sont déjà devenue le premier objectif pour tous à cause de l'état d'urgence environnementale et des ressources naturelles. L'invention d'un nouveau mode de transport ou bien la création d'une nouvelle ressource naturelle est encore une mission impossible en fonction des sciences et technologies actuelles. Donc, il nous faut pour l'instant proposer une nouvelle distribution de l'usage des modes de transport urbain afin de se conformer au but de bénéfice maximal.

Sous la condition de réduction ou de limitation de l'usage des véhicules motorisés, le développement du transport collectif est sans doute un travail primordial pour les collectivités urbaines, mais nous avons déjà mentionné qu'il faut aussi respecter la source de financement dépendant des villes. C'est aussi une autre mission impossible que de construire un système du transport collectif qui puisse satisfaire toutes les demandes de chaque membre dans la ville. C'est pourquoi la notion de transport intermodal commence à être fréquemment discutée. Nous pouvons aussi profiter des caractéristiques respectives du transport collectif et des véhicules motorisés ou bien des modes non-motorisés (complémentarité) afin de créer une complémentarité mutuelle entre les modes, et atteindre un réseau plus soutenable de transport urbain.

2.3 L'obstacle de développement VP et TC dans la ville

Dans le monde à présent, la population urbaine s'accroît rapidement et le tissu économique local prend son essor dans les mégapoles, en particulier dans les pays émergents. Selon le rapport de l'*ONU* (2004), il est indiqué qu'il y a 48.2% de la population totale dans les régions urbaines. De plus, la population totale dans les 21 premières mégapoles du monde, qui atteignent au moins 10 millions habitants, a déjà dépassée 310 millions d'habitants en 2006 (environ 5 % de la population totale du monde). *LEBLANC* (2006) indiquait également qu'il y a 77% de la population française qui réside en zone agglomérée dont 38% vit dans le centre ville, 45% habite la banlieue autour du centre ville et 17% réside dans la périphérie urbaine.

Ces phénomènes de croissance de population engendrent une hausse de la mobilité en

ville. Cette tendance à des mobilités accrues peut également amener des problèmes grandissants de saturation, aux conséquences socio-économiques et environnementales redoutables, comme un coût de déplacement élevé, la congestion du trafic, la pollution atmosphérique, l'extension des distances de déplacement, l'insécurité etc.

En plus, si l'usage des véhicules motorisés individuels n'est pas efficacement contrôlé dans la ville, les effets négatifs causés par les véhicules motorisés peuvent produir un cercle vicieux pour notre ville, comme sur la figure suivante.

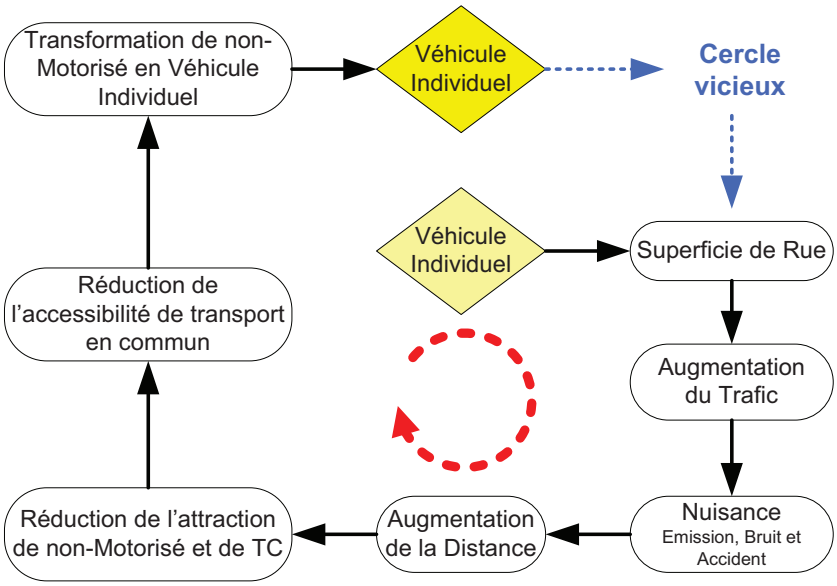


FIGURE II-3: Le cercle vicieux de la croissance de l'usage de l'automobile

Source: Réalisé par l'auteur

Donc, nous devons chercher un remède afin de faire face à ce cercle vicieux du transport urbain, En principe, il faut éviter l'extension illimitée des véhicules motorisés individuels dans les régions urbaines. Bien que le transport collectif soit déjà devenu le premier mode encouragé par les collectivités urbaines dans les villes développées ou en voie de développement, il présente toutefois une attraction insuffisante pour transfère l'usage des véhicules motorisés vers le transport collectif. Quant au mode non-motorisé (la bicyclette), il a progressivement repris sa place dans le réseau de transport urbain, surtout sur le territoire européen du fait que les gouvernements municipaux soutiennent aussi la construction des infrastructures pour la bicyclette, mais la proportion de l'usage de bicyclette est encore très faible par rapport aux autres modes de transport urbain.

Selon la figure ci-dessous, nous pouvons comparer les avantages et les inconvénients respectifs entre le transport collectif et le véhicule motorisé en terme d'environnment, d'économie et d'accessibilité.

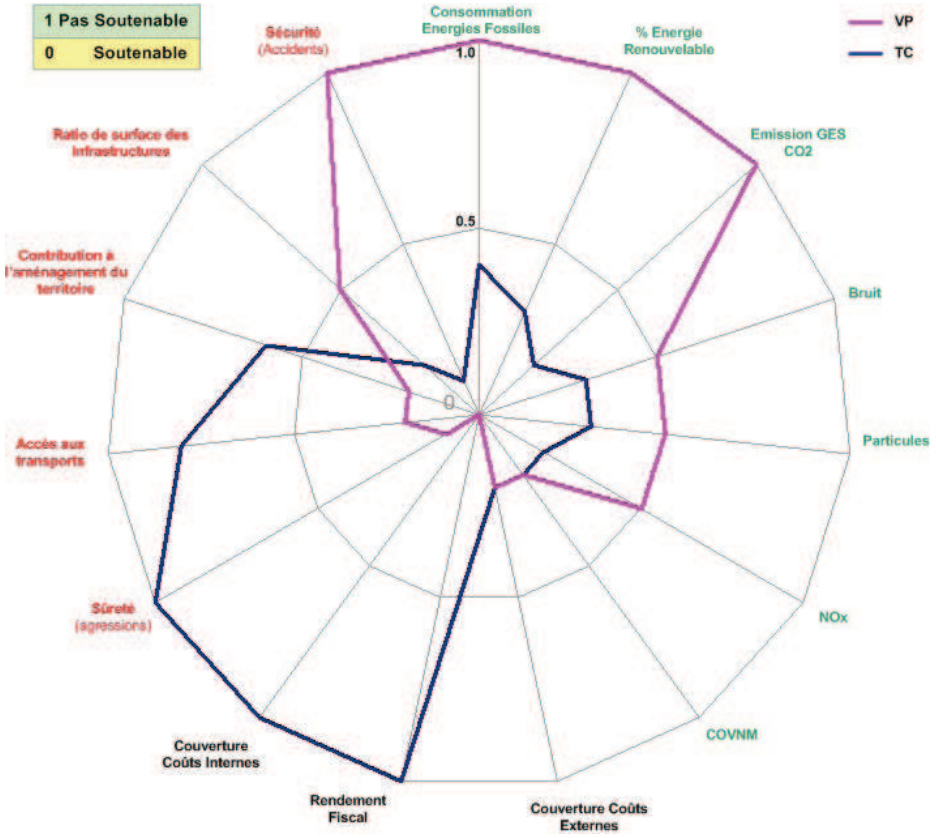


FIGURE II-4: La comparaison entre le véhicule particulier et le transport collectif

Source: CCFA (2007)

Le transport collectif et le véhicule motorisé ont des caractéristiques différentes. En général, les effets externes, qui comprennent la pollution d'air, l'effet de serre, le bruit, la consommation énergétique, la sécurité et la congestion, pour le véhicule motorisé sont toujours plus négatifs que pour le transport collectif. En revanche, le mode transport collectif a un besoin financier plus lourd.

Autrement dit, si nous voulons construire un réseau de transport urbain plus complet, il nous faut avoir aussi plus de budget public pour la construction d'infrastructures, donc cela va imposer un fardeau budgétaire plus lourd aux collectivités locales. Comme le montre la table suivante, la plupart du financement des transports publics dépend principalement de budgets publics. C'est un des obstacles importants de développement continuel du transport public dans les régions urbaines.

TABLE II-1: Proportion de la dépense budgétaire de transport en Île-de-France

Mode / Secteur	Transport public	Taxi	Voiture	Deux-roues	Police, administration	**Ensemble**
Secteur public	**11,53%**	0,00%	0,00%	0,00%	6,12%	17,64%
Ménages	5,80%	0,70%	**54,59%**	2,37%	0,00%	63,46%
Entreprise	2,63%	1,95%	14,31%	0,00%	0,00%	18,89%
Ensemble	**19,95%**	**2,66%**	**68,91%**	**2,37%**	**6,12%**	**100,00%**

Source : STIF (2001)

C'est la raison pour laquelle nous considèrons ici pour les déplacements quotidiens, qui peut intégrer les avantages et les inconvénients respectifs des modes. Théoriquement, la notion de transport intermodal peut efficacement réduire l'usage des véhicules motorisés dans certaines zones urbaines et à la fois soulager la pression de financement public et l'espace public urbain pour les collectivités. Si certaines villes idéales futures sont des villes sans véhicule motorisé (¨Car free city¨ en anglais), le mode de transport intermodal est peut-être une mesure raisonnable pour la période de transition entre la ville présente et la ville future.

2.4 Le transport urbain comme système dynamique

La figure suivante représente un diagramme des boucles de rétroaction qui comprend les composantes cruciales du système de transport urbain et décrit la relation dynamique liée aux questions de transport urbain majeures. Le diagramme des boucles de rétroaction suit les symboles et les conventions de la dynamique des systèmes (*Forrester* 1971, *Sterman* 2000 et *Acharya* 2007). Le lien causal et les boucles de rétroaction reposent les concepts théoriques, les revues de littérature et les résultats présentés aux paragraphes précédents.

Les variables exogènes clés (marqué en couleur rouge) conduisant le système dynamique du transport urbain sont le niveau de revenu, l'effectif de la population et la condition géographique dans la ville. Les autres variables exogènes (les rectangles en sombre) signifient les variables de politique. Ce diagramme comprend en 3 boucles de rétroaction négatives et 5 boucles de rétroaction positives.

La première boucle de rétroaction négative lie l'usage des véhicules motorisé et la congestion routière. Le cercle vicieux n'est pas absolu. L'usage des véhicules motorisés dans la ville est stabilisé par le niveau d'embouteillage. Donc, il nous faut

essayer de soulager la pression routière à la faveur des politiques de transport, comme les frais de parking et les taxes sur les carburants ou les péages pour contrôler l'usage des véhicules motorisés en zone urbaine. De plus, il y a aussi un autre lien indirect entre la congestion et l'usage des véhicules motorisés, comme la boucle de rétroaction négative 2, du fait que le phénomène de congestion influe aussi sur la dégradation de qualité des services de transport collectif. La boucle de rétroaction négative 3 est la causalité entre l'usage du transport collectif, la densité urbaine et les effets externes.

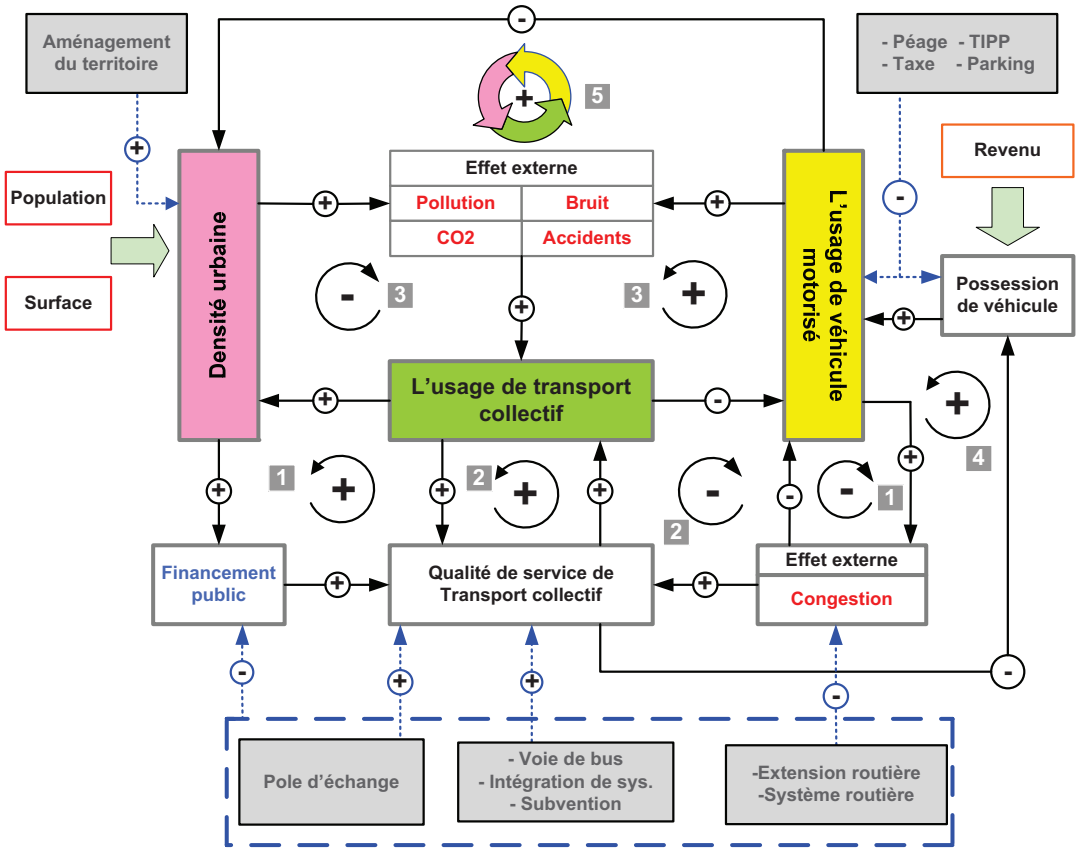
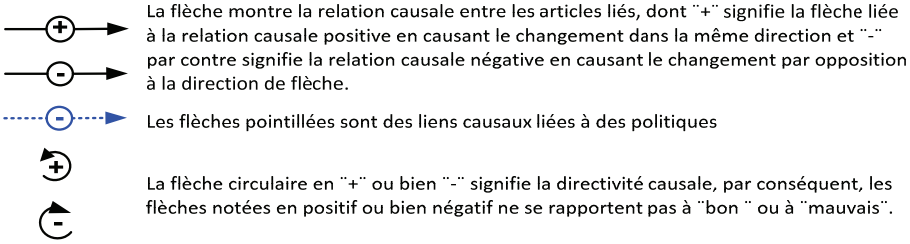


FIGURE II-5: Diagramme des boucles de rétroaction pour le système dynamique du transport urbain

Source: ACHARYA, 2007

La description des symboles disposés dans le diagramme des boucles de rétroaction



Il y a aussi 5 autres boucles de rétroaction positives qui ont des interactions avec les boucles de rétroaction négatives. La boucle de rétroaction positive 1 signifie que la densité urbaine peut apporter plus de ressources pour améliorer la qualité de service du transport collectif, l'usage du transport collectif peut être plus élevé. La boucle de rétroaction positive 2 est un lien alternatif vertueux entre la qualité de service du transport collectif et l'usage du transport collectif. La boucle de rétroaction positive 3 montre que l'augmentation de l'usage du transport collectif peut réduire l'usage des véhicules motorisés et à la fois contrôler certainement les effets externes négatifs. La boucle de rétroaction positive 4 signifie également que l'augmentation de l'usage du transport collectif peut efficacement contrôler le nombre de véhicules motorisés et aussi réduire l'usage des véhicules motorisés. Quant à la boucle de rétroaction positive 5, elle représente un cercle causal entre les quatre faces : la densité urbaine, l'usage du transport collectif, l'usage des véhicules motorisés et les effets externes.

Cette répresentation dynamique peut nous aider à envisager les politiques raisonnables de transport urbain, et d'autre part elle peut pour éclairer la réflexion sur la complémentarité et la compétitivité entre le transport collectif et le véhicule motorisé dans les régions urbaines pour le développement durable.

2.5 La complémentarité potentielle entre les modes

Le réseau de transport urbain comprend non seulement le transport collectif et les véhicules motorisés, mais aussi les modes non-motorisés. Aucun mode pris isolément ne saurait rivaliser avec les véhicules motorisés, bien qu'ils provoquent beaucoup d'effets externes négatifs par rapport aux autres modes. Cependant, chaque mode de transport urbain a différentes caractéristiques selon le motif de déplacement, la condition géographique urbaine et le budget du temps et la dépense monétaire etc. Si on peut profiter des avantages respectifs des modes, il est possible d'envisager un mode de transport combiné afin de satisfaire certains déplacements dans la ville.

Pour intégrer les avantages respectifs des modes, il nous faut d'abord étudier la complémentarité potentielle entre les modes. Donc, nous visons ici à représenter ces complémentarités sous les trois angles : la consommation territoriale, la distance accessible ou portée et l'impact environnemental.

2.5.1 Consommation territoriale

A mesure que se développe l'économie urbaine, le sol urbain devient une ressource

plus rare et plus chère, parce que le transport a un rôle important de consommation territoriale, surtout pour les véhicules motorisés. L'espace public est limité dans les zones urbaines. La rue est partagée entre plusieurs utilisateurs qui sont en concurrence. On peut donc considérer que la place que chacun occupe dans la rue a un coût puisqu'il gêne les autres.

Quel mode de transport peut économiser l'espace? La table suivante indique la surface routière consommée par personne selon les différents modes. Nous pouvons constater que la surface routière par personne pour le mode marche à pied est plus économique par rapport aux autres modes.

TABLE II-2: Relation entre la vitesse et l'espace selon les modes différents

Mode	**McNulty (2002)**			**Black (1996)**			**Wang (2001)**		
	Vitesse (km/h)	P/mode	Surface (m^2/p)	Vitesse (km/h)	P/mode	Surface (m^2/p)	Vitesse (km/h)	P/mode	Surface (m^2/p)
Pied	4.7	1	0.7	5	1	0,5	3.6	1	0.75
Vélo	12	1	8	10	1	3	10	1	6.5
Moto	12	1.1	17.5	---	---	---	25	1	16
Voiture	40	2	47	40	4	20	35	1.3	20
Bus	10	55	4.5	30	Plein	9,4	25	60	2.81
Métro	25	80%	2.5	30	Plein	2,2	35	900	3.75

Selon la table ci-dessus, l'utilisateur de l'automobile a besoin d'un grand espace routier. En revanche, l'espace demandé est le plus bas pour l'usage du transport collectif, et la demande d'espace du vélo est aussi plus haute que pour le mode de transport collectif ; la demande d'espace par personne en véhicule motorisé est au moins 5 fois plus que la demande d'espace par personne en métro. Ce constat conduit à classer les modes en fonction de leur consommation d'espace. Celle-ci est aussi définie comme la surface occupée par une personne pendant une période de temps (surface en mètre carrés multipliée par la durée en heure comme m^2-h par personne). Par exemple, un déplacement de 5 km dans une ville comme Paris, le mode de transport le plus efficace selon le critère proposé par *Science-décision* (2006)[11] est le métro (1 m^2-h), suivi de la marche à pied et de l'autobus (respectivement 2 et 3 m^2-h). Un autobus en site propre consomme 12 m^2-h. Les deux-roues occupent 12 m^2-h et les voitures 19 m^2-h par personne en temps-mètre carré.

[11] Les calculs ont été faits en considérant 1.25 personne par voiture et 50 personnes par autobus, alors le taux de remplissage observé pour les autobus est plus faible (en moyenne 25.4 voyageurs par véhicule dans les autobus parisiens en 2004).

Donc, un transfert de la voiture vers le transport collectif gagne non seulement plus d'espace public urbain, surtout en centre ville. Il réduit aussi le taux d'accident routier.

FIGURE II-6: L'espace requis des modes différents

Source: GTZ, 2004

Selon le rapport de *GTZ*, des photos dans une ville allemande permettent d'éprouver que la demande d'espace des voitures est supérieure aux modes bus et vélo avec le même nombre de voyageurs transportés. Par ailleurs, nous pouvons également utiliser les données de *L. Marchand* (1984) afin d'évaluer la demande de la consommation d'espace-temps selon les motifs pour un déplacement de 10 km aller-retour réalisé sur une infrastructure. Cette étude de la consommation d'espace comprend la consommation de stationnement et de circulation. Nous pouvons observer que la demande d'espace pour le mode voiture est sans doute le plus haut par rapport aux autres modes, surtout pour la consommation d'espace de stationnement. *RATP* (1998) a aussi indiqué que la voiture consomme 94.6% des m^2-h alors qu'elle représente 20% des déplacements par rapport aux autres modes de transport, voir l'annexe B.

TABLE II-3: Consommation d'espace pour un déplacement de 10 km aller-retour

Espace-temps en m2.h		Stationnement	Circulation	Consommation totale
Piéton		0	2	2
Vélo	Travail (durée 9h)	6	7	13
	Achats-loisirs (durée 3h)	2	7	9
Automobile (1.25p/véh)	Travail (durée 9h)	180	18	**198**
	Achats-loisirs (durée 3h)	60	18	72
Autobus (50 p/bus)	Voirie banale	0	3	3
	Voie réservée (30 bus/sens/h)	0	12	12
Métro		0	1	1

Source : actualisation de L. Marchand, 1984 ; RATP, 1998

2.5.2 La distance et le temps de déplacement

Le ¨***Durée***¨ et la ¨***Distance***¨ de déplacement sont deux éléments importants dans l'analyse de la mobilité. Nous présentons la situation de temps moyen de déplacement et de distance moyenne de déplacement selon les différents modes en France afin de montrer la complémentarité potentielle des modes.

Le choix du mode de transport dépend de la distance à parcourir. Les déplacements de moins d'un kilomètre et demi sont effectués à pied (67% des déplacements en zone urbaine en France) ou en voiture (27% des déplacements en zone urbaine) mais pratiquement pas en transport en commun (4% des déplacements en zone urbaine). Au-delà d'un kilomètre et demi, la marche disparaît. La voiture devient majoritaire (60% des déplacements), suivie par les transports en commun (34% des déplacements). La part des transports en commun augmente avec la distance.

En Île-de-France, elle atteint près de 40% pour les déplacements supérieurs à 15 kilomètres. En moyenne, la distance parcourue à pied est 600 mètres[12], elle est de 2 km à vélo et de 9.1 km pour un deux-roues motorisé. La longueur moyenne des déplacements à vol d'oiseau en voiture est de 6.4 km et elle atteint 8.7 km pour les transports en commun. Globalement, la distance parcourue en moyenne dans un déplacement du transport collectif Île-de-France atteignait 5.4 km en 1976, 6.2 km en 1991 et 8.7 km en 2001. Pour la voiture, les chiffres étaient respectivement de 6.2 km en 1976, 9.0 km en 1991 et 9.9 km en 2001.

[12] Selon les données d'enquête globale de transport 2001-2002 en Île-de-France, la distance moyenne de déplacement à pied est 600m. *Khisty* (1993) a indiqué que la distance maximale à pied est 400m en Amérique du nord.

Quant au budget temps de déplacement, les habitants de l'Ile-de-France consacrent en moyen 83 minutes par jour à leur déplacement, chaque déplacement durant en moyenne 24 minutes. Ces chiffres n'ont pratiquement pas changé depuis une trentaine d'années. C'est-à-dire, sous un budget du temps limité, les habitants cherchent toujours le mode de transport qui peut aller plus loin[13].

Sur la figure suivante, l'*ECMT* a proposé une relation entre la distance de déplacement et la fréquence d'usage selon le mode marche, vélo, automobile et transport collectif. La marche ne convient que pour des distances parcourues de près de 500 mètres et le transport collectif est plutôt pour des distances de déplacement plus longues.

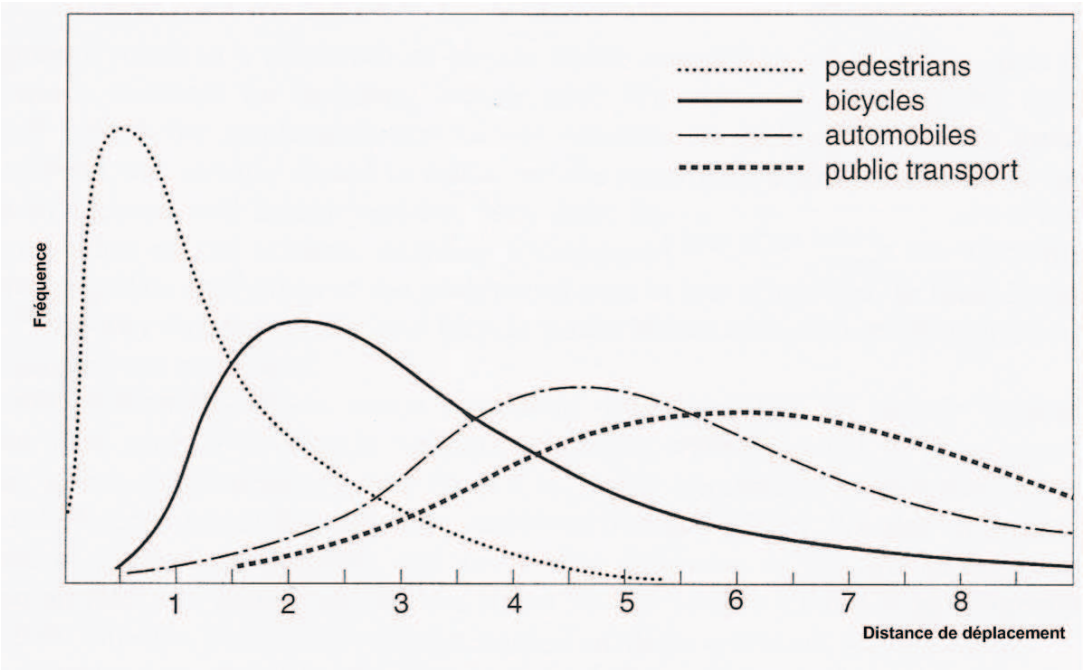


FIGURE II-7: Distance de déplacement selon les modes
dans les pays principaux en Europe

Source: ECMT 1994

Des combinaisons (voiture ou deux-roues plus transport collectif) peuvent permettre de lever certaines contraintes et de conduire à des chaînes intermodales plus pertinentes que les déplacements unimodaux.

[13] L'évolution des modes de transport a permis d'accroître les distances qu'on peut parcourir en une heure, le budget temps que les habitants consacrent en moyenne à se déplacer, dans tous les pays et à toutes les époques (estimé par *Zahavi*, 1973).

2.5.3 L'effet environnemental et énergétique

Après le protocole Kyoto en 1997, la plupart des pays du monde prennent conscience du déséquilibre environnemental global causé par les effets externes, dont celui de l'effet de serre occupe un rôle important. Ces destructions environnementales menacent notre qualité de vie quotidienne. En plus, le mode de transport routier a sans doute un rôle qui produit les effets nuisibles les plus nombreux par rapport aux autres. INFRAS/IWW 2000 a indiqué la proportion relative des coûts externes, y compris la pollution de l'air, l'effet de serre, le bruit, les accidents et la consommation d'espace, selon les modes de transport dans les 17 pays en Europe. Selon cette étude, le transport routier présente plus de 83% de coût externe total[14] des transports dans les 17 pays en Europe.

TABLE II-4: Coût externe selon les différents modes de transport

Mode	Transport routier[15]		Transport ferroviaire	
Utilisateur	Passager	Marchandise	Passager	Marchandise
Pourcentage %	49.4	34.3	1.2	0.7
Mode	Transport aérien		Transport fluvial	
Utilisateur	Passager	Marchandise	Marchandise	
Pourcentage %	13.0	1.0	0.4	

Source : INFRAS/IWW 2000

Par ailleurs, chaque transport moderne dépend toujours d'un support énergétique, la plupart de l'énergie appliquée dans le transport moderne appartient habituellement à l'énergie non renouvelable. Donc, le niveau de répartition modale du transport peut directement influer sur la consommation totale d'énergie. Aujourd'hui, le problème pétrolier est toujours discuté dans le thème du transport, d'une part parce que le pétrole est une ressource naturelle non renouvelable, d'autre part, les modes de transport, dépendant de la ressource naturelle pétrolière, émettent également beaucoup de pollution atmosphérique.

Globalement, l'autobus est le mode de transport qui consomme le moins d'énergie par passager-kilomètre (calculé en nombre de passagers multiplié par le nombre de kilomètres parcourus). Le train consomme 20% de plus et la voiture individuelle 70% de plus. Il faut noter cependant que le métro et le tramway consomment trois fois

[14] Le coût externe total des transports dans les 17 pays en Europe atteint 650 275 million € en 2000.

[15] Le transport routier est le principal mode de transport pour les passagers. En Europe, la voiture particulière représente 79% des Voy-km, les autobus 8%, les trains 7% et le transport aérien intérieur 5%.

moins que les autobus en zone urbaine. On propose toujours de nouveaux modèles de transport à l'instar de l'autobus hybride, l'automobile hybride ou bien du véhicule électrique etc. Par ailleurs, l'efficacité énergétique des transports dépend à la fois de la consommation et du nombre moyen de passagers par véhicule. C'est aussi une raison pour expliquer la consommation d'énergie des véhicules motorisés au passager transport.

En somme, la voiture est le plus négatif tant sur le plan du dommage environnemental que de la consommation énergétique. En revanche, les modes transport collectif et non-motorisés ont absolument l'avantage selon les aspects environnementaux et énergétiques. C'est-à-dire, la réduction adéquate de l'usage des véhicules motorisés est une direction durable à considérer pour soulager le risque de changement climatique et écologique.

2.5.4 Bilan

Conformément aux trois aspects présentés précédents, nous savons que les modes de transport (le transport collectif, le véhicule motorisé et les modes non-motorisés) ont des avantages et inconvénients propres respectifs. Par exemple, les modes non-motorisés ne sont que capables de s'appliquer aux déplacements courts et les véhicules motorisés peuvent offrir plus de rapidité et plus de confort de service de déplacement etc. Cependant, un réseau de transport urbain compétitif doit comprendre divers modes afin de s'adapter aux restrictions environnementales et énergétiques et à la fois satisfaire les besoins des voyageurs dans la mégapole, notamment dans la zone urbaine.

De plus, la complémentarité des modes est une clé cruciale pour le mode de transport intermodal du fait qu'elle peut renforcer le concept d'intermodalité en mettant l'accent sur des connexions entre des modes différents pour nos déplacements quotidiens. Dans le chapitre suivant, nous présentons la notion de transport intermodal dans le réseau de transport urbain.

CHAPITRE 3: L'INTRODUCTION DU TRANSPORT INTERMODAL

L'intermodalité désigne toute pratique visant à tirer parti au mieux de l'existence de différents moyens de transport. On s'intéresse ici, dans une conception plus restreinte, à tout ce qui touche à l'usage successif de plusieurs modes de transport pour le même déplacement.

La notion de transport intermodal n'est pas récente[16]. Pour favoriser le déplacement intermodal, le système de transport intermodal doit être bien organisé de sorte que les passagers le considèrent comme une alternative valide, ou estiment l'avantage offert par rapport aux déplacements avec un seul mode de transport.

Il en résulte que le transport intermodal concerne toujours au moins un mode de transport collectif. C'est pourquoi les gares de transport ferroviaire, les stations de métro et les gares routières sont des lieux privilégiés du transport intermodal, et qu'on essaie aujourd'hui d'intégrer les véhicules motorisés et les modes non-motorisés avec les modes de transport en commun dans ces lieux de transport public. Dans le présent, nous espérons que cette notion peut efficacement attirer les passagers afin de réduire la dépendance à l'usage des véhicules motorisés dans la ville.

3.1 L'intermodalité en zone urbaine : première approche

L'intermodalité décrit un objectif de politique et une qualité du système de transport. L'intermodalité appliquée dans le transport de fret est favorisée pour un certain nombre de projets concrets à l'échelle européenne, cependant, l'intermodalité des passagers en ville n'a pas encore suscité la même attention (*European Commission*, 2004). C'est pourquoi nous devons d'abord essayer de décrire les trois faces : Qu'est-ce que la forme de déplacement intermodal dans le transport urbain ? Pourquoi faut-il encourager le transport intermodal ? Comment peut-on mettre en pratique ce concept dans le système de transport urbain ? Nous abordons ces questions dans les paragraphes suivants.

[16] En 1991, les Etats-Unis ont promulgué une loi fédérale Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (*ISTEA*) pour proposer un changement majeur de planification et de politique de transport. En plus, la commission des communautés européennes a désigné aussi cette notion dans le livre blanc pour la politique européenne des transports à l'horizon 2010 en 2001.

« Les déplacements intermodaux qui font l'objet de cette recherche sont les déplacements de personnes, en zone urbaine ou périurbaine, qui combinent au moins deux modes différents, par exemple un mode de transport motorisé individuel avec un mode de transport collectif dans un même déplacement. »

Les deux ou plus de deux modes de transport utilisés dans un même déplacement impliquent que la correspondance doit être facile et confortable afin de fournir à tous les passagers plus de choix de transport pour leurs déplacements. Dans la figure suivante, nous présentons un exemple hypothétique de déplacement intermodal de la maison individuel (périurbain) au bureau (centre ville) afin de montrer toutes les articulations dans un déplacement dans lequel il y a deux correspondances entre le train et le métro ou le bus. Nous avons détaillé ces articulations en 17 points pour un déplacement porte-à-porte. Dans cet exemple, le passager utilise au moins 3 modes (le vélo, le train et le bus ou le métro) de transport dans un déplacement excepté la marche à pied.

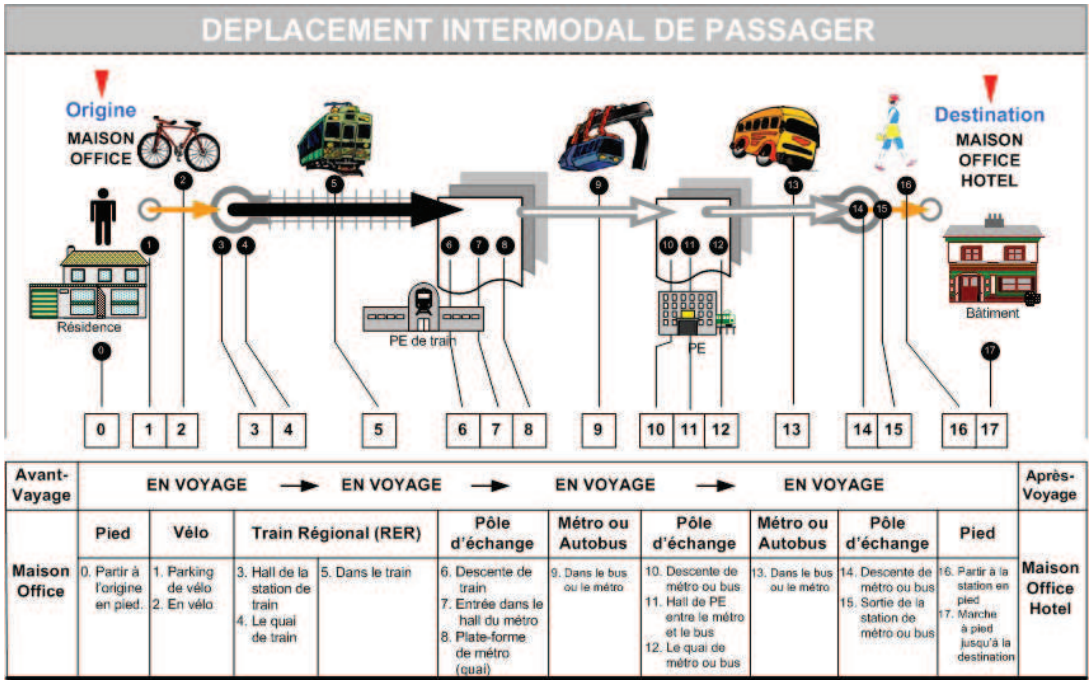


FIGURE III-1: Diagramme d'un déplacement intermodal

Le croisement des modes de transport public, des types de territoire et des réseaux locaux de voirie autour des pôles permet d'identifier trois grands types de lieux d'échange.

- Le réseau national et régional (autoroute et route express) à l'extérieur de la zone urbaine pour l'accès et le transit en rocade ;
- La route express en rocade autour de la ville pour le lien entre les différents quartiers pour éviter le croisement du centre;
- La voirie locale pour les résidents du centre ville avec la limite de vitesse.

À partir de cet arrangement répandu de planification, il est possible d'identifier une classification typologique des concepts modernes de transport intermodal en mégapole, comme sur la figure suivante.

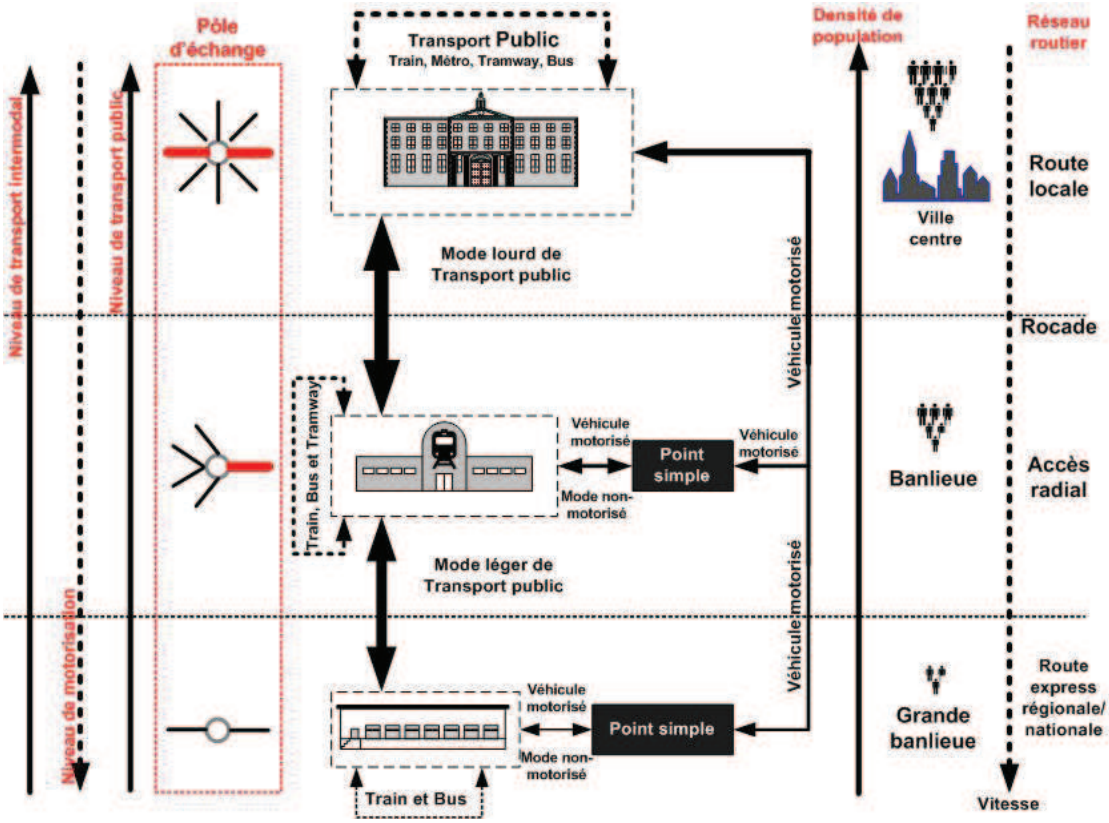


FIGURE III-2 : Typologie des pôles d'échange selon le niveau de transport urbain

Source: European Commission, 1999

Le transport collectif assure également le transfert des passagers à un centre multimodal important (pôle d'échange) où est un raccordement à un autre mode plus efficace (dépendant de la fréquence et la vitesse etc.).

S'il n'est pas très difficile d'organiser la coexistence de la route et d'un réseau consacré de transport collectif en dehors du centre ville (comme le chemin de fer suburbain et le train régional), cela devient une vraie stratégie de planification du

transport dans les centres urbains, où il peut y avoir des conflits d'espace entre le transport routier et le transport collectif.

D'ailleurs, la limitation de l'usage des véhicules motorisés au centre de la ville n'est efficace que quand le transport en commun fournit un niveau de service similaire, particulièrement en termes de fiabilité et de temps de correspondance, comme nous avons précisé dans les paragraphes précédents sur l'analyse de sensibilité au temps à l'extérieur du véhicule.

Dans un réseau de transport collectif, il y a trois types de pôle d'échange qui peuvent être distingués : point d'échange, pôle d'échange et centre d'échange, voir la figuree ci-dessus.

- Centre d'échange : le centre d'échange est souvent installé au centre ville ou dans un quartier proche de centre, parce qu'il peut fournir le système de correspondance entre le système de transport collectif urbain (le métro, l'autobus ou le tramway), le train régional et le véhicule motorisé particulier, en d'autres termes, il contient tous les modes de transport. Ainsi, il permet les changements d'un volume très élevé de passagers en correspondance.
- Pôle d'échange : Le lieu de pôle d'échange est toujours le deuxième niveau de la classe typologique des pôles d'échange, pourrait être installé dans tous les endroits de région urbaine et de banlieue. Le volume de passagers en correspondance est moyen afin de transférer les passagers entre quelques systèmes lourds et légers de transport collectif et mode de véhicules motorisés. Ainsi, la fonction du pôle d'échange comporte la polarisation et la redistribution du flux de passagers.
- Point d'échange (station ou arrêt) : Cette classe de point d'échange peut être disposée n'importe où dans la ville. Le volume de passagers en correspondance appartient au niveau petit à moyen pour la correspondance entre quelques systèmes : comme l'autobus, la bicyclette etc. Ce sont surtout les pôles d'échange qui nous intéressent.

3.2 Les avantages théoriques du transport intermodal

Les déplacements porte-à-porte comprenant plusieurs modes de transport urbain sont constitués par des chaînes qui permettent certaines optimisations. Le transport intermodal peut offrir les avantages suivants :

a. Le transport intermodal augmente les chances pour un rééquilibrage des modes en liaison forte avec le système de transport en commun, notamment pour les personnes qui ne sont pas à distance de marche des stations. Il peut aussi réduire les externalités sociales et environnementales négatives d'une manière potentiellement rentable.
b. Des offres bien-équilibrées et intégrées de système de transport urbain peuvent augmenter le choix de transport pour les passagers et stimuler l'utilisation de modes en fonction du renforcement et de la compensation des faiblesses.
c. Les déplacements intermodaux peuvent mener non seulement à un rendement plus élevé pour les individus, mais aussi à un rendement pour l'ensemble. (dans le sens des coûts socio-économiques totaux)
d. Le choix et l'efficacité accrus peuvent parer des problèmes de capacité existants pour les modes courants.

De plus, on peut détailler les avantages et les inconvénients du transport intermodal (*VP+TC*) pour les individus, les pouvoirs publics et l'environnement en comparaison de transport simple (voiture) afin d'éclairer la prospective de développement de l'intermodalité dans la mégapole.

❖ **Pour les usagers**

a. Le déplacement en voiture :

<u>Avantage</u>

- L'efficacité temporelle de la mobilité : l'usage de voiture est relativement plus rapide si l'intermodalité est mal organisée ;
- L'accessibilité : la possibilité d'utiliser la voiture sur place (le service porte-à-porte) ;

<u>Inconvénient</u>

- L'efficacité monétaire : l'usage de voiture est plus coûteux (coût d'usage lié au carburant, au stationnement etc.) ;
- L'efficacité temporelle : l'usage de voiture est normalement moins rapide pendant l'heure de point dans le centre ;

b. Le déplacement en mode combiné :

<u>Avantage</u>

- L'efficacité monétaire : l'usage de l'intermodalité *VP-TC* est en général moins coûteux (le coût d'usage de *TC* est relativement plus économique que celui de *VP*) ;
- La consommation d'espace : l'usage de l'intermodalité occasionne moins de stress si la congestion et les difficultés de stationnement au centre ville sont importantes ;
- L'efficacité temporelle : il est plus rapide pour l'usage de l'intermodalité dans certains cas. Par exemple, à l'heure de pointe vers la zone dense.

Inconvénient

- L'incertitude : le risque liée à l'heure d'arrive de *TC* (c'est à l'efficacité temporelle faible) ;
- Le confort : L'usage de l'intermodalité est relativement moins confortable, parce qu'il faut considérer le temps d'attente et la correspondance etc.

❖ **Pour les collectivités**

a. Le déplacement en voiture :

Avantage

- Les recettes publiques : l'usage de voiture peut apporter des ressources (comme les taxes sur les carburants et le stationnement etc.) pour les pouvoirs publics ;
- L'activité économique : l'augmentation des activités économiques personnelles ;

Inconvénient

- Le financement public : l'usage de voiture augmente les besoins d'investissements en voiries, notamment dans les pays où le parc automobile continue de croître ;
- L'impact externe : l'usage de voiture contribue à la dégradation de la qualité de la zone centrale (congestion, pollution etc.) ;

b. Le déplacement en mode combiné

Avantage

- Le financement public : l'encouragement de l'usage de l'intermodalité peut permettre une meilleure rentabilisation d'un investissement lourd ;

- L'urbanité : l'équilibre de développement des zones dans la banlieue à la faveur du développement des pôles d'échange et de réseau *TC* ;

Inconvénient

- Le financement public : le développement de l'intermodalité est obligé à des investissements importants de stationnement en gare (parcs relais) ;
- Le financement public : il faut aussi améliorer la condition de correspondance (infrastructure et système informatique) afin de réduire la dépense temporelle ;

❖ **Pour l'environnement et la société**

a. Le déplacement en voiture :

Inconvénient

Le déplacement en voiture produit beaucoup plus de nuisance négative (comme la pollution atmosphérique, l'insécurité, le bruit et la congestion) et à la fois amène une ville plus détendue (plus de ressources naturelles). Pour cela, l'encouragement de l'usage de voiture va sur une voie inverse de développement durable pour la société.

b. Le déplacement en mode combiné :

Avantage

- L'impact environnemental : l'incitation de l'usage de l'intermodalité peut réduire la nuisance négative, notamment dans le centre ;
- L'urbanité : L'amélioration de l'urbanité vers une ville plus compacte ;
- La consommation d'espace : la consommation d'espace (en circulation et en stationnement) pour l'usage de l'intermodalité est relativement plus faible que celle pour l'usage de voiture ;

Conformément à la définition des avantages et inconvénients du mode simple et du mode combiné (*VP+TC*), nous voyons que le développement de l'intermodalité est relativement plus cohérent pour le développement durable par rapport à celui de voiture, notamment dans la dimension environnementale. Il faut toutefois que ce mode soit adapté par les usagers, et c'est pourquoi nous passons en revue quelques étates sur la demande pour ce type de service.

3.3 Une demande de déplacement intermodale encore faible : l'exemple de l'Île-de-France

Papon (1999) a indiqué que l'usage des transports collectifs et des transports individuels ayant lieu au cours du même déplacement (intermodalité) et au cours de déplacements différents d'une même boucle de déplacements n'est que de 3% des boucles en France. De plus, en Chine, les déplacements intermodaux au sens large n'en représentent que 4% à 6% (*Xu*, 2001). Bien que cette part de transport intermodal reste encore très faible, ce mode mérite quand même d'être encouragé dans le cadre de développement durable.

C'est la raison pour laquelle nous présentons l'exemple de l'Île-de-France en fonction des données d'enquête *EGT* en 2001 afin de connaître la composition détaillée pour les déplacements intermodaux et la piste possible de développement pour l'intermodalité.

En Île-de-France, sur les réseaux ferrés, les accès se font de manière quasi-exclusive à pied (81%) et en bus (14%). Le rabattement en voiture, s'il est quasi inexistant à Paris, prend une importance croissante à mesure qu'on s'en éloigne et concerne plus de 8% des déplacements ayant une origine en banlieue, voir la figure suivante. De plus, si le rabattement en 2 roues est plus élevé en banlieue qu'à Paris, il reste quand même faible : 0.2% en vélo en *PC* et 0,6% en vélo en *GC*. Et, en grande couronne, 17% des rabattements se font par l'automobile contre 4.5% en petite couronne, du fait d'une densité plus faible. Ces rabattements sont de l'ordre de 3km en moyenne, 3.5km en grande couronne, 2.5km en petite couronne. 80% de ces gares de grande couronne disposent de parcs relais.

Dans 80% des cas, on se rend à pied aux gares et aux stations de métro ou de tram. Cette pratique est d'autant plus développée que le secteur géographique de départ est dense : on se rabat à pied dans 96% des cas si l'on part de Paris, dans 75% en partant d'une commune de la banlieue intérieure et à plus de 60% si l'on part d'une ville nouvelle. A l'inverse, lorsque le point de départ se situe dans une agglomération secondaire isolée ou une commune rurale, le recours à la marche est bien plus faible avec respectivement 28% et 13%.

Autrement dit, si on ne se rend pas à pied à la gare, on utilisera les véhicules individuels ou autobus en fonction de leur commodité respective d'usage, pour cela l'existence de facilités de stationnement (la capacité des parcs relais dans les pôles d'échange) et de lignes d'autobus aux tracés et aux horaires adaptés.

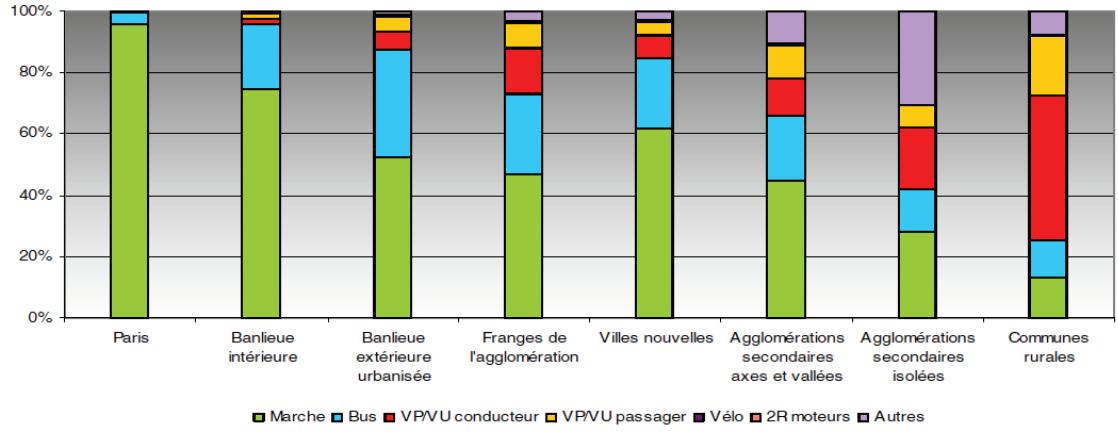


FIGURE III-3 : Répartition des différents modes de rabattement selon la morphologie de la zone de départ

Source : EGT traitement IAURIF et STIF, 2001[17]

A la suite de la description de rabattement en Île-de-France, nous pouvons constater que l'encouragement de l'intermodalité pour les déplacements intrazones à Paris est plutôt incohérent, du fait que le réseau de transport ferré est relativement solide, on n'utilise donc que la marche plus le *TC*. En revanche, il est très cohérent pour les déplacements à partir des communes rurales et des agglomérations secondaires isolées vers Paris. Ce résultat statistique en Île-de-France peut nous permettre de confirmer que la piste potentielle de développement de l'intermodalité est cohérente pour les déplacements interzones entre le centre et la banlieue, notamment les zones de banlieue périphérique.

Si on veut tracer les zones possibles autour de la gare pour l'intermodalité, il faut non seulement prendre en compte la facilité de stationnement, mais aussi la dépense temporelle. C'est-à-dire, la distance de rayon raisonnable pour venir à la gare peut dépendre de la capacité de véhicule. Par exemple, l'usage de vélo est plutôt pour la distance à moins d'un km, l'usage de deux-roues motorisés est pour la distance plus de 1 km ou l'usage de voiture est plutôt pour la distance plus de 3 km en fonction de l'efficacité monétaire et temporelle de la mobilité. Si la distance moyenne de rabattement est 3 km pour vénir à la gare en Ile-de-France, nous pouvons imaginer que le vélo et la moto peuvent être une bonne option par rapport à la voiture afin de satisfaire la demande des voyageurs.

[17] Repris de Torracca A. (2009) ¨Le vélo peut-il devenir une alternative à l'automobile en banlieue parisienne ?¨, mémoire CIMO I.

3.4 Les determinants de la demande intermodale : revue de la litterature

Nous ressemblons ci-dessous quelques unes des caractéristiques spécifiques de déplacements intermodaux relevées par la littérature.

3.4.1 Synthèse sur les comportements :

On peut distinguer deux types de déterminants, de déclencheurs du déplacement intermodal :

- Les motivations explicites, qui ressortent de l'interview des usagers (difficile de se garer en centre ville etc.)
- Les conditions implicites, dont dépend la faisabilité du transport intermodal (organisation de l'offre, tarification, etc.)

Au rang des éléments de motivation du déplacement intermodal, 4 critères se détachent nettement (*Semaly*, 1999)

- Les difficultés de stationnement à la destination (l'intermodalité sert d'abord à reporter son lieu de stationnement)
- Le gain de temps (qui n'est cependant effectif que quand les conditions de circulation et de stationnement à la destination sont suffisamment difficiles).
- Un coût monétaire moins important
- La volonté d'éviter le stress de la circulation en ville

Le rapport (*Semaly* 1999) repose sur une enquête régionale qui a montré que les anciens utilisateurs de la voiture seule sont les plus nombreux parmi les usagers des déplacements intermodaux (de 30 % à 80 %, contre de 20 % à 50 % pour le *TC*) en France.

3.4.2 Quels usages et quels usagers des déplacements intermodaux ?

De nombreux documents abordent la question des motifs de déplacement. Dans la plupart des cas, les motifs pendulaires (travail/études) représentent de l'ordre de 70% des déplacements intermodaux, le reste concernant les achats et les loisirs.

La durée du stationnement de rabattement est évidemment liée à l'activité menée, et donc au motif. La prédominance générale des motifs pendulaires se retrouve ainsi,

hors dépose simple, dans des durées de stationnement plutôt longues, correspondant à la demi-journée ou à la journée. C'est d'abord la prédominance des femmes, qui est autour de 2/3 des utilisateurs, qui est partout relevée. La deuxième constatation générale est que le déplacement intermodal concerne majoritairement des actifs, puis des étudiants et scolaires.

Le taux d'occupation des voitures en rabattement est d'environ 1.3 personne par véhicule, ce qui est sensiblement équivalent au taux d'occupation moyen général des véhicules en ville. Mais cette valeur concerne les véhicules en stationnement de rabattement. Si on y inclut la dépose simple, la proportion de passagers est de la moitié à 2/3 des utilisateurs de l'intermodalité. A noter que le fait de se déplacer à plusieurs est un frein au déplacement intermodal, principalement pour une raison de coût du transport public.

3.4.3 Quels déplacements de transport intermodal?

La structure géographique des déplacements intermodaux est d'abord marquée par leur caractère radial : au moins 80% de ces déplacements se font vers l'hypercentre (*Margail* 1993). En termes de temps de parcours total, ce sont des déplacements plutôt plus longs que la moyenne (*Mastalerz* 1999). Le bassin d'attraction, où est la zone de rabattement en véhicule motorisé sur un point de transfert donné, peut être assimilé pour l'essentiel à la zone comprise dans un rayon de 10 km au-delà du point de rabattement par rapport à l'hypercentre. A la destination, 90% des déplacements intermodaux se terminent à moins de 500 mètres de la station de descente des transports en commun ; la proportion de déplacements intermodaux qui font une seconde rupture de charge (*TC/TC*) peut ne pas être négligeable. Elle est liée à la qualité du maillage de transport en commun.

3.4.4 Synthèse

Dans notre description des déterminants du déplacement intermodal, nous pouvons globalement induire ici les éléments d'influence potentiels en fonction de divers aspects sur les déterminants généreux de la mobilité, de plus, ces aspects divers peuvent nous aider à orienter initialement la direction de développement du transport intermodal. Donc, les aspects déterminants sont listés ci-dessous.

- Déterminants liés au déplacement
  - la liaison origine-destination : plutôt longue, à destination du centre
  - le motif de déplacement : activité à destination de durée longue

- l'heure du déplacement
- la fréquence des déplacements intermodaux : déplacements régulers
- le nombre de personne qui se déplacent ensemble : personnes seules
- le programme d'activités : simple

➢ Déterminants liés à la personne qui se déplace

- les caractéristiques personnelles : âge, sexe, activité
- l'accès au véhicule particulier

➢ Déterminants liés au réseau et à l'espace traversé

- l'environnement urbain
- les réseaux de transport : rabattement sur réserve bientôt efficace
- l'articulation des modes
- l'intégration des modes
- les conditions de stationnement à la destination : difficulté de stationnement à destination

Dans l'ensemble, le faible niveau de la demande de déplacements combinés montre qu'il y a encore un problème sur le transfert entre les modes du fait que les passagers perdent beaucoup de confort et de temps. L'effort pour améliorer le transport intermodal doit reposer sur :

- La planification et la localisation des réseaux d'infrastructure adéquate et de leur intercommunication est la première étape. Chaque moyen de transport doit pouvoir être utilisé quand il est le meilleur sur un segment de déplacement.
- Les pôles d'échanges doivent être développés pour créer des conditions plus agréables de correspondance entre les modes, afin d'équilibrer les pertes de temps ressenties.
- La bonne qualité des services intégrés est nécessaire afin d'aider les passagers dans leurs déplacements quotidiens ; par exemple, l'information sur le trajet pour les déplacements porte-à-porte et l'intégration tarifaire des transports etc.
- La satisfaction des besoins des passagers, la coopération et la coordination des opérateurs, la diffusion des normes techniques et la fourniture de ressources financières publiques et privées en proportion des avantages crées.

3.5 Conclusion

L'usage combiné de plusieurs modes au cours d'un même déplacement permet théoriquement d'utiliser chaque moyen dans sa zone de pertinence. Les avantages et inconvénients de cet usage, comparé à l'usage d'un mode unique, peuvent être différents pour les individus, les pouvoirs publics et l'environnement. C'est pour les déplacements au départ de la banlieue ou des zones suburbaines vers les parties centrales des villes que les avantages sont potentiellement les plus importants. La demande de déplacements intermodaux reste pourtant encore faible, et peut donc être sensiblement développée.

CHAPITRE 4: LE CAS DE SHANGHAI

Nous présentons en premier lieu les conditions fondamentales de la ville, comme les conditions géographiques, démographiques et socio-économiques, et puis, nous indiquons la situation actuelle du transport urbain et de la mobilité afin d'évaluer les evolutions potentielles du transport urbain.

4.1 La situation et la perspective de développement à Shanghai

Shanghai se situe à l'est de la Chine, au bord de la Mer de Chine Orientale, lien avec le monde occidental. Avec le fleuve *Yangtze* au Nord, la baie de *Hangzhou* au Sud, les provinces du *Jiangsu* et du *Zhejiang* à l'Ouest, Shanghai se situe à l'embouchure du *Yangtze* à la jonction de la ceinture économique côtière et du bassin économique du fleuve *Yangtze*. Shanghai est située sur la rivière *Huang Pu*, et se compose donc de deux parties distinctes, les secteurs de *Puxi* et de *Pudong*. La ville s'est développée tout d'abord exclusivement à *Puxi* qui se déploie entre le Bund et la rivière *Suzhou*, mais depuis une dizaine d'années, sous l'impulsion du gouvernement, *Pudong* est devenue une zone de construction Hi-Tech ou les entreprises et autres gratte-ciels se multiplient. C'est un quartier d'affaires et d'habitations. L'objectif du plan de développement de la ville est de soulager la densité de population au centre ville. Le gouvernement municipal de Shanghai compte transférer cette population excédentaire de la ville centre vers neuf autres villes en périphérie (villes satellites), voir la politique de développement urbain «***1966***»[18]. La densité de population dans la ville centre est très élevée.

La notion de multi-centre n'est pas facile à atteindre dans le présent à Shanghai. Elle implique un réseau de transport complet et d'une politique efficace afin de remédier à cette rupture géographique et permettre des déplacements aisés.

4.2 Situation géographique, démographique, économique

L'agglomération de Shanghai (*6340* km^2) comptait *13,6* millions d'habitants en 1998. À la fin de 2003, le recensement relevait *17,24* millions d'habitants tandis que la

[18] «1966» c'est le nouveau slogan pour le développement régional à long terme dans la municipalité de Shanghai. Selon les deux axes de développement principaux, il peut se diviser en quatre niveaux : une ville centre (à l'intérieur du périphérique externe), neuf villes nouvelles dans la banlieue, soixante communautés nouvelles et six cents zones d'aménagement nouvelles dans les campagnes.

population enregistrée était de *13,44* millions, comprenant la ville centre sur 375 km^2, les villes satellites industrielles ainsi que de petites villes rurales. Shanghai compte de nombreux résidents temporaires qui constituent une population flottante estimée à 3,3 millions d'habitants en 1998. Nous présentons l'évolution socio-économique dans le tableau suivant depuis l'année 1986. La capacité économique de Shanghai a été déjà multipliée par 14 de 1986 à 2004. Par ailleurs, il n'y avait que 1.7% de croissance de la population pendant ces années. C'est-à-dire, cette croissance économique forte pouvait absolument changer la structure de la mobilité et de la demande de transport urbain.

TABLE IV-1: Les principaux indicateurs socio-économiques pour la municipalité de Shanghai, en 1986, 1995 et 2004

Indicateurs	**2004**	**1995**	**1986**
Superficie (km2)	6340	6340	6340
Population de résidents permanents (millions)	13.52	13.01	12.32
Densité de population (personnes/km2)	2133	2052	1943
Nombre d'emplois (millions)	8.37	7.94	7.66
PIB (milliards de $ US)	94.7	31.3	6.3
PIB par habitant ($ US)	7033.4	2408.9	509.7
Salaire annuel moyen ($ US)	3102.7	1180.0	214.8

*Les données de population n'incluent pas la population flottante. 1 $US ≈ 7.86 Yuans (RMB) en 2006

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2005, 1996 and 1987

Selon la planification de l'administration actuelle à Shanghai, on peut diviser la ville en quatre couronnes.

En premier lieu, la zone du centre de la ville, abréviation en «***CV***», comprend quatre districts urbains sur la figure IV-1 de couleur rose, *Huangpu*, *Jing'an*, *Luwan* et *Hongkou*. C'est la zone la plus dense et développée. En deuxième lieu, la zone autour du centre de la ville, abréviation en «***ACV***», comprend les cinq districts urbains qui sont marqués en bleu, *Xuhui*, *Changning*, *Putuo*, *Zhabei* et *Yangpu*. En troisième lieu, la zone suburbaine intérieure, abréviation en «***SUI***» qui comprend les quatre districts urbains marqués en jaune, *Pudong*, *Minghang*, *Baoshan* et *Jiading*. La dernière couronne est la zone suburbaine extérieure «***SUE***», comprenant les cinq districts urbains de *Songjiang*, *Qingpu*, *Jinshan*, *Nanhui* et *Fengxian* et le district rural de

Chongming. La distribution géographique de ces zones administratives est représentée sur la figure suivante.

FIGURE IV-1: Les districts dans la collectivité métropolitaine de Shanghai

Source: Réalisé par l'auteur

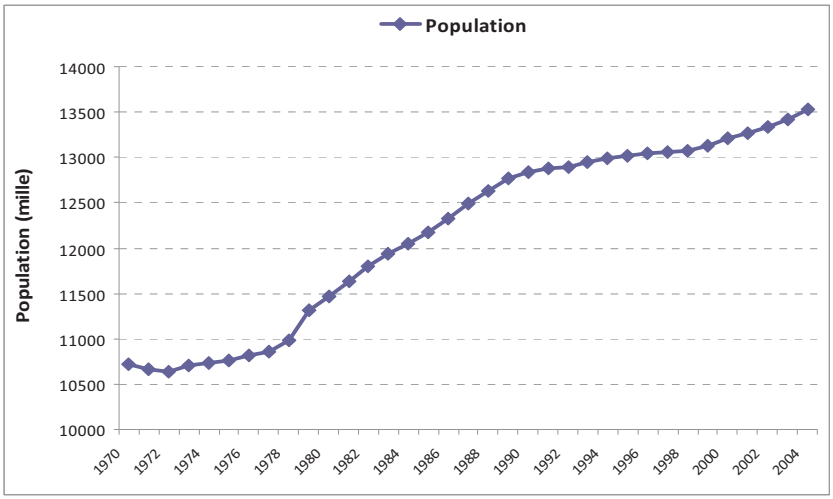


FIGURE IV-2: La tendance de la population depuis 1970 (hors la population flottante)

Source: Shanghai Statistic Yearbook 2000-2005

4.2.1 Population flottante

La population flottante est aussi une composante très important dans la population municipale, environ 25% du total des habitants. Sous l'influence de cette population flottante, la structure du transport urbain à Shanghai a déjà changé beaucoup. Selon l'estimation faite par le gouvernement municipal, 23% des flux de voyageurs en transport collectif sont dus à la population flottante, de plus, le taux d'utilisation du taxi est plus fréquent pour la population flottante. Cette population, réside plus en périphérie qu'au centre.

TABLE IV-2: Evolution de la population flottante en 1990 et en 2000

Zone	1990 (mille habitants)	2000 (mille habitants)	Croissance
Ville centre	161.6	596.6	267%
Périphérie	351.7	3 277.5	831%
Ensemble	**543.2**	**3 871.1**	**612%**

Source : Données du 5ème recensement de population (2000)

La plupart de la population flottante s'installe en périphérie ou bien à côté de l'endroit de leur travail, parce que le loyer et la propriété foncière dans la ville centre sont très coûteux. Par exemple, selon les données d'un magazine immobilier local, le loyer d'un logement populaire dans le district de *Pudong* atteint de 5000 à 7000 Yuans (de 500 à 700 euros) par mois pour une surface habitable de 130 à 160 mètres carrés. Or une famille de 2 salariés gagne en moyenne 4 100 Yuans par mois. Autrement dit, ce loyer à Shanghai est inaccessible.

Par ailleurs, la plupart de la population flottante est employée et excepté les employés étrangers, ils appartiennent au niveau économique moyen ou bas. Donc ils choisissent en premier lieu de s'installer en périphérie.

4.2.2 Evolution de la population

L'évolution de la population dans chaque zone de la municipalité de Shanghai dans les vingt dernières années, peut être présentée en trois phases : la première étape est 1982-1990, la deuxième étape est 1990-2000 et la troisième étape est après l'année 2000.

➢ ***Les années 1982-1990 :***

Dans les années 1980, la population à Shanghai commence déjà à émigrer vers la zone suburbaine. La population totale a augmenté d'un million quatre cent quatre-vingt deux mille habitants dont la zone – la ville centre a augmenté de trois cent deux mille habitants, soit 0.54% de taux de croissance annuel, qui est plus bas que le taux moyen de la ville Shanghai (1.32%), et ce qui représente environ un quart de la croissance de la zone suburbaine.

La densité de population dans le centre (**CV**), commence à baisser au début des années 1980. Par contre, la croissance démographique augmente rapidement et la ville s'étend énormément dans les zones suburbaines, plutôt dans la zone *SUI*.

TABLE IV-3: Changement démographique dans les zones de Shanghai 1982-1990

mille habitants	1982	1990	Changement
Ville centre	6079.3	6382.0	302.7
CV	3155.4	2463.0	-692.4
ACV	2923.9	3919.0	995.1
Suburbain	5780.4	6960.0	1179.6
SUI	2450.4	3146.0	695.6
SUE	3330.0	3814.0	484.0
Ensemble	11859.7	13342.0	1482.3

Source : Données du 4th recensement de population (1990)

➢ ***Les années 1990-2000 :***

La population a continué à se déplacer vers la zone suburbaine de 1990 à 2000. La densité de population se réduit beaucoup dans la zone *CV*, surtout à l'intérieur de la route périphérique interne (voir la figure suivante). La densité de population est en baisse à 4183 hab./km^2 dans les zones centrales, y compris *CV* et *ACV* de 1990 à 2000, le taux de décroissance atteignait 14.9% et même 23.3% dans la zone *CV* (environ quatre cent mille habitants).

Par contre, la densité de population dans la zone suburbaine augmentait de 428 hab./km^2 de 1990 à 2000. La zone *SUE* ne change pas beaucoup. De 882 hab./km^2 en 1990 à 905 hab./km^2 en 2000, le taux de croissance n'est que 2.6%.

TABLE IV-4: Le changement démographique dans les zones de Shanghai 1990-2000

Zone	1990			2000		
	Habitant (mille)	**Superficie** (km^2)	**Densité** (hab./km^2)	**Habitant** (mille)	**Superficie** (km^2)	**Densité** (hab./km^2)
Ville centre	6382	226.9	28127	6930	289.4	23944
CV	2463	47.1	52293	2069	51.6	40089
ACV	3919	179.8	21796	4861	237.8	20438
Suburbain	6960	6113.7	1138	9478	6051.1	1566
SUI	3146	1788.8	1759	5601	1768.5	3167
SUE	3814	4324.9	882	3877	4282.6	905
Ensemble	**13342**	**6340.5**	**2104**	**16408**	**6340.5**	**2588**

Source : Données des recensements de population 4ème(1990) et 5ème(2000)

➢ ***Les années 2000-2003 :***

Après l'année 2000, la sub-urbanisation se poursuit, on peut présenter les caractéristiques du changement démographique selon les quatre aspects suivantes.

- L'augmentation de la population à Shanghai, la transformation démographique du centre vers le suburbain.

La tendance démographique est toujours en hausse de 2000 à 2003, la population a augmenté d'environ 832 000 habitants, le taux de croissance est de 6.19% ; la densité de population s'éleve à 2558 hab./km^2 en 2000 et à 2651 hab./km^2 en 2003. Bien que la population augmente aussi bien dans le centre que dans la zone suburbaine, le taux de croissance démographique dans la zone suburbaine (4.6%) est toujours plus haut que dans la zone centrale (2.84%).

On peut clairement observer que la croissance démographique se déplace lentement vers la zone suburbaine. Ainsi la transformation démographique à Shanghai montre évidemment la tendance à la sub-urbanisation, cependant la répartition démographique dans la zone suburbaine se situe dans la phase de dispersion relative.

TABLE IV-5: Le changement démographique dans les zones de Shanghai 2000-2003

Zone	Superficie (km2)	Population			Densité	
		2000 (mille)	2003 (mille)	Croissance (mille)	2000 (hab./km2)	2003 (hab./km2)
Ville centre	289.4	6930	7327	397	23944	25317
CV	51.6	2069	2060	-9	40089	39922
ACV	237.8	4861	5267	406	20438	22149
Suburbain	6051.1	9478	9913	435	1566	1638
Ensemble	**6502.58**	**16408**	**17240**	**832**	**2588**	**2651**

Source : Shanghai Statistics Yearbook 2004, y compris la population flottante et Données des recensements de population 2003

Un bilan en trois points se dégage :

- La décroissance démographique dans la zone centrale

La population décroît dans la zone centrale, alors que la population globale à Shanghai augmente continuellement.

- La densité démographique s'élève rapidement dans la zone autour de zone centrale

L'augmentation de la population dans la zone *ACV* est de plus quatre cent six mille habitants et plus 1711 hab./km^2 de 2000 à 2003. Cette tendance à la croissance dans la zone suburbaine est justement égale à la décroissance démographique dans la zone centrale.

- Le transport par rail amène les habitants dans la zone suburbaine

La population augmente rapidement dans trois zones, la première zone est autour de la route périphérique extérieure (la zone *ACV*), la deuxième zone est à côté des stations de transport par rail (en particulier dans la zone *ACV*) et la troisième zone appartient aux zones de développement prioritaire dans la zone suburbaine (zone d'industrie).

4.2.3 Densité de la population

Selon la figure IV-3, nous pouvons observer que la population se concentre toujours dans la ville centre de Shanghai, surtout à l'intérieur du périphérique externe (périphérique routier en ligne bleue). Dans les districts *Huangpu* et *Luwan*, la densité de la population dépasse 40 000 par km^2 et les autres districts dans la ville centre atteignent aussi au moins 10 000 par km^2.

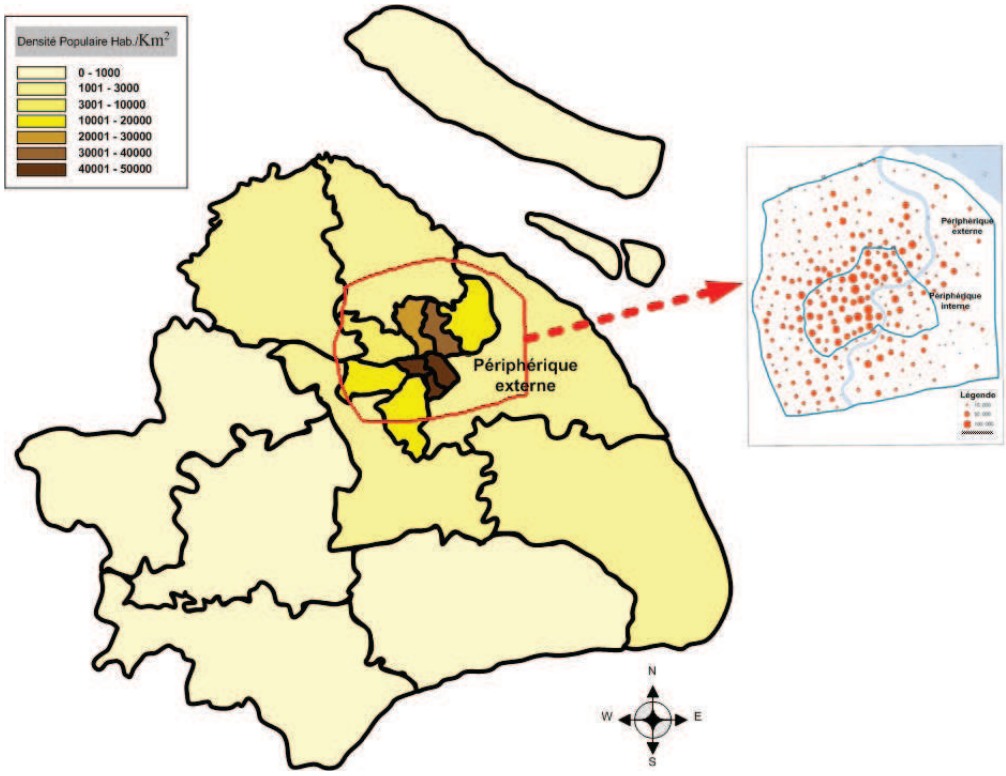


FIGURE IV-3: La densité démographique dans la ville de Shanghai métropole

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2005; SCCTPI, 2005

La distribution de la population dans cette région à l'intérieur du périphérique externe à la faveur des données démographiques en 2004 montre que la population à l'intérieur du périphérique interne atteint 4.08 millions d'habitants en 2003, soit 23.8% du total et la zone entre les périphériques interne et externe atteint 5.69 millions d'habitants en 2003, soit 33.2% du total à Shanghai. Le nombre d'habitants à l'intérieur du périphérique externe à Shanghai représente 57.1% du total, est la surface à l'intérieur du périphérique externe n'est que d'environ 10% de la surface totale à Shanghai.

4.3 Financement des infrastructures

Les réformes économiques et l'ambition pour Shanghai, selon le Shanghai Metropolitan Transportation White Paper (2002), d'être une grande place financière asiatique en ont fait un vaste chantier de construction où de nombreuses maisons à un ou deux niveaux sont démolies pour laisser le champ libre aux promoteurs d'immeubles de 30 étages et plus dans le centre. L'augmentation annuelle du produit régional brut est de l'ordre de 10 % par an depuis 1990. En 2004, il a atteint 745 030

Millions de Yuans (74 503 Millions Euros) ce qui donne un produit régional brut de 6700 $ par habitant. L'exposition universelle de 2010 stimule les investissements et augmente le nombre de constructions immobilières et les infrastructures, ce qui ne va pas réduire à court terme le volume de la population flottante, les migrants étant venus combler les besoins de main-d'œuvre. Ils devraient repartir ensuite…mais un grand nombre restera, phénomène bien connu en Europe.

- **Le financement des transports**

En 2004, le *PIB* à Shanghai atteignait 745 030 millions de Yuans qui étaient déjà plus de 200% de plus que pour l'année 1995 ; donc le financement des infrastructures de transport est aussi de plus en plus élargi, sur la période 1995 à 2004, les crédits totaux pour les routes, les ponts et le rail ont atteint 125 600 millions de Yuans (12 560 M Euros), environ 3% du *PIB* total de 1995 à 2004.

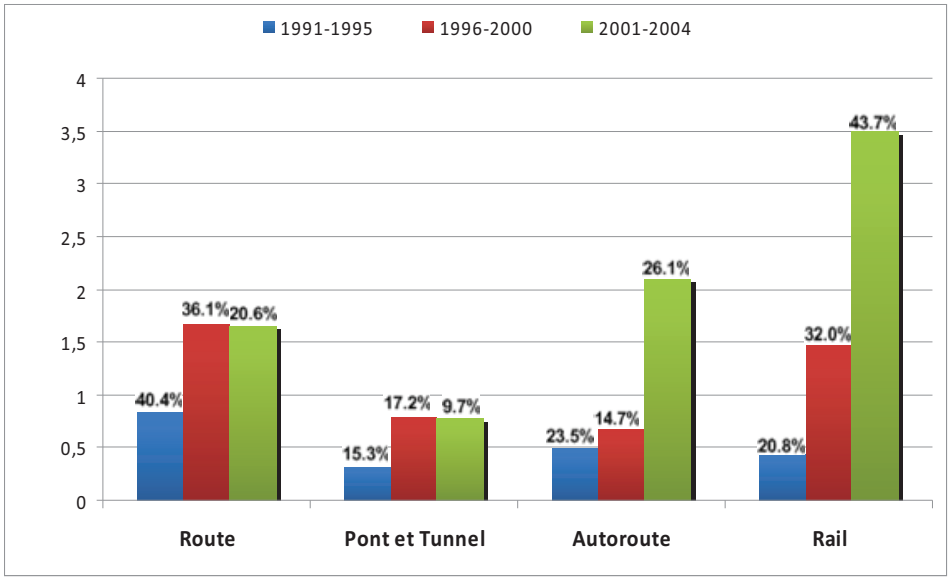


FIGURE IV-4: Répartition des investissements en transport en fonction des types d'infrastructures dans la municipalité de Shanghai, en montant de frais et pourcentage, en fonction des différents plans

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2005

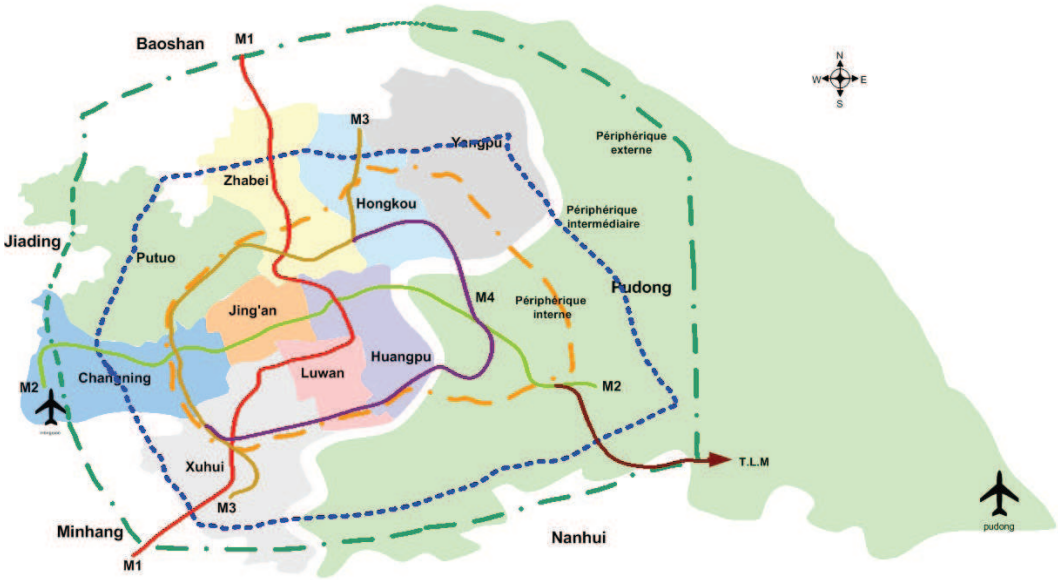
Selon la figure IV-4, le financement du rail occupe une part de plus en plus importante, 20.8% entre 1991 et 1995, 32% entre 1996 et 2000, puis 43.7% entre 2001 et 2004. Le gouvernement municipal de Shanghai vise à construire le réseau ferroviaire comme axe principal du transport urbain futur. Par ailleurs, la construction des autoroutes est également l'objet de travaux importants pour le réseau de transport urbain à Shanghai.

4.4 Le dimensionnement des infrastructures de transport urbain

En dépit de la croissance économique rapide, le taux de possession automobile est encore bas dans la municipalité de Shanghai par rapport à d'autres villes du monde de même niveau. En attendant, la municipalité de Shanghai a déjà fait beaucoup d'investissements pour les infrastructures de route et de rail pour deconcentrer la population du centre ville. Cependant, plus d'infrastructures, de villes satellites et de dispersion de population signifient peut-être plus de distances à parcourrir, d'automobiles, d'utilisation d'énergie et d'influence sur l'environnement.

Au début des années 1990, le plan des infrastructures de transport a commencé à se focaliser sur le réseau de métro, la capacité des routes et la qualité de service. Cette politique de transport cherche à concilier le développement de la mobilité urbaine et le développement socio-économique.

La capacité des transports urbains est accrue pour tous les modes : la capacité routière totale a augmenté 40% dans les années 90 (1990-1999), on arrive à 6 829 km dont les autoroutes en banlieue 91 km ; pendant le plan 9ème quinquennal, la longueur des lignes de bus est arrivée à 23 260 km ; le réseau de métro a mis en service la première ligne de métro à la fin de l'année 1995 et il y a déjà cinq lignes de métro mis en service dans le présent ; De plus, le nombre de véhicules motorisés a aussi augmenté d'un facteur quatre, on a atteint un million de véhicules.



P-S. M : métro ; T.L.M : train à lévitation magnétique

FIGURE IV-5: Les lignes principales de transport dans le centre ville de Shanghai

Source: réalisé par l'auteur

La figure IV-5 présente la situation du transport urbain dans la ville centre de Shanghai. La description dans le chapitre dernier vise d'abord à présenter la situation actuelle dans les zones denses. Les zones démographiques denses à Shanghai sont en particulier à l'intérieur de la route périphérique externe qui est marquée par une ligne verte. C'est la raison pour laquelle il y a beaucoup de projets approuvés d'infrastructure de transport routier et ferré qui ont mis en place depuis les dizaines années.

De plus, la zone à l'intérieur du périphérique interne qui est marquée par une ligne orange est déjà saturée pour le trafic ou le logement. La ligne en bleu est un nouveau périphérique qui a été mis en service au début de l'année 2006 afin de soulager la pression du trafic urbain dans le centre ville.

4.4.1 Infrastructures routières

Depuis les années 1990, le gouvernement municipal de Shanghai a entrepris à dérouler des travaux énormes de voirie, la surface routière a déjà augmenté de 450% dans les quinze dernières années (1990-2004). La possession de véhicule motorisé a été multipliée par quatre pendant ces années, la vitesse moyenne des véhicules motorisés a crû de 12 km/h à 15 km/h au centre ville.

Le réseau routier dans la zone centrale de Shanghai est principalement structuré par un réseau d'autoroutes urbaines : en premier lieu, deux périphériques (intérieur en ligne rouge, extérieur en ligne verte dans la figure IV-6 à droite) principales, un axe Nord-Sud et un axe Est-Ouest. Au début d'année 2006, il vient d'ajouter un troisième périphérique (intermédiaire en ligne jaune) entre les deux périphériques.

Quant aux zones de banlieue à Shanghai, il y a aussi les nouveaux projets d'infrastructure routière à l'extérieur du périphérique externe (la figure suivante à gauche) afin de renforcer le développement de la banlieue.

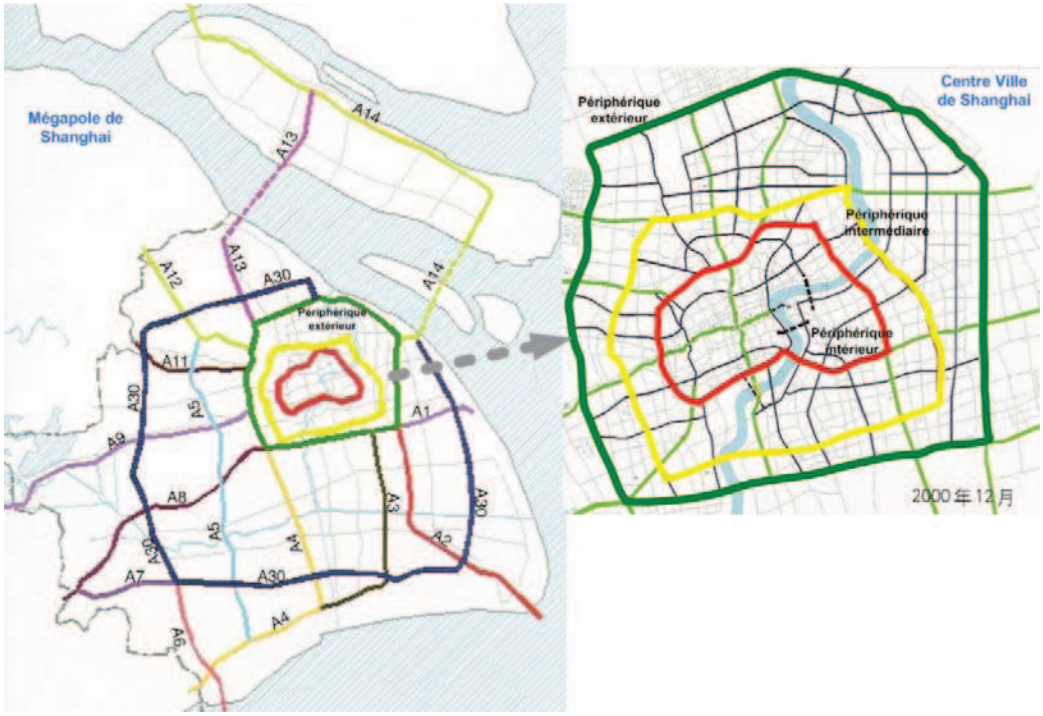


FIGURE IV-6: Réseau d'autoroute au centre ville

Source: SCCTPI, 2003

Par ailleurs, l'effectif démographique du district de *Pudong* augmente plus rapidement depuis dix ans, surtout car les autorités ont développé quelques zones d'industrie high-tech dans cette commune afin d'attirer les entreprises internationales et les investissements internationaux. Le tableau IV-6 montre l'évolution de la capacité de l'infrastructure routière.

TABLE IV-6: Changement routier dans la municipalité de Shanghai de 1995 à 2004

Année	Longueur routière (km)			Surface routière (mille m^2)		
	Total	Voie suburbaine [a]	Route urbaine [b]	Total	Voie suburbaine	Route urbaine
1995	5420	---	---	74000	---	---
1997	5713	---	---	85030	---	---
1999	6829	---	---	106690	---	---
2000	9568	5894	3674	130880	69350	61530
2002	10191	6287	3904	152860	85230	67630
2004	11825	7805	4020	205580	130630	74950

[a] Les voies suburbaines peuvent se diviser en 4 niveaux selon le réseau routier : les voies nationales, régionales, départementales, rurales. De plus, elles peuvent se séparer en 5 niveaux selon la technique : autoroute, premier niveau, deuxième niveau, troisième niveau et quatrième niveau de voies.

[b] Les routes urbaines comprennent les voies motorisées et les voies non-motorisées selon la fonction des voies, qui peuvent être divisées en 3 niveaux : voie principale urbaine, voie secondaire urbaine et petite rue urbaine.

Source : SCCTPI, 2005

La capacité des routes à Shanghai s'accroît environ d'un facteur deux de l'année 1999 à l'année 2004, ce qui est considérable. La longueur routière totale, y compris les autoroutes et les routes urbaines, atteignait 11 825 km en 2004, soit plus 120% par rapport à l'année 1995 ; la surface routière arrivait aussi à 20 558 000 m^2, soit plus 180 % par rapport à l'année 1995.

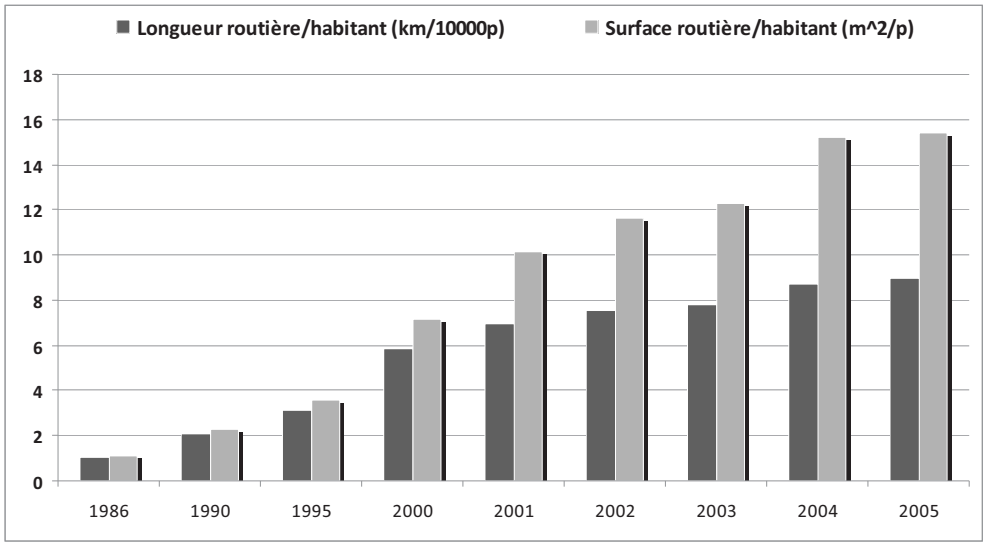


FIGURE IV-7: Evolution de l'infrastructure routière par habitant depuis l'année 1986

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2006

Nous pouvons utiliser les bases de données dans *Shanghai Statistical Yearbook* pour calculer la capacité routière par personne. La longueur routière par dix mille personnes atteint 8.99 km/10000p, elle est déjà deux fois plus élevée qu'en 1995 et huit fois plus élevée qu'en 1986. Cependant, elle est encore très faible par rapport aux autres villes du monde de même niveau. Par exemple, en Île-de-France, la longueur routière par dix mille personnes était 34.2 km/10000 habitants en 2003[19].

La réussite de la construction routière dans les années 1990 vient de ce que le

[19] En 2003, le réseau routier offre une longueur d'environ 39 000 km qui se décompose de la manière sur route : voirie communale 26 000 km ; routes départementales 8 800 km ; routes nationales 1 400 km et autoroutes 600 km (*STIF*, 2005).

gouvernement municipal de Shanghai a déjà construit un cadre fondamental de circulation urbaine pour planifier une ville moderne. Celui-ci est constitué par les trois périphériques en rocade (externe, intermédiaire et interne), et les trois autoroutes aux verticales et trois autoroutes aux horizontales, voir la figure IV-6 sur la ligne verte légère.

TABLE IV-7: Les indices de réseau routier dans la ville centre en 2001

Zone		Surface du territoire (km^2)	Longueur routière (km)	Densité routière (km/km^2)
A l'intérieur de périphérique interne	Puxi	82.08	933	11.36
	Pudong	31.96	116	3.62
	Ensemble	114.04	1 049	9.20
Entre le périphérique interne et externe	Puxi	308.23	890	2.89
	Pudong	260.69	369	1.41
	Ensemble	568.92	1 259	2.21
Ensemble		682.96	2 308	3.38

Source : SCCTPI, 2003

Avec le développement rapide de la construction routière depuis une dizaine années, le réseau routier à Shanghai a déjà beaucoup progressé, cependant, on peut quand même découvrir des problèmes dans la municipalité de Shanghai. En premier lieu, la densité routière est encore très faible et surtout la distribution routière n'est pas assez équilibrée.

La surface routière dans le secteur de *Puxi* à l'intérieur du périphérique interne a déjà atteint un niveau qui a changé beaucoup, mais la capacité routière dans la zone entre le périphérique interne et externe est encore loin de celle de la zone à l'intérieur du périphérique interne. De plus, le secteur de *Pudong* est un nouveau pôle de développement, qui est en train de construire rapidement et massivement des infrastructures routières. À la suite de la croissance économique locale et de l'augmentation de la population, le trafic va rapidement progresser, il faut de nouvelles infrastructures sous peine de limiter le développement économique.

Même si ce réseau s'est fortement développé et que la volonté politique souhaite limiter la croissance du nombre d'automobiles, la voirie urbaine reste très congestionnée. La croissance du nombre de véhicules motorisés est impressionnante depuis la dernière décennie. Le nombre de véhicules motorisés, voiture et deux-roues, est passé de 555 431 en 1995 à 2 015 701 en 2004. Le nombre de véhicules motorisés a donc plus que triplé en 9 ans, alors que la longueur des routes a doublé et leur

surface a été multipliée par 2.77, dans le même temps.

Le fait que le rythme de croissance du nombre d'automobiles soit bien supérieur à celui de la croissance de la voirie explique en partie la congestion, même si la plupart des véhicules motorisés sont des deux-roues qui créent moins de congestion que les automobiles.

4.4.2 Infrastructures de transport collectif

Avant l'année 1995, le bus était le mode unique de transport en commun, et après l'année 1995, le métro est devenu un autre mode de transport en commun nouveau à Shanghai. Quant au taxi, on peut généralement dire qu'il est toujours un semi-transport collectif. Le gouvernement municipal de Shanghai a fait de plus en plus d'investissements pour construire un réseau plus complet de transport en commun rapide en pensant à la fois que ce transport en commun peut amener la ville de Shanghai à une ère nouvelle dans le futur proche.

- **Réseau de transport collectif routier**

Les autobus de la municipalité de Shanghai ont deux formes, l'une est l'autobus diesel et l'autre est le trolleybus. Le nombre total de bus atteint 18 000 autobus en 2005 soit trois fois plus par rapport à l'année 1986. La longueur totale des lignes atteintes également 21 800 km avec 940 lignes desservies (y compris les bus en trajet spécial).

Selon la figure IV-8, nous pouvons identifier deux points de bifurcation. Le premier point est en 1995, parce qu'on a soudainement augmenté beaucoup la capacité des autobus en passant de 458 lignes de service en 1994 à 961 lignes de service en 1995, en outre la distance de service a aussi augmenté de 53% pendant cette année, parce que le gouvernement municipal de Shanghai a voulu utiliser ce réseau d'autobus pour être le mode assistant afin de renforcer le réseau de métro qu'on allait mettre en service à la fin de l'année 1995.

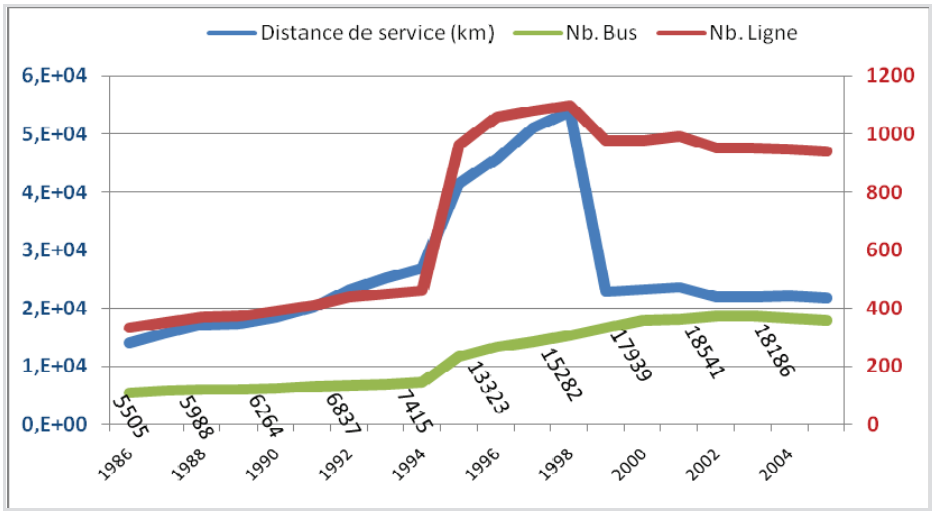


FIGURE IV-8: Evolution du bus depuis l'année 1986

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2006

Cependant, 3 ans après l'année 1995, nous pouvons voir que la distance de service a beaucoup chuté. Il ne restait que la moitié de capacité de l'année précédente. Par contre le nombre de lignes ou le nombre d'autobus n'a pas baissé, parce que le gouvernement municipal a supprimé les itinéraires communs au bus et au métro.

C'est la raison pour laquelle le gouvernement municipal de Shanghai vise à utiliser le réseau de bus pour renforcer le point faible du réseau de métro, donc, le service de bus devient pour les déplacements de distance courte ou moyenne. La fréquence de service de bus s'améliore toujours.

De plus, selon la figure suivante qui montre les voies prioritaires de bus exécutées dans le centre ville, nous pouvons observer que ces voies prioritaires ont quasiment le même trajet que les autoroutes dans la ville centre, parce que le gouvernement municipal utilise l'espace disponible au-dessous des viaducs d'autoroute pour créer les nouvelles voies prioritaires d'autobus. Dans le centre ville à Shanghai, le trafic urbain est toujours le plus turbulent, le gouvernement municipal veut donc utiliser ces voies prioritaires de bus afin d'encourager l'usage des transports collectifs pour réduire la pression du trafic au centre ville.

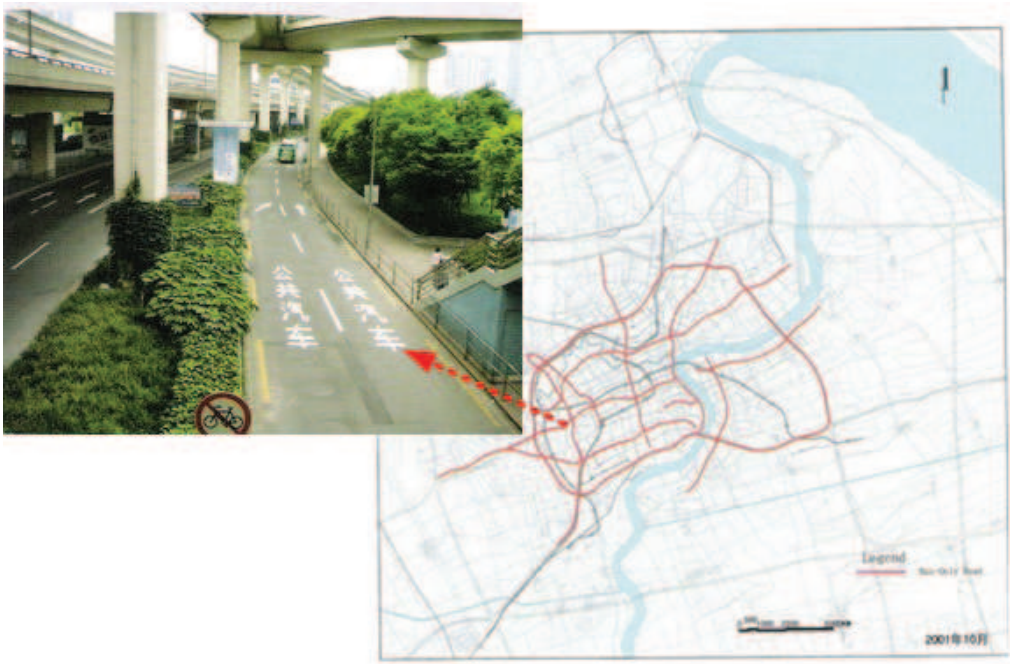


FIGURE IV-9: Les voies prioritaires de bus au centre ville en 2001

Source: Shanghai Metropolitan Transport White Paper, 2002

➢ **Réseau ferroviaire**

Le réseau ferroviaire dans la municipalité de Shanghai est en train de rapidement se développer. Le réseau du rail dans la municipalité de Shanghai est construit de trois parties : la première partie est le réseau express régional (*lignes R*), la deuxième partie est le réseau métropolitain (*lignes M*) et la troisième partie est le réseau de métro léger (*lignes L*), il n'y a qu'une ligne de métro léger pour l'instant.

A Shanghai, il y a déjà 5 lignes mises en service en 2006, en outre, il y a quelques lignes qui sont en train d'être construire à court terme pour l'exposition universelle en 2010 ou à long terme pour le développement global municipal en 2020.

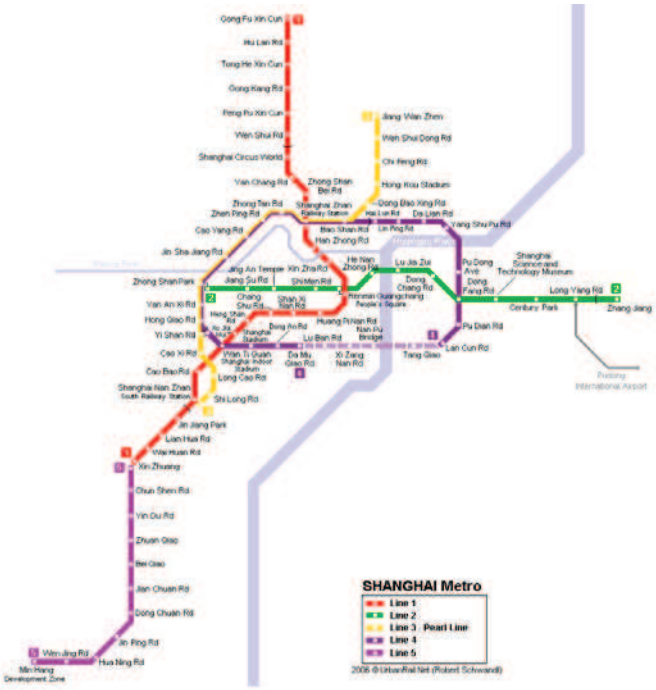


FIGURE IV-10: Plan des métros de Shanghai en 2006

Source: web site urbanrail.net

- **La ligne 1 de métro**

La première ligne a été mise en service en avril 1995, elle a été prolongée et relie aujourd'hui *Gong Fu Xin Cun* à *Xin Zhuang*. La longueur totale en 2004 de la ligne était 32.54 km, desservant 25 stations avec un intervalle de 3 minutes. La ligne 1 est la plus fréquentée et accueille, en 2006, un million de passagers par jour.

- **La ligne 2 de métro**

La 2ième ligne s'étend entre *Zhong Shan Park* et *Zhangjiang*. Cette ligne totalise en 2004, 18.9 km desservant 13 stations avec un intervalle de 3.5 minutes. Sur ces 2 lignes il y a en moyenne environ 1.5 km entre stations. Une extension vers l'Ouest est en cours de *Zhongshan Park* vers l'aéroport de *Hongqiao*, une première phase est en cours d'essais jusqu'à *Songhong Lu* pour une mise en service à la fin 2006. Une extension vers l'Est à partir de *Zhangjiang* est prévue pour desservir une gare ferroviaire de *Chuansha* en projet.

- **La ligne 3 de métro**

La 3ième, sur viaduc, d'une longueur de 23.17 km avec le pont sur la rivière *Wusong*. Cette ligne construite sur une ancienne plateforme ferroviaire entre 1997 et 1999 comportait 19 stations en 2004. Cette ligne est exploitée avec un intervalle de 5.5

minutes, elle reçoit 300 000 passagers par jour. Un prolongement vers le Nord est en cours de réalisation de *Jiangwan Town* vers *Jiangyang Bei Lu* sur 14 km pour une mise en service à fin 2006. Des stations d'échanges ont été réalisées à la gare *Shanghai Sud* et la gare principale de Shanghai avec la ligne 1, avec la ligne 2 à *Zhong Shan Park*.

- **La ligne 4 de métro**

La ligne 4ième est une ligne circulaire autour du centre de 22.4 km à partir de la station *Baoshan* Rd. Jusqu'à la station *Hongqiao Rd* (1.3 km en viaduc) avec 17 stations, le dernier tronçon entre *Damuqiao* et *Lancun Lu* et la station de correspondance avec la ligne 2, *Donfang Lu*, doivent être mis en service en 2007. La Pearl line désigne l'ensemble des lignes 3 et 4 qui ont en commun les mêmes voies sur la partie ouest. La ligne 4 se joint à la ligne 3 à la station *Baoshan* Rd et *Hongqiao* Rd, donc c'est la ligne unique de ceinture dans le réseau de métro à Shanghai. La longueur de la ligne de ceinture est 33.7 km, pour en toutes 26 stations. Dans la figure IV-11, la couleur jaune est la ligne 3 et la couleur violette est la ligne 4. Cette ligne est mise en service avec un intervalle de 5.5 minutes pour l'heure de pointe et 6.5-13 minutes pour l'heure creuse. De plus, elle reçoit 596 000 passagers par jour enquêtés en 2008.

FIGURE IV-11: Le plan de la ligne de ceinture (ligne 3 + ligne 4)

Source: Réalisé par l'auteur

- **La ligne 5 de métro**

La ligne 5ième ou le métro léger de *Xinmin Line*, est exploitée par la *Shanghai Moderne Rail Transit Co*. C'est une ligne de 17.2 km mise en service en novembre 2003 qui relie *Xin Zhuang au Sud* de la ligne 1 avec la zone de développement de *Min*

Hang, desservant 11 stations. Un prolongement de la ligne 5 de *Dongchuan Road* vers la zone industrielle de *Jinshan* avec une première phase jusqu'à *Fengxian* devrait débuter fin 2006. Cette ligne est exploitée avec un intervalle de 6.5 minutes.

- **Couverture spatiale du métro**

Selon la figure suivante, on voit la surface couverte par un diamètre de 1.2 km de autour des stations de métro. La couverture spatiale du métro est encore très basse, sauf dans la zone à l'intérieur du périphérique interne à *Puxi* (tracée en linge bleue dans la figure suivante).

On peut prévoir que les déplacements dans les zones entre le périphérique extérieur et intérieur doivent dépendre d'autres modes, comme le bus, l'automobile etc. C'est peut-être un point très fort pour encourager le transport intermodal dans la municipalité de Shanghai.

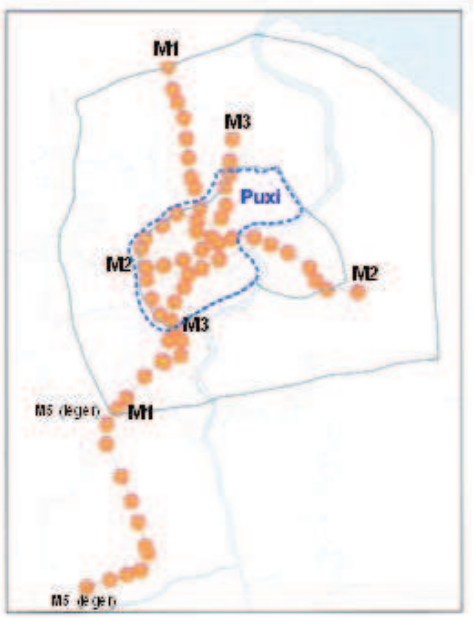


FIGURE IV-12: 1.2 km de diamètre autour des stations de métro à Shanghai en 2004

Source: SCCTPI, 2005

Nous pouvons également étudier la distribution de l'utilisation par rapport là a fonction au sol dans ces surfaces encadrées.

Comme nous voyons sur la table suivante, autour des stations de métro (ligne 1, 2 et 3) il y a beaucoup de terrains occupés par des logements et des bureaux, mais ces sont les parties qui sont les plus demandés de propriété aux stations.

La construction de logement collectif près d'une gare de *TC* est conçue dans la mégapole afin d'augmenter l'usage de *TC*, notamment pour les zones de banlieue.

TABLE IV-8: Utilisation des sols autour des stations de métro dans le centre ville

Distance	(%)	Résidence et Bureau	Commerce	Utilisation publique	Usine	Espace vert	Transport	Espace disponible
0-200 mètres [a]	Ligne 1	27,5	24	8,1	0,9	16,7	18,8	4
	Ligne 2	32,7	18,1	5,5	0,5	15,9	22,4	4,9
	Ligne 3	28,5	10,7	3,5	8,6	7,7	38,6	2,4
200-500 mètres [b]	Ligne 1	41,4	16,3	7,4	2,2	11,8	16	4,9
	Ligne 2	39,5	15,5	7	3,2	14,2	14,4	6,2
	Ligne 3	47,1	8,9	9,2	8,7	3,5	20,2	2,4

[a] 0-200 mètres : de 0 à 200 mètres autour de la station.

[b] 200-500 mètres : de 200 à 500 mètres autour de la station.

Source: Pan Haixiao (2007)

La figure IV-13 suivante peut représenter aussi la distribution de l'utilisation autour de la station du rail des sols en dehors de centre villes.

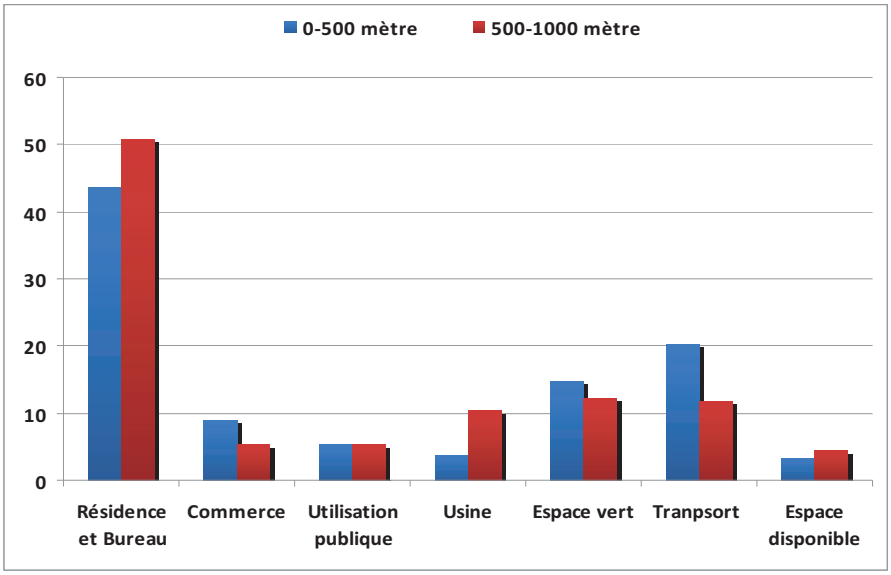


FIGURE IV-13: Utilisation des sols autour des stations du rail dans la banlieue

Source: entretien avec le Pr. Pan Haixiao

La tendance de l'utilisation des sols n'est pas très différente autour des stations dans le centre et la banlieue. Dans l'ensemble, le développement territorial autour des lignes de transport du rail (plutôt le métro à Shanghai) peut efficacement non seulement rassembler les habitants, mais aussi fournir des lieux de transfert entre les modes de transport, comme les pôles d'échanges.

4.4.3 Les infrastructures supplémentaires

Les infrastructures routières et de transport collectif sont les deux modes les plus importants pour le plan de développement des transports urbains. Mais il faut avoir d'autres infrastructures afin de renforcer le réseau de transport urbain. Nous présentons les infrastructures planifiées pour les modes non-motorisés et les parkings dans la ville-centre à Shanghai.

- Les voies vélo

Le nombre de vélos qui comprend les vélos, les vélos électriques et les cyclomoteurs, dépasse dix millions en 2004. En face de ce nombre énorme de vélos, le trafic routier peut devenir plus congestionné et turbulent. Les points de conflit les plus élevés viennent de ce que le mode non-motorisé croise le mode motorisé sur la route, le nombre d'accidents routiers augmenter également. Donc, le gouvernement municipal de Shanghai a déjà limité le vélo qui ne peut rouler sur les boulevards dans le centre ville, en commençant à la fois à construire des voies pour les modes non-motorisés. Cependant, il n'y a quand même pas beaucoup de voies cyclables qui soient déjà mises en service.

- Le nombre de stationnements

Dans la zone à l'intérieur du périphérique externe, il y avait 565 000 places de parking pour automobile dont 38% est à l'intérieur du périphérique interne.

TABLE IV-9: Nombre de places de stationnement d'automobile dans la ville centre

Zone		Nombre de places en 2004 (mille)		
		Dans le bâtiment	En voirie	Ensemble
A l'intérieur du périphérique interne	Puxi	116	43	159
	Pudong	42	12	54
Entre périphérique interne et externe	Puxi	154	110	264
	Pudong	57	31	88
Ville centre		**368**	**196**	**565**

Source : SCCTPI, 2005

Selon le tableau au-dessus, le nombre de places de parking d'automobile est plutôt concentré dans la zone entre les périphériques interne et externe. Comme on a déjà présenté que la densité du réseau de métro est plus dense dans la zone à l'intérieur du périphérique interne de *Puxi*, c'est la raison pour laquelle on peut encourager l'usage du transport en commun dans cette zone. Par ailleurs, le gouvernement municipal vise à contrôler le nombre de stationnement afin de limiter le nombre d'automobiles qui veut entrer dans cette zone.

En outre, dans la zone entre le périphérique interne et externe où existe très peu de réseau de métro, le bus n'est pas toujours ponctuel et a moins de confort. Donc, l'utilisation de l'automobile est encore fréquente dans cette zone. Pour cela, le nombre de stationnement dans cette zone est 1.7 fois plus élevé que celui dans le centre.

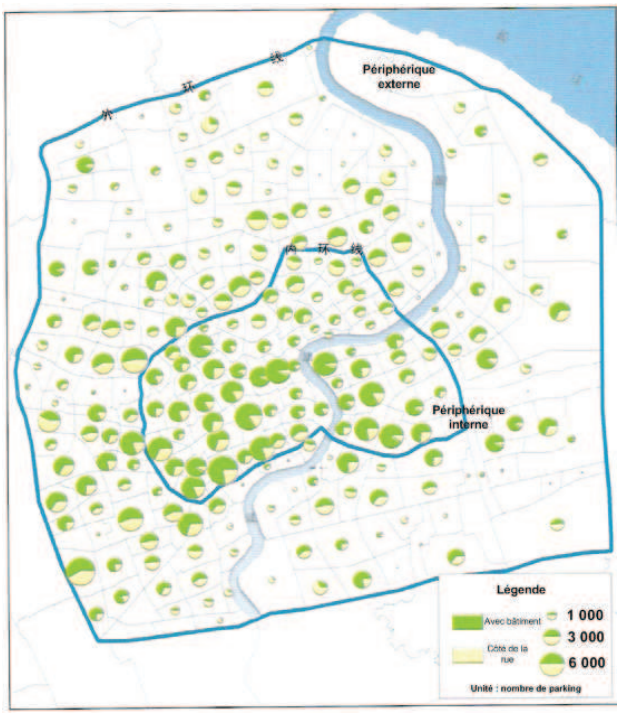


FIGURE IV-14: Distribution des stationnements d'automobile dans la ville centre en 2004

Source: SCCTPI, 2005

Selon la figure ci-dessus, nous constatons que la plupart des stationnements dans le centre sont toujours mis en place dans le bâtiment, mais pas sur la voirie. En fait, le gouvernement municipal de Shanghai a déjà annoncé une nouvelle règle pour les nouvelles constructions : elles doivent comprendre des parkings, le nombre de places

dépendant de la surface totale de construction et de sa fonction.

Dans l'ensemble, la limitation de nombre des stationnements dans le centre est une direction positive pour réduire l'usage de véhicule motorisé (voiture) et encourager l'usage de transport collectif dans le centre ville. Cette mesure est aussi utile pour inciter le développement de transport intermodal pour les déplacements entre centre et banlieue.

4.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain à Shanghai

Les modes de déplacements peuvent être classés en trois catégories, la première est le transport en commun qui comprend le métro, le bus et le taxi, la deuxième est le véhicule motorisé (automobile et le véhicule motorisé à deux-roues), la troisième comprend les modes non-motorisés, le vélo et la marche à pied. Nous allons présenter chacun de ces modes pour la demande de voyageurs actuelle et leurs évolutions historiques dans la municipalité de Shanghai.

Tout d'abord, pour les membres des ménages dans la zone de banlieue, le choix modal préférentiel est la bicyclette (32%) selon le résultat de l'enquête local en 2004 à Shanghai. En revanche, le transport collectif joue un rôle plus important que la bicyclette dans la zone du centre. De plus, le mode 2-roues motorisé dans la zone de banlieue est plus fréquent que dans la ville centre. Par ailleurs, le taux de l'usage d'automobile dans la zone de banlieue et la ville centre est presque équivalent, voir la table suivante.

TABLE IV-10: Choix modal des individus selon le niveau d'équipement des ménages

Mode	Centre (%)	Banlieue (%)
TC	24.4	9.3
Automobile	11.0	11.7
2-roues motorisé	5.5	18.7
Vélo	20.6	32.3
Autre	38.5	28.0

Source : SCCTPI, 2005

4.5.1 Véhicules motorisés privés

A Shanghai, il y a en tout 2 016 milliers de véhicules motorisés immatriculés en 2004 dont 608 900 automobiles. De plus, il y a 60% d'automobiles qui sont inscrites dans le centre ville (à l'intérieur du périphérique extérieur). La plupart des stationnements dans le centre ville sont dans les bâtiments (domicile ou bureau).

TABLE IV-11: Evolution du nombre de véhicules motorisés immatriculés

Année	Automobile			Ens. (mille)	Taux (véh/mille habitants)	Deux-roues			Ens. (mille)	Taux (véh/mille habitants)
	Voiture	Voiture utilitaire	Camion			Moto	Cyclo-moteur	autre		
1990	113.8	49.2	51.2	214.2	16.7	63.4	2.9	2.9	69.2	5.4
1995	149.4	20.0	119.3	288.7	22.2	84.8	160.8	21.2	266.8	20.5
2000	292.2	28.5	153.4	474.1	35.9	120.6	415.7	27.3	563.6	42.6
2004	608.9	34.1	199.0	842.1	62.3	110.7	1024.2	38.7	1173.6	86.8

Source : Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2005

La possession de l'automobile à Shanghai est encore très basse par rapport aux autres villes du monde dans le même niveau de l'économie. Par exemple, la mégapole de Sao-Paulo atteint 333 voitures pour mille habitants et la municipalité de Taipei atteint aussi 270 voitures pour mille habitants, et également 388 motos pour mille habitants. Donc, nous pouvons imaginer que le nombre de l'automobile dans la municipalité de Shanghai va augmenter rapidement dans un proche futur en fonction du niveau de croissance économique, bien qu'il y ait des mesures fortes pour limiter le nombre de voiture.

- L'automobile

Le nombre des déplacements quotidiens en automobile atteignait 5 millions en 2004 dans la mégapole de Shanghai, soit 220% de plus qu'en 1995.

TABLE IV-12: Changement des caractéristiques de l'usage des véhicules automobiles à Shanghai (en 1986, 1995 et 2004)

Indice	1986	1995	2004
Nombre de trajetss quotidiens	3.03	2.63	2.75
Distance totale de déplacement quotidienne (km)	36.4	51.0	54.9
Nombre de voyageurs dans le véhicule automobile [a] (personne)	8.28	6.4	3.1

[a] Y compris le minibus, environ une dizaine à une vingtaine de places dans le véhicule, mis en service par l'entreprise privée

Source: SCCTPI, 2005, 1998

La distance de déplacement croît, le taux d'occupation des véhicules décroît depuis l'année 1986[20].

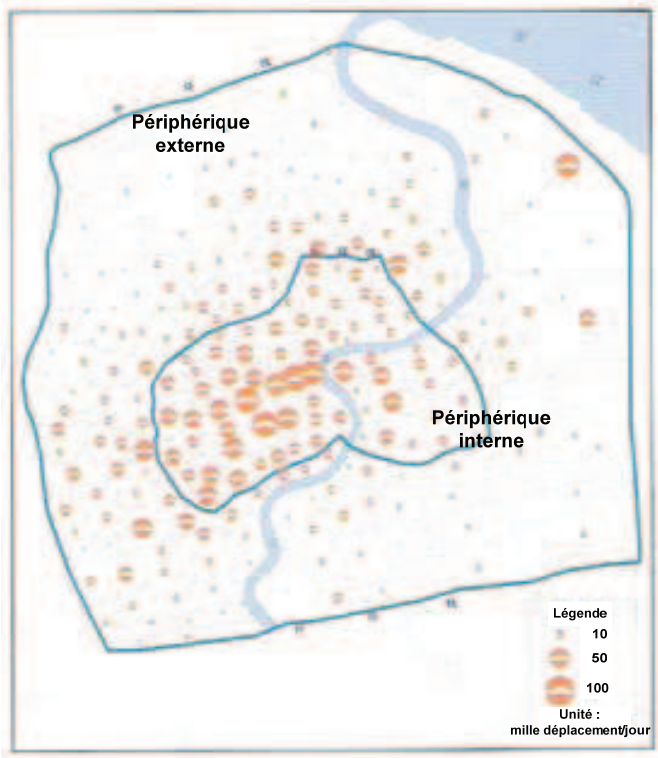


FIGURE IV-15: Distribution des origines des déplacements en véhicules automobiles, y compris le minibus, dans la ville centre en 2004

Source: SCCTPI, 2005

La figureIV-15 montre que la zone à l'intérieur du périphérique intérieur a le plus haut nombre de déplacements en véhicules automobiles (il s'agit les points de départ), surtout dans les districts de *Huangpu* et *Luwen* qui sont aussi les deux premières zones de population dense de la municipalité de Shanghai. En outre, la plupart des déplacements en véhicules automobiles sont toujours concentrés dans le secteur de *Puxi*. C'est pourtant dans cette zone dense à *Puxi*, à l'intérieur du périphérique intérieur, que le réseau de métro est plus solide, car le gouvernement municipal de

[20] Quant au taux d'occupation de voiture à Shanghai, il est relativement très élevé par rapport aux autres villes. En effet, ces chiffres sont comptés avec le taux d'occupation pour les minibus pour les entreprises (transportant les employés entre domicile et travail). De plus, le nombre de voiture privée à Shanghai reste encore très marginal avant l'année 2000. C'est la raison pour laquelle le taux d'occupation de voiture est très élevé pour les années 1995 et 1986.

Shanghai espère fortement que le métro peut vraiment soulager la pression du trafic routier dans cette zone.

Le schéma suivant fait la synthèse de la répartition géographique des déplacements en automobile en 2003. 53% de ces déplacements sont intrazones, et n'ont sans doute que peu d'alternative en transport combiné. En revanche, le plupart des autres présentent une structure radiale bien adaptée au transport intermodal.

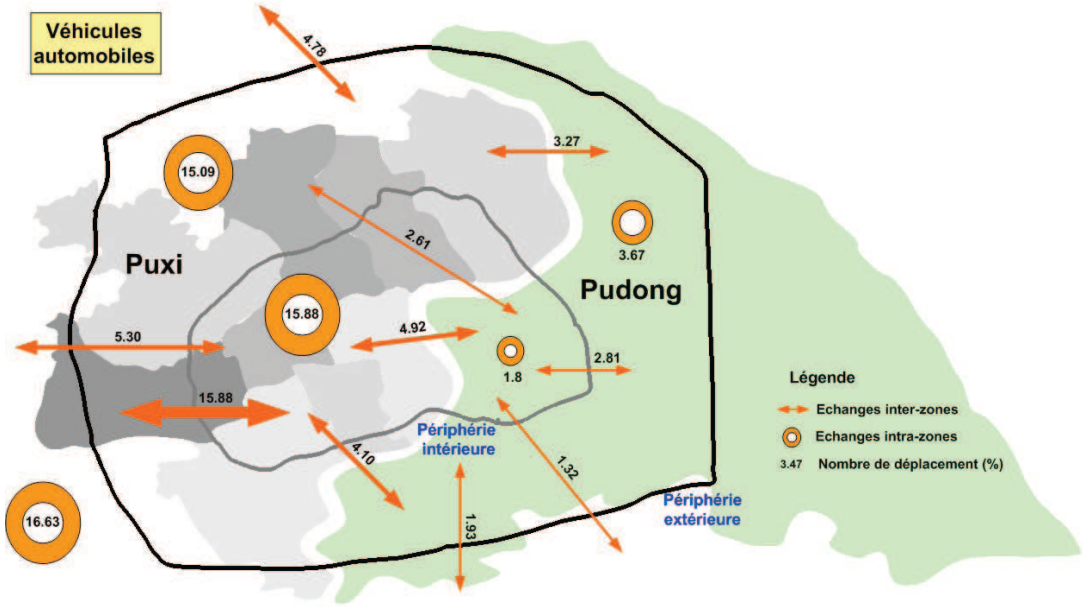


FIGURE IV-16: Répartition géographique (%) des déplacements en automobile dans la mégapole de Shanghai en 2003

Source: SCCPTI, 2003

- **Nombre d'immatriculations**

Le gouvernement municipal de Shanghai limite le nombre d'immatriculations afin de contrôler la croissance de l'automobile. La figure IV-17 montre que la tendance du nombre d'immatriculations est toujours soutenue depuis l'année 2001, il y a 71 800 nouvelles immatriculations en 2004 par rapport à 840 milliers de voitures en circulation en 2004, soit environ 8.5% du parc de voitures. En outre, ce nombre d'immatriculations n'est toujours pas suffisant pour satisfaire la demande.

En outre, le prix moyen de l'immatriculation (l'enchère de l'immatriculation) atteint déjà 30 000 Yuans à rapporter à 24000 Yuans de revenu annuel moyen à Shanghai. C'est-à-dire, le prix d'une immatriculation à Shanghai dépasse le

revenu annuel moyen par personne. Cependant, l'écart de salaire moyen à Shanghai est très large, donc la demande d'automobiles est encore énorme.

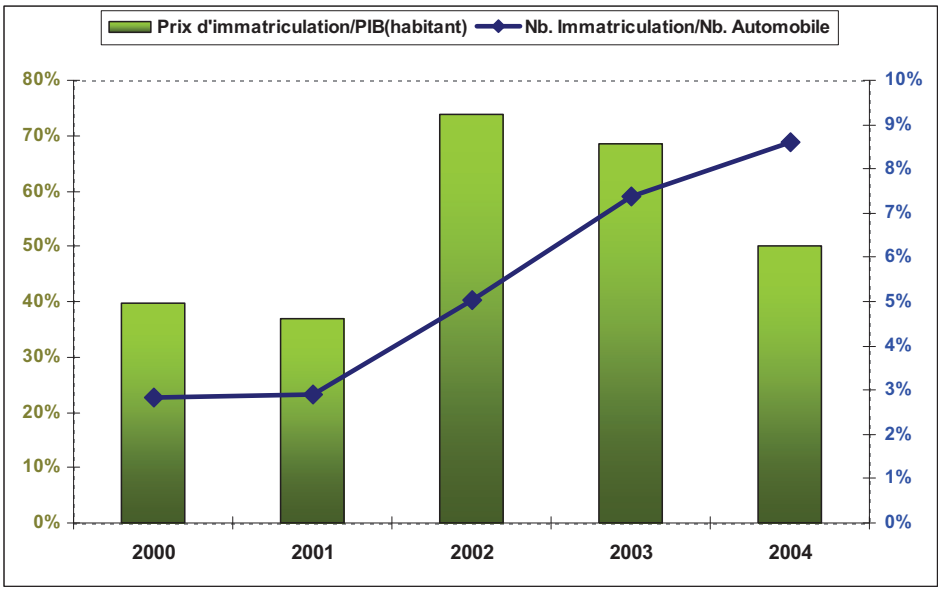


FIGURE IV-17: Prix d'immatriculation et demande d'automobiles en 2000 et 2004

Source: China Industrial Maps – Automobiles, 2005 ***Unité****: (mille)*

Le contrôle du nombre d'immatriculations et du prix d'immatriculation est une mesure forte afin de réduire la demande d'automobile. Elle ne réduit toutefois pas le désir de possession de l'automobile.

Le nombre d'automobiles à Shanghai est encore faible par rapport au produit économique local et à l'augmentation de la surface routière. Cependant, la pression du trafic routier est déjà là dans le centre ville. Nous pouvons imaginer les circonstances futures, si les pouvoirs publics ouvrent le marché de l'automobile. De plus, la limitation forte de la croissance de l'automobile n'est pas le meilleur choix pour le développement du transport durable lié à la dimension de l'économie.

Le transport en commun est peut-être un remède pour soulager les difficultés du trafic routier, c'est aussi une direction de développement que le gouvernement municipal de Shanghai a déjà mis en place dans le plan de développement du transport urbain à moyen et à long terme.

- Véhicules motorisés à deux roues

Ce mode de transport a le parc de véhicules qui augmente le plus rapidement à Shanghai. Cependant, les deux-roues étaient accusés de provoquer la congestion de la voirie, ils sont à présent interdits sur les grands axes de la ville et dans la zone centrale. Ceci justifierait le léger déclin de la moto à Shanghai entre 2000 et 2004. Cependant, cette interdiction ne concerne pas les cyclomoteurs. Pour cela, le nombre de cyclomoteurs a été multiplié par plus de six entre 1995 et 2004, voir la table suivante.

TABLE IV-13: Evolution du nombre de motos et de cyclomoteurs de 1986 à 2004

Année	**Motos**	**Cyclomoteurs**
1986	19 499	----
1995	84 761	160 764
2000	120 613	415 671
2004	110 741	1 024 229

Source : SCCTPI, 2005 et 1998

Les deux-roues motorisés répondent à des besoins de déplacement différents de ceux des usagers des taxis et des transports en commun (métro et bus). En effet, selon les statistiques du *SCCTPI*, les usagers des taxis parcouraient en moyenne 6.1 km par course en 2004 ; ceux qui utilisent les transports en commun le font en moyenne sur 8.4 km. Les distances de déplacement en deux-roues motorisés croîsent.

TABLE IV-14: Caractéristiques de fonctionnement des motos et cyclomoteurs à Shanghai, en 1986 et en 2004

Indice	1986	2004	
	Motos	Motos	Cyclomoteurs
Nombre de déplacements par véhicule par jour	1.64	2.09	2.08
Distance moyenne parcourue par véhicule par jour (km)	11.4	24.76	20.52
Distance moyenne parcourue par véhicule par déplacement (km)	6.9	11.87	9.88
Nombre de personnes sur le véhicule (y compris le conducteur)	2.02	1.15	1.07

Source : SCCTPI, 2005 et 1998

Cette constatation nous amène à penser que les usagers des deux-roues motorisés et

ceux des automobiles ont des comportements de mobilité assez semblables : les usagers de ces deux modes sont des individus qui n'utilisent pas les transports en commun, mais qui ont un besoin de mobilité trop important pour utiliser les modes de déplacement traditionnels.

Pourtant, il manque des données pour mettre en avant une telle ressemblance. Cette idée irait dans le sens de la hiérarchie des modes de déplacement : lorsqu'une personne a les moyens pour l'utilisation de l'automobile, elle change son deux-roues motorisé pour une voiture. Ce changement de mode de déplacement motorisé individuel est certainement accentué par la loi limitant les droits d'immatriculation à Shanghai : une personne a le droit à une seule immatriculation, soit une automobile, soit un deux-roues motorisé.

- Bilan

De 1995 à 2004, le total du trafic de véhicules motorisés (km/jour), y compris la voiture et les deux-roues, dans le centre ville a augmenté de 100%. Pour la zone autour du centre ville, entre les périphériques intérieur et extérieur, le total du trafic de véhicules motorisés s'accroît plus vite que dans le centre ville, d'environ 270%. De plus, la croissance atteint 470% pour la banlieue de Shanghai.

TABLE IV-15: Evolution du trafic pour les véhicules motorisés en 1995 et 2004

Zone (Millions véh-km/jour)	1995	2004	Taux de changement
Centre ville	9.4	18.8	100%
Autour du centre ville	6.7	24.8	270%
Banlieue	8.3	47.0	470%
Mégapole de Shanghai	24.4	90.6	270%

* Centre ville : la zone à l'intérieur de périphérique interne

* Autour du centre ville : la zone entre les périphériques interne et externe.

Source : SCCTPI, 2005 et 1998

4.5.2 Transport en commun

Le total des voyageurs en transport en commun a atteint 11.97 millions par jour en 2004, soit 16% de plus seulement l'année 1995. En revanche, c'était 46.2% de plus que pour l'année 1996, comme le montre la table IV-18. Bien que le nombre de lignes de bus augmente l'an en an pendant 1985 à 1996, voir la Fig. IV-8, le déplacement en bus décroit évidement pendant ces années. Il y a deux raisons qui expliquent ce

phénomène : l'une est l'augmentation de l'usage des véhicules motorisés, voir la Tabable IV-10, l'autre est le développement du métro à partir de 1995.

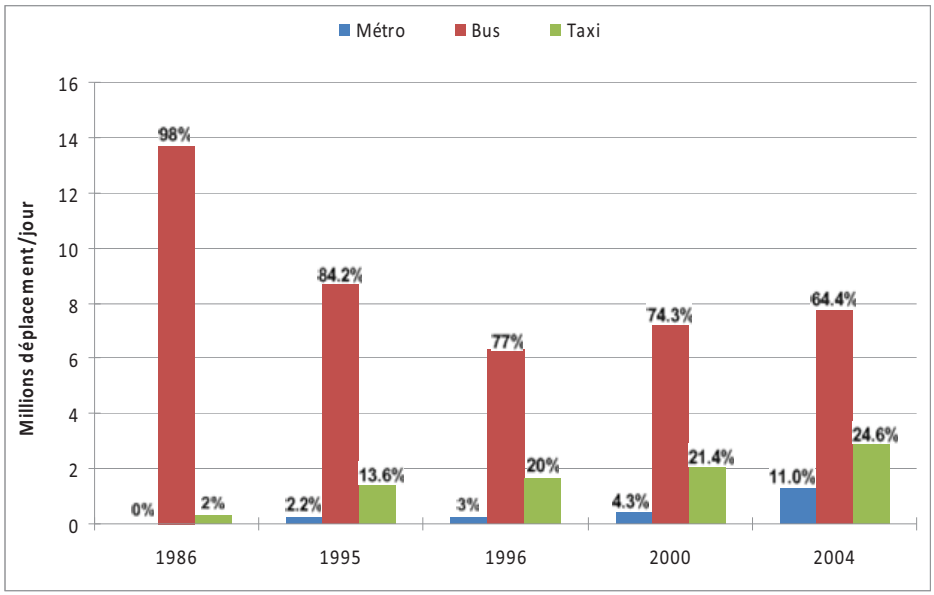


FIGURE IV-18: Evolution du nombre de voyageurs en transport collectif à Shanghai (en 1986, 1995, 1996, 2000 et 2004)

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2005 et SCCTPI, 1998, 2005

Le bus est le premier mode de transport en commun à Shanghai. Bien que les voyageurs en bus ne représentent que 64.4% du total des transports en commun en 2004 contre 98% en 1986, le bus domine encore les deux autres modes. Le nombre de voyageurs en métro ou en taxi augmente tous les ans. Le nombre de voyageurs en métro a atteint 1.3 millions en 2004, soit 11% du transport en commun. De plus, le nombre de voyageurs en taxi est d'environ 3 millions en 2004, soit 25% des voyageurs en transport en commun. Nous présentons ensuite ces trois modes de transport collectif pour mieux de comprendre leurs caractéristiques.

- Métro

La demande de voyageurs en métro est en forte croissance, parce que le réseau de métro se développe. Selon la donnée indiquée, la longueur totale de métro atteint 147.8 km en 2005. De plus, il y a une longueur importante de lignes en construction. Grâce à la direction de la politique de transport, le métro est devenu un axe important dans le développement du transport urbain à Shanghai.

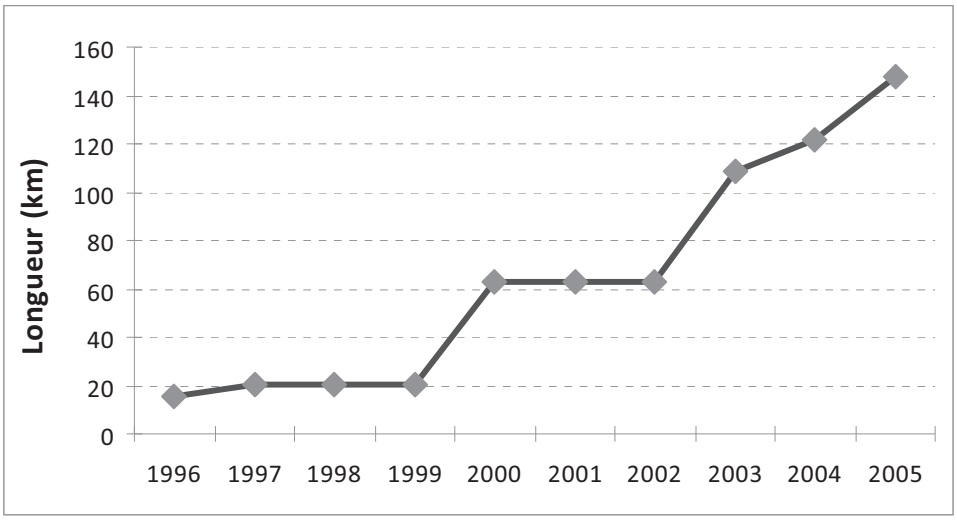


FIGURE IV-19: Croissance de la distance de métro mise en service

Source: Shanghai Statistical Yearbook, 2000-2006

En 2004, les lignes 1, 2 et 3 occupaient une proportion de 98.4% dans la charge totale du métro à Shanghai, environ 472 millions de voyageurs, la ligne 5 et la ligne de T.L.M (train à lévitation magnétique) n'ont que 1.6% de la charge, soit 8.7 millions de voyageurs. En 2004, le métro a assuré 3.2% des déplacements totaux à Shanghai.

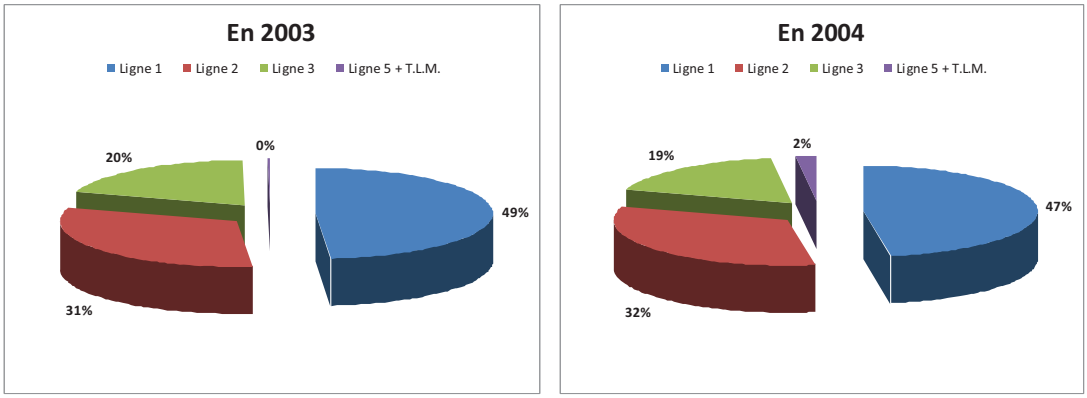


FIGURE IV-20: Chargement de voyageur des lignes en 2003 et en 2004

Source: SCCTPI, 2004 et 2005

Même si le métro est rapide et très utilisé, la majeure partie des passagers se déplace seulement entre les quatre stations centrales de la ligne et le manque de lignes ainsi que l'écartement des stations fait que le maillage du métro est lâche : le métro n'assure donc pas une desserte fine de la ville de Shanghai. Il a plus des

caractéristiques de *RER* que de métro dans le moment présent. Et de plus, les quelques correspondances métro à métro ou métro à bus ou bien bus à bus sont très malcommodes pour les usagers, ce qui ne favorise pas l'intermodalité à Shanghai.

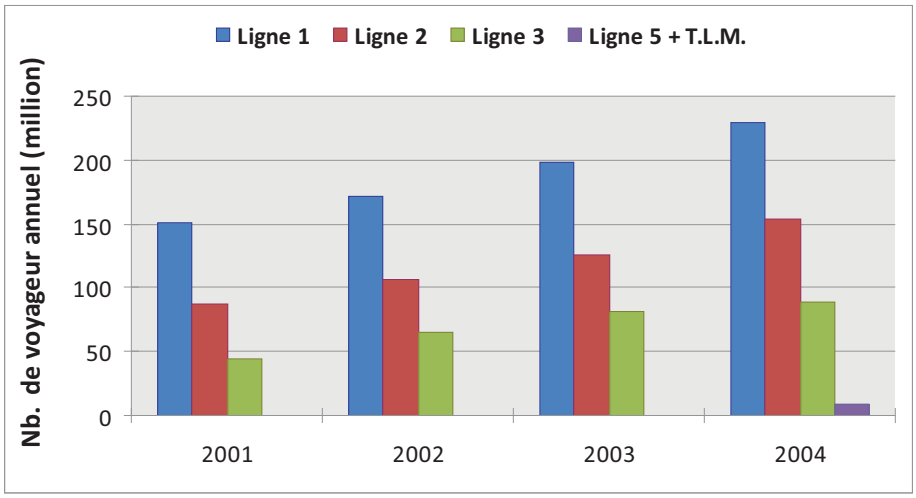


FIGURE IV-21: Nombre de voyageurs en métro en 2001 et 2004

Source: SCCTPI

Le flux de passagers dans la station de métro refléte le niveau de service de la station de métro. Selon l'enquête en 2004 (*SCCTPI*), le flux de passagers dans les stations permet de classer les stations en trois niveaux : si le flux de passagers est plus haut que 200 000 par jour dans une station c'est une station de premier niveau comme la station *People Square*, si le flux de passagers est compris entre 100 000 de 200 000 passagers par jour c'est le deuxième niveau comme les stations *Xinzhuang*, *Xujiahui* et *Shanghai station*, et avec moins de 100 000 de passagers par jour dans la station c'est le troisième niveau. Toutes les stations de la ligne 3 sont toujours à moins de 50000 passagers dans chaque station.

Le flux moyen de passagers dans le tronçon de la ligne 1 entre la station *Shanghai Stadium* et *People Square* a déjà atteint 170 000 passagers par jour en 2004 ; de plus, il a atteint 160 000 passagers par jour entre la station P*eople Square* et *Lujiazui* sur la ligne 2. Par contre, le flux de passagers est de moins en moins élevé quand on se dirige vers le terminus.

- L'autobus

L'autobus, est l'un des modes de transport urbain les plus populaires et les plus utilisés dans la mégapole de Shanghai. Il assurait encore 64.4% des passagers de

transport en commun en 2004. Le bus à Shanghai comprend deux formes, l'un est le bus ordinaire et l'autre est le bus à trajet spécial[21]. Par exemple, les bus du centre ville à l'aéroport de *Pudong* ou du centre ville à la banlieue etc. sont des bus à trajet spécial de pôle à pôle. Ces lignes n'ont pas beaucoup d'arrêts, comme la ligne de Roissybus en Île-de-France qui dessert le centre ville et l'aéroport *CDG* et qui ne comprend que 3 ou 4 arrêts. Pour ces lignes à trajet spécial, le tarif est plus cher que pour les lignes ordinaires.

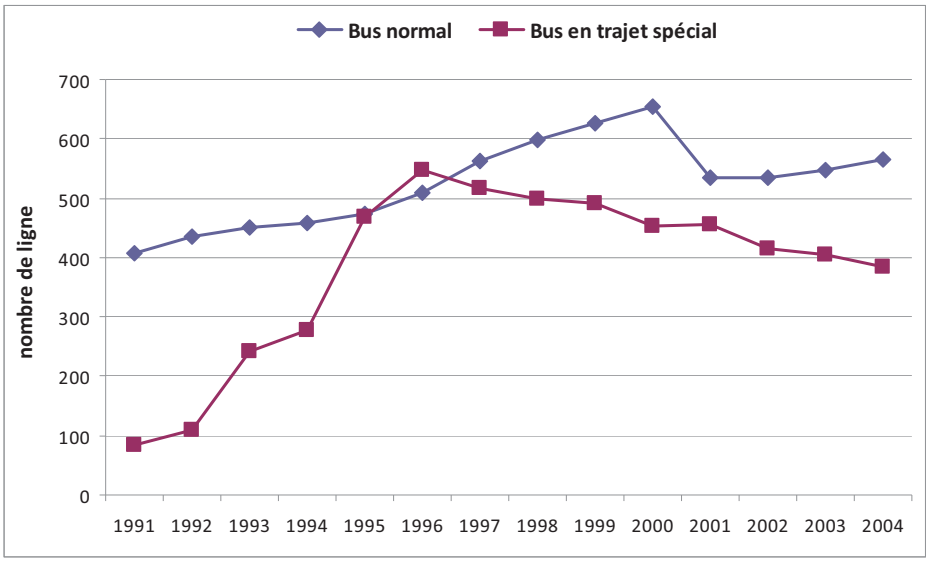


FIGURE IV-22: Tendance du nombre de lignes de bus depuis 1991

Source: Shanghai Metropolitan Transport annual report, 2000-2005

Le nombre de lignes en service de bus à trajet spécial a une tendance déclinante depuis l'année 1996, parce qu'on intègre les lignes dont le trajet coïncide afin d'augmenter l'efficacité du service. Toutefois, le nombre de voyageurs en bus à trajet spécial a quand même une croissance positive dans cette même période. On a éliminé les lignes avec le moins de passagers et on a renforcé les autres lignes plus fréquentes.

[21] Le bus à trajet spécial signifie que l'itinéraire du bus relie les points d'origine et de destination entre certaines zones urbaines pour certains passagers et certains motifs, surtout pour les zones à l'extérieur de la ville centre. Comme le bus à trajet spécial de tourisme, la navette entre les pôles d'échange et certains points en ville etc. En générale, le bus à trajet spécial transporte toujours les voyageurs sur un itinéraire entre la ville centre et banlieue ou de banlieue à banlieue.

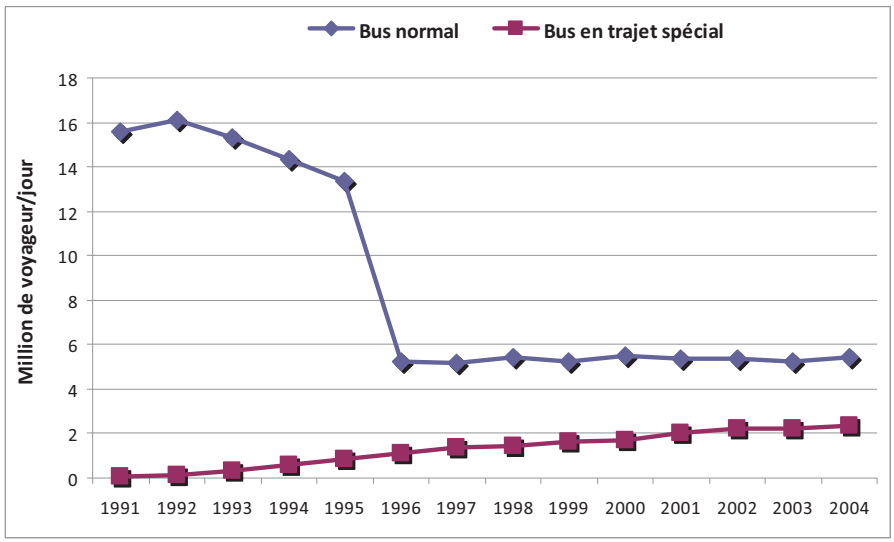


FIGURE IV-23: Tendance du nombre de passagers en bus (normal et en trajet spécial) depuis 1991

Source: Shanghai Metropolitan Transport annual report, 2000-2005

Selon le rapport de *SCCTPI* (1996), l'année 1995 est une année importante, parce que la structure du transport urbain a changé avec la mise en service du métro.

Avant 1995, le bus avait donc le rôle unique du transport public, près du tiers des habitants le prenaient pour leurs déplacements quotidiens. En 1996, le nombre de passagers en bus chute, surtout le bus normal, l'une part, à cause des politiques de transport après avoir mis en service de métro et d'autre part, à cause de la situation du trafic routier stagnant en zone dense. Donc, nous pouvons aussi observer que le nombre de véhicules individuels[22], y compris la voiture, la moto, le vélo et vélomoteur, a beaucoup progressé de 1995 à 1996, c'est aussi une autre raison pour laquelle le nombre de passagers en bus normal a beaucoup reculé dans cette année.

De plus, on peut aussi constater que le nombre de voyageurs en bus à trajet spécial s'accroît régulièrement même à ce moment là du fait que d'une part que les bus à trajet spécial n'ont pas subi la congestion du trafic routier en centre ville, et d'autre part ces lignes de bus à trajet spécial n'ont pas normalement le même l'itinéraire que la ligne de métro, donc elles peuvent renforcer la faiblesse du réseau de métro actuel à Shanghai. L'usage du bus à trajet spécial n'est aucunement un phénomène contradictoire avec l'usage de métro.

[22] Le taux de croissance (du nombre de véhicules) atteignait 13.5% pour le mode automobile ; 10.4% pour le mode moto ; 10.6% pour le mode vélo et 43% pour le mode vélomoteur. (*SCCTPI*, 1996)

En principe, la croissance des bus à trajet spécial est continue à la suite de développement du métro à Shanghai. Cependant, la fréquentation des autobus reprend à la fin des années 1990 et se poursuit dans le début des années 2000. L'autobus reste le mode de transport collectif le plus utilisé à Shanghai avec 7.7 millions de passagers par jour, contre 1.6 millions pour le métro.

- Les Taxis

Malgré une offre encore faible, les taxis sont très utilisés à Shanghai. Ils sont plutôt considérés comme un transport en commun à part entière et pratiquent des tarifs qui les rendent compétitifs par rapport aux autres modes de transport. De plus, c'est un mode qui peut offrir un service porte-à-porte.

TABLE IV-16: Nombre de taxis et de passagers dans les taxis par jour à Shanghai

	1986	1990	1995	2000	2004
Nombre	1969	11298	36991	42943	47794
Nombre de voyageurs (million /jour)	0.13	0.375	1.40	2.09	2.95

Source : SCCTPI 2005 et 1998, Shanghai Statistical Yearbook 2000.

En l'espace d'une vingtaine d'années l'utilisation des taxis a été multipliée par vingt à Shanghai. Ainsi, même les personnes non équipées en moyen de déplacement motorisé peuvent avoir un accès assez facile et peu coûteux à la motorisation de leurs déplacements. De plus, selon les données d'enquête locale, il y a 61 personnes/jour/taxi du fait qu'il y a normalement deux chauffeurs partageant un taxi dans la mégapole de Shanghai. Pour cela, chaque chauffeur doit au moins travailler 20 heures par jour, du fait qu'un chauffeur travaille un jour et fait une journée de repos suivante.

TABLE IV-17: Caractéristiques du fonctionnement des taxis à Shanghai

Indicateur	1986	1995	2004
Nombre de courses par jour	7.19	15	36
Distance moyenne parcourue par jour (km/j), y compris à vide	80.7	186	348
Distance moyenne parcourue par jour (km/j), avec les clients	28.5	130	222
Nombre de clients moyens par course	3.97	2.0	1.7
Distance moyenne de la course (km)	11.2	8.7	6.1

Source : SCCTPI, 2005 et 1998

Selon le tableau IV-17, le nombre de personnes pour chaque course de taxi diminue depuis 1986. En 2004, en moyenne, pour chaque course un taxi ne transporte que 1.7 clients par rapport à 3.97 clients par taxi en 1986. Ainsi, le taxi est de plus en plus utilisé pour des déplacements individuels ; c'est un changement important dans la mobilité des Shanghaiens. De même, un taxi parcourt de plus en plus de distance par jour, 28.5 km/j en 1986 ; 130 km/j en 1995 et 222 km/j en 2004[23], pour des courses de moins en moins longues, 11.2 km en 1986 ; 8.7 km en 1995 et 6.1 km en 2004. Les taxis répondent pertinemment aux nouveaux besoins de mobilité de la population dans la mégapole de Shanghai.

4.5.3 Les modes non-motorisés

Les modes de déplacement non-motorisés sont les modes de déplacement traditionnels, qui sont encore présents à Shanghai. Bien que les planifications de la ville accusent les vélos d'être responsables des embouteillages de la voirie, un grand nombre circule encore. En 2004, il y en avait 9 millions en circulation, pour une population estimée à 13.4 millions d'habitants. L'usage du vélo à Shanghai s'élève régulièrement, parce qu'il y a trois raisons principales : En premier lieu, la plupart des habitants à Shanghai choisissent encore le vélo pour se déplacer d'origine à destination, en deuxième lieu, les élèves et les migrants sont les acheteurs majeurs, en troisième lieu, le vélo est plus économique, commode et mois polluant, surtout ce mode de transport est très efficace pour les déplacements courts par voyageur.

Le vélo est le transport le plus important à Shanghai ou en Chine, les habitants le choisissent pour l'économie du ménage et l'efficacité. À Shanghai, la proportion des déplacements entre le bus et le vélo est 4 contre 6. Il y a 659 vélos par 1000 habitants à Shanghai en 2004. Ce sont des taux très élevés du vélo dans la ville, ils peuvent occuper beaucoup de superficie routière, bien qu'il soit moins polluant. En nous fondant sur les données statistiques venant de l'article *China Bicycle*, nous observons les phénomènes sur la tendance du vélo que la détention de vélo croît encore et se diversifie (essor du vélo electrique).

[23] En fait, dans la mégapole de Shanghai, c'est toujours deux chauffeurs qui partagent ensemble un taxi, donc ils travaillent tour à tour. C'est pourquoi on peut observer que la distance moyenne parcourue par jour (km/jour) atteignait 348 km/jour, c'est-à-dire, le temps de travail doit arriver 17 heures par jour si la vitesse moyenne de service est 20 km/h, parce que le chauffeur travaille un jour pour gagner le salaire de deux jours.

TABLE IV-18: Proportion des modes de transport dans les deux-roues légers

Année / Mode	1995		2001		2002		2004	
	Nombre (mille)	Proportion %	Nombre (mille)	Proportion %	Nombre (mille)	Proportion %	Nombre (mille)	Proportion %
Vélo	4925	96.2%	6616	93.1 %	7644	90.28 %	8950	88.61 %
Vélo électrique	-----	-----	25	0.35 %	109.8	1.30 %	800	7.92 %
Vélo à moteur[24]	193	3.8%	465	6.55 %	712.6	8.42 %	350	3.47 %
Ensemble	**5118**	**100%**	**7106**	**100 %**	**8466**	**100 %**	**10100**	**100 %**

Source : Shanghai Transportation Planning Net, données de 2002 à 2005

Les deux types de vélo occupent la même superficie routière. La superficie routière par habitant à Shanghai n'est que 5.8 m^2, le stationnement des vélos et des vélos électriques continus à croître, si la superficie routière n'augmente pas plus vite que la croissance des modes de transport routière, la congestion va s'aggraver à Shanghai.

Le gouvernement à Shanghai est en train de développer le mode d'échange entre le transport public et le vélo (*B+R*). Il encourage les habitants à prendre le transport public pour les déplacements longs, dans ce cas, ils peuvent utiliser le vélo de l'origine à la station de bus ou de métro etc.

Le rapport, (*Pan* 2003) a indiqué que la distance de concurrence entre le bus et le vélo est de 4.6 km et 23 minutes de déplacement, pour une vitesse du vélo de 12 km/h, et la concurrence entre le métro et le vélo est de 5.9 km avec 31 minutes de déplacement. Pour un temps de trajet de moins de 30 minutes, la plupart des voyageurs prennent le vélo de l'origine à la destination, si le temps de déplacement est de plus de 30 minutes, les voyageurs remplacent le vélo par le transport public. Pour ce qui est des comportements des utilisateurs du vélo, en 1996, il a été constaté que la distance et le temps de déplacement à vélo pour le motif – Travail était en augmentation. En 1996, ces déplacements faisaient 8.1 km et 37 minutes en moyenne. Il est cependant intéressant de constater que 85% des déplacements en vélo se font sur des distances de moins de 8 km, avec une grande variété de motifs (*Zacharias*, 2001).

Quant à l'usage de vélo électrique, le gouvernement en Chine a promulgué une nouvelle règle de sécurité de trafic routière qui limite la vitesse maximum du vélo électrique à 15 km/h. Cette vitesse n'est pas éloigne que la vitesse moyenne du vélo (12km/h). Grâce au confort et l'énergie en vélo électrique, sa distance de déplacement

[24] Le vélo à moteur : c'est un vélo de moins de 36 cm^3, c'est un mode vélo qui équipe un instrument à moteur (électrique ou comburant). Selon les règles de sécurité routière chinoise, le gouvernement municipal peut décider que le vélo à moteur appartient à un mode non-motorisé ou motorisé. Par ailleurs, ce mode doit demander un numéro d'immatriculation.

adapté est principalement plus longue que celle pour l'usage de vélo. Par ailleurs, l'usage de vélo électrique réduit peut-être le nombre des voyageurs pour le transport public. Le vélo électrique doit également avoir un numéro d'immatriculation afin que le gouvernement municipal puisse contrôler le nombre de vélos électriques.

Compte tenu les accidents routiers pour l'usage de vélo électrique, il y a quand même plusieurs villes chinoises qui n'encouragent pas l'usage de vélo électrique, notamment dans la zone centrale. Pour ce qui est de la marche à pied, elle est encore fortement utilisée, surtout dans le centre ville de Shanghai où la densité de population et la mixité des activités rendent ce mode de déplacement pertinent pour la population. Cependant, comme dans toute enquête sur les déplacements, il est difficile de prendre en compte les déplacements réalisés à pied.

Par ailleurs, selon à la table suivante, la possession de vélo dans la zone de banlieue est toujours plus élevée que dans la zone au centre.

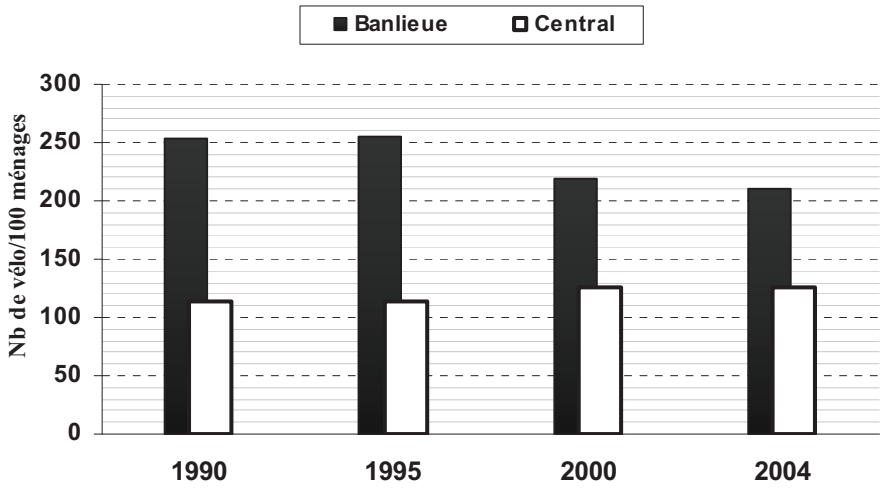


FIGURE IV-24 : Taux de bicyclettes par ménage à Shanghai selon la zone

Source: Shanghai Statistical Yearbook

4.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité

À la suite de description générale de l'évolution des transports dans la mégapole de Shanghai, il nous faut indiquer les points forts et faibles pour mettre en œuvre l'intermodalité dans la mégapole. Selon la définition de l'intermodalité dans le chapitre 3, nous pouvons estimer la possibilité de l'intermodalité en fonction des facteurs importants, comme l'accessibilité du lieu de transfert, les possibilités de stationnement, la tarification, la géométrie du centre d'échange et les observations contradictoires.

Pour la géométrie du centre d'échange dans la mégapole de Shanghai, il existe un réseau simple de pôles d'échange dans la ville centre (1 grand pôle d'échange et 8 moyens pôles d'échange), surtout les stations de métro. Le 11ème plan quinquennal vise à construire 145 pôles d'échange, surtout dans la zone de banlieue, pour encourager les passagers à utiliser les différents modes dans leurs déplacements quotidiens.

Selon les fonctions et la dimension, le pôle d'échange dans la mégapole de Shanghai peut être divisé en trois niveaux : grand pôle d'échange, moyen pôle d'échange et petit pôle d'échange, voir l'annexe A sur la description des pôles d'échange dans la mégapole de Shanghai.

Nous pouvons constater que certains terminus de métro à l'extérieur du centre, comme la station de *Xinzhuang*, sont déjà équipés de parking vélos, motos et voitures. Quant aux pôles d'échange dans le centre, il y a très peu de parking autour des stations. Ces pôles d'échange peuvent sans doute donner une bonne direction de développement de l'intermodalité dans la mégapole de Shanghai. Cependant, il y a quand même un problème sur la qualité des correspondances dans les pôles d'échange, parce que les couloirs de correspondance sont toujours très longs entre deux modes à Shanghai.

Quant au système billettique, il y a aussi une promotion pour la correspondance entre métro et bus dans la mégapole de Shanghai. En premier lieu, si les passagers prennent le bus après le métro pendant 90 minutes, il y a 1 yuan de réduction pour le ticket de bus (normalement un ticket de bus est 2 yuans pour un déplacement), cependant cette promotion est plutôt pour le bus dans la zone interne au périphérique intérieur. De plus, en ces d'usage d'une carte à puce, le prix des usages est réduit de 10 % à partir d'une consommation mensuelle de 70 yuans. En fait, cette stratégie de système billettique peut aussi inciter l'usage combiné entre les transports collectifs, plutôt pour métro plus bus dans un déplacement. Cependant, il n'y a quand même pas de promotion exceptionnelle pour l'usage du transport intermodal métro+métro ou bus+bus, du fait que le prix du ticket de *TC* à Shanghai est en fait compté selon la distance de déplacement. En gros, la stratégie du système billettique du transport en commun à Shanghai n'a pas assez d'attraction maintenant pour encourager l'usage des transports collectifs ou du transport intermodal.

De plus, le tarif de stationnement peut être une autre stratégie efficace potentielle afin d'éviter l'usage des véhicules particuliers dans certaines zones, comme le centre ville, et inciter l'intégration entre les véhicules motorisés et les transports collectifs. Dans la mégapole de Shanghai, le tarif de stationnement pour les deux-roues motorisés et le mode non-motorisé (vélo) au centre ville est bien disposé. Le tarif de stationnement

pour le vélo est de 0.5 yuan par jour, et pour le cyclomoteur est de 1 yuan par jour et pour la moto est de 2 yuans par jour, mais qu'il n'est pas évidement disuasif pour l'usage des véhicules. Quant au tarif de stationnement des automobiles, il y a est une nouvelle politique afin de diminuer le nombre d'automobile au centre ville à Shanghai. Au début de l'année 2006, il y a un nouveau tarif indiqué à la table IV-19.

TABLE IV-19: Tarif de parking selon les zones en 2006

Zone	Journée						Soirée (Yuan/fois)	Forfait mensuel (Yuan/mois)
	Service à la main		Service à la machine					
	0-60 minute	Après 60 minutes	Première heure (minute)			Après 60 Minutes (par heure)		
			0-15	15-30	30-60			
Zone indiquée	15	10	4	4	7	10	10	400
Interne PI	10	6	3	3	4	6	8	300
PI - PE	7	4	2	2	3	4	5	200

* PI : Périphérique interne, PE : Périphérique externe, Zone indiquée : certaines zones dans le centre.

Source : Shanghai municipal government, 2007

Encadré 2 : Le prix d'usage du bus et du métro est présenté dans la table suivante :

Mode	Zone	Tarifs
Bus	Centre ville	2 yuans avec climatiseur 1 yuan sans climatiseur
	Banlieue	Prix initial est 1 yuan plus 0.2-0.25 yuan/km
Métro*		< 6 km, le prix est 3 yuans > 6 km, 1 yuan/10km

* voir l'annexe M.

Pour un déplacement de 5 km, le prix d'usage du bus et du métro est 2 yuans pour le bus (dans le centre ville) et 3 yuans pour le métro. En revanche, le prix de parking est 10-15 yuans/hr.

Nous pouvons voir que le tarif de stationnement des automobiles est en revanche très coûteux par rapport aux revenus mensuels[25]. Par exemple, un conducteur qui gare sa voiture dans le centre ville pendant 8 heures pour le travail doit régler environs 52 et

[25] Le propriétaire d'automobile doit non seulement régler le prix d'acquisition, mais aussi le prix d'immatriculation (30000 yuans en 2004). L'usage de l'automobile dans la mégapole de Shanghai est un moyen très luxueux par rapport aux autres modes.

85 yuans à rapporter au revenu journalier moyen vers 90 yuans.

La conduite de la voiture à Shanghai, surtout à l'intérieur du périphérique interne, est un mode désavantageux de transport urbain pour les voyageurs. En fait, l'intégration des stratégies concernant le tarif et le nombre de stationnement pour automobile autour des stations de *TC* dans les zones à l'extérieur du périphérique externe est évidement une direction efficace pour encourager l'intermodalité dans la mégapole de Shanghai.

Bien qu'il y ait des stratégies cohérentes de transport urbain pour l'usage du transport intermodal, comme nous avons indiqué ci-dessus, pourtant, nous pouvons quand même constater les stratégies contradictoires pour l'usage du transport collectif et intermodal dans la mégapole de Shanghai, comme l'augmentation du nombre de stationnements à l'intérieur du périphérique interne (centre ville), voir la Fig. IV-14, la croissance de la longueur des routies, voir Fig. IV-6, et l'intégration informatique (surtout pour le transport collectif) et la cohérence tarifaire du transport (pour inciter l'usage des transports collectifs). Nous pouvons conclure que quatre problèmes existent pour développer le transport collectif et le transport intermodal à Shanghai.

- L'intégration faible des modes : à cause de la pauvre condition des correspondances et l'attraction insuffisante du système tarifaire, il n'y a pas un environnement cohérent afin d'intégrer les différents modes.
- Capacité faible de l'infrastructure des transports : la capacité du réseau ferré n'est pas encore suffisante pour l'instant, de plus, la capacité routière n'est pas suffisante en banlieue.
- Niveau faible des services et du management : la ponctualité du réseau de bus n'est pas assurée.
- Respect faible des règles de circulation : les passagers ne respectent pas les règles du trafic, donc, ce comportement des passagers peut aussi augmenter le risque de management et réduire le niveau de service, notamment pour transport routier.

Après la description qualitative sur les points cohérents et incohérents de mise en œuvre de l'intermodalité pour la mégapole de Shanghai, nous pouvons présenter les observations afin d'améliorer la situation du transport urbain à Shanghai, surtout pour le transport collectif et le transport intermodal.

- L'amélioration de la condition des correspondances dans les pôles d'échange, notamment pour la distance de parcours entre les modes, le jalonnement de

direction[26] dans les pôles d'échange. (voir le code 5.15 dans le livre blanc du transport à Shanghai[27])

- L'ajustement de la politique de stationnement des véhicules particuliers, y compris la moto, surtout pour le centre ville, afin d'éviter l'usage massif des véhicules motorisés dans cette zone. (voir le code 5.19, 5.21 et 5.24)
- Le renforcement de l'intégration tarifaire entre les modes de transport collectif et le vélo afin d'inciter l'usage intermodal, par exemple les frais de parking du vélo pourraient être gratuits dans la station du *TC*, si les usagers prennent le transport collectif après. (voir le code 5.20)
- L'augmentation du nombre de stationnements des véhicules dans la station de *TC* afin d'encourager l'usage entre *VP* et *TC*, notamment pour les deux-roues motorisés et non motorisés dans la zone centrale et la voiture dans la zone de banlieue. (voir le code 5.18 et 5.22)

[26] Le *SCTP*2 (Shanghai City Comprehensive Transportation Planning) de 2000, précisée les objectifs pour le développement des pôles d'échange :

- Diminuer la distance de correspondance, par exemple, la correspondance entre le réseau ferré et le bus ne doit pas être de plus de 5 minutes à pied.
- Installer les parkings pour le taxi et le vélo autour des pôles d'échange dans la ville centrale. Quant à la zone de banlieue, il faut augmenter les parkings autour des pôles d'échange pour les véhicules motorisés et le vélo afin d'encourager le déplacement intermodal.

[27] Shanghai Metropolitan Transport White Paper, 2002

CHAPITRE 5: LE CAS DE TAIPEI

Ce chapitre se focalise sur la mégapole de Taipei. ¨Taipei métropole¨, comprend non seulement la ville de Taipei (Taipei City) mais aussi Taipei Country et Keelung City. C'est la première métropole à Taiwan. La surface de Taipei métropole n'atteint que 7 % de la surface totale du pays, cependant la population atteint 30 % de la population du pays.

Par le passé, il y a eu de nombre de recherches sur le transport urbain dans la ville de Taipei (Taipei City). Il y a beaucoup de navetteurs venant de l'extérieur de Taipei City pour le travail ou bien le loisir etc. donc le périmètre analysé pertinent doit être la ville de Taipei avec les autres villes autour de Taipei City. Par conséquent, dans ce rapport, nous allons non seulement présenter la situation du transport dans Taipei City, mais aussi décrire les autres deux villes, Taipei Country et Keelung City, parce que ces deux villes sont autour de Taipei City et elles ont un fonctionnement intégré.

Dans les années 70, le taux d'utilisation des véhicules motorisés individuels a rapidement augmenté avec l'essor économique, surtout le nombre de motos dans les villes. Les collectivités ont toujours pensé que la moto est un mode de transition entre le vélo et la voiture sur le moment, on a négligé de contrôler et de manager la possession et l'utilisation de la moto, en plus, le mode moto est plus économique et plus pratique que l'automobile. C'est pourquoi l'usage de la moto s'est très fortement accru. Le taux de possession de la moto dans Taipei métropole atteint déjà plus de 400 motos pour mille habitants en 2002 (462 motos par mille habitants en 2005 dans la figure du chapitre 1). C'est une proportion énorme d'usage des véhicules motorisés qui amène non seulement une pression routière, mais aussi qui produit beaucoup de pollution et d'accidents etc.

La moto est un mode spécifique dans le processus de développement du transport dans les pays asiatiques, la convenance et la rapidité sont les deux facteurs importants qui font que la moto est devenue le mode la plus populaire à Taïwan, parce que l'usage de moto permet de gagner du temps de stationnement par rapport à l'usage automobile et du temps d'attente et de correspondance par rapport à l'usage du transport collectif. En plus, le coût de possession et d'utilisation de la moto est toujours plus économique que les autres modes, c'est aussi pourquoi la moto est devenue le mode le plus populaire à Taïwan. À cause de ses avantages d'accessibilité et de coût par apport aux autres modes, le nombre de la moto augmente d'année en année à Taiwan après l'essor économique dans les années 80. C'est la raison pour laquelle le phénomène de moto devient dans une certaine mesure un obstacle dans la

voie du développement durable de transport urbain à Taiwan.

TABLE V-1: Relation entre l'économie nationale et le nombre de véhicules motorisés dans la mégapole de Taïwan

	1970	1980	1990	2000	2005
PIB par pers. (NT)	15313	97802	215195	450336	520807
Croissance de PIB (%)	---	538%	120%	109%	16%
Moto / 1000 hab.	55	292	360	512	579
Auto / 1000 hab.	4	33	124	212	247

* NT: la monnaie taïwanaise

Source: The Directorate General of Budget, Accounting and Statistics

Nous visons d'abord à décrire l'environnement du transport urbain dans la mégapole de Taipei et à analyser à la fois ces problèmes cruciaux rencontrés. Par la suite, nous présentons une vision des evolutions à Taipei et l'évolution de l'utilisation des différents modes de transport depuis l'année 1980. Ensuite, nous allons décrire la caractéristique des changements de comportement des voyageurs pendant ces années afin d'en savoir plus sur la demande de voyageurs. De plus, nous allons essayer de trouver des argumentations actuelles afin d'expliquer que le mode de transport intermodal qui est peut-être le meilleur choix pour le transport urbain durable de la mégapole de Taipei. C'est la raison pour laquelle nous pourrons évaluer l'interêt potentiel de l'intermodalité.

5.1 Situation géographique

La ville de Taipei métropole se situe au Nord de Taiwan, dont Taipei Country entoure la ville de Taipei City et Keelung city, comme le montre la figure suivante.

La surface de Taïwan est 35 800 kilomètres carrés, dont Taipei métropole n'occupe que 2460 kilomètres carrés (environs 7% de la surface totale), soit 40% de la surface de Shanghai et 20% de la surface d'Ile-de-France. Nous observons sur la table suivante que la surface de la ville centre de Taipei métropole (Taipei City) est seulement de 10 % de la surface totale de Taipei métropole.

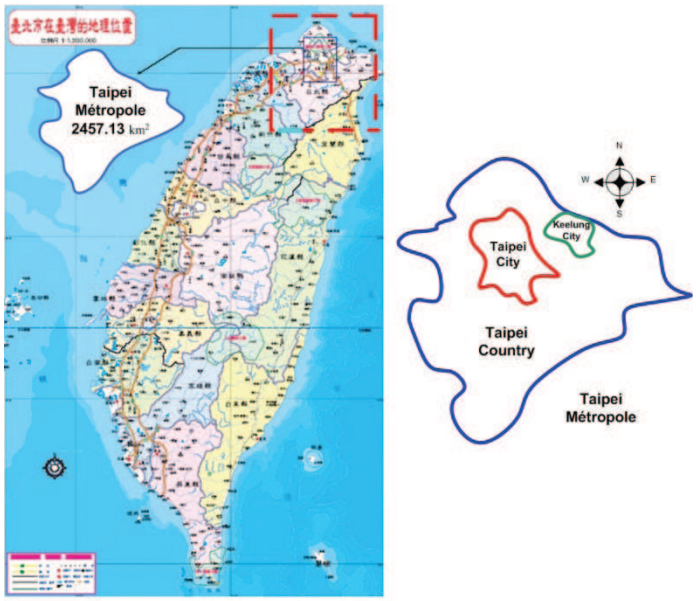


FIGURE V-1: La situation géographique de Taipei à Taiwan

Source: Réalisé par l'auteur

TABLE V-2: La superficie des villes dans Taipei métropole

Ville	Superficie (Km^2)
Taipei City	271.80
Taipei Country	2052.57
Keelung City	132.76
Total	**2457.13**

Source: Taipei City Yearbook 2004; Taipei Country Yearbook 2004

Taipei City, la capitale de Taïwan, est le centre économique et politique. Il y avait 2.62 millions d'habitants en 2004, donc la densité de population est de 9 639 hab./km^2.

Pour Taipei Country, c'est la zone qui a le plus grand nombre d'habitants à Taïwan, en tout 3.71 millions d'habitants, mais la superficie de Taipei Country est aussi sept fois plus grande que Taipei City.

Keelung City, est une ville dotée d'un port maritime, le second port à Taïwan, d'où sont transportés les marchandises et les conteneurs en camion ou en train de Keelung aux villes dans le nord de Taïwan, à cause de cette raison, le trafic routier autour de Keelung devient donc plus congestionné et plus dangereux à cause des camions ou des voitures utilitaires. D'importantes infrastructures de transport sont toujours planifiées dans ces zones denses, comme le réseau de métro et les lignes de bus ou bien les routes express en viaduc.

En effet, il y a beaucoup de gens qui travaillent à Taipei, mais qui habitent les autres villes à côté de Taipei, comme Taipei Country et Keelung City.

TABLE V-3: La densité de population dans les trois zones de Taipei métropole

Ville		Taipei City	Taipei Country	Keelung City	**Taipei métropole**
Détaillé	Unité	2004			
Superficie	Km^2	271.8	2052.57	132.76	**2457.13**
Population	Million	2.62	3.71	0.39	**6.73**
Densité	P/Km^2	9639.4	1807.5	2937.6	**2738.97**
Revenu (ménage)	NT (million)	1.473	1.098	1.063	**1.250**

Source: Taipei Yearbook 2004; Taipei country government net; Transportation planning for Taipei metropolitan second time, 2003

Dans la Taipei City, il y a au total 12 zones administratives, et Taipei country comprend 29 zones administratives. Dans lesquelles la densité de la population dans la zone *Da-an* est la plus dense en atteignant 27 652 hab./km^2.

FIGURE V-2: Les zones administratives à Taipei City et Taipei Country

Source: Réalisé par l'auteur

5.2 La situation démographique et socio-économique

Nous présentons la tendance du changement démographique et économique dans la mégapole de Taipei depuis l'année 90.

5.2.1 L'évolution de la population

La population totale de la mégapole de Taipei s'accroît au fil des ans. Il y avait 6.12 millions d'habitants en 1990, et 6.72 millions d'habitants en 2004. La croissance moyenne de la population métropolitaine était d'environ vingt mille d'habitant par an. Les années de 1996 à 2000 sont la période qui a eu la croissance la plus haute, puis, la croissance a été faible après l'année 2000. Taipei city tend à perdre des habitants, mais à une réduction faible.

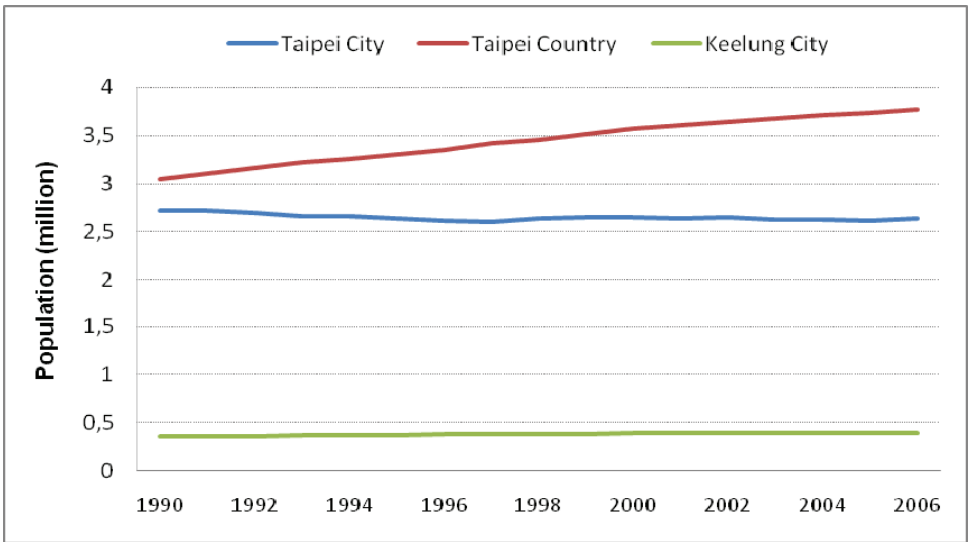


FIGURE V-3: La croissance de la population dans Taipei métropole

Source: Taipei city Yearbook 2004, Taipei Country Yearbook 2004; Keelung City net

5.2.2 La densité de la population

La densité de population de Taipei City est plus forte que Taipei Country et Keelung City, La ville de Taipei (Taipei city) a la densité la plus forte, de couleur marron et jaune, et les régions administratives dans Taipei Country ont également une forte densité lorsqu'elles sont à côté de Taipei City. Les régions de moins de 1000 habitants par km^2, de couleur blanche, sont plutôt des régions montagnardes ou maritimes.

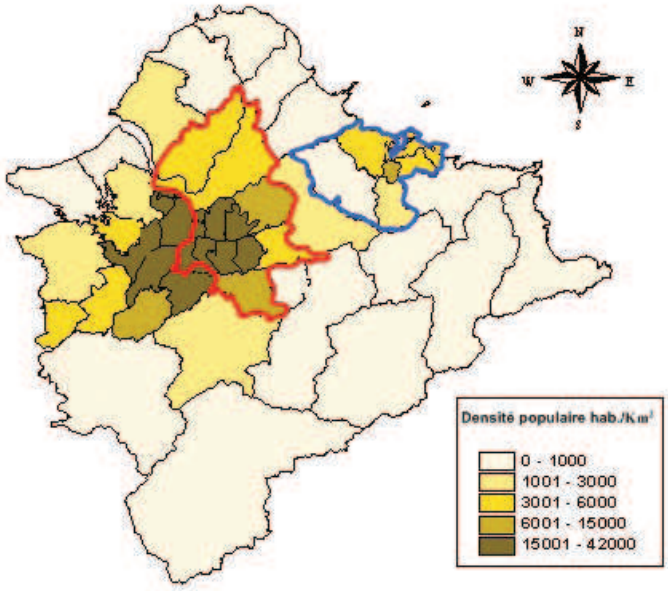


FIGURE V-4: La densité de population dans la ville de Taipei métropole

Source: Transportation planning for Taipei metropolitan second time, 2003

5.2.3 Le changement économique

Selon les données statistiques officielles, les taux moyens de croissance annuel pour les revenus des ménages à Taipei City, Taipei Country et Keelung City depuis 1990 sont respectivement de 4.42%, 3.89% et 3.48% (pour l'ensemble de Taipei métropole est 4.01%). L'écart de revenu entre Taipei City et les autres zones est plus en plus grand.

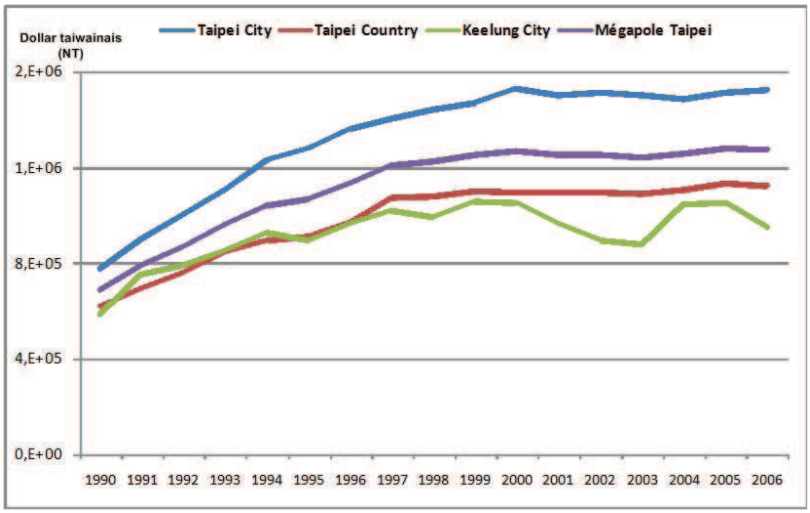


FIGURE V-5: Les revenus des ménages à Taipei métropole depuis 1990

Source: Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics.

5.3 Les modes de transport urbain

Nous présentons la situation actuelle des modes de transport urbain à Taipei métropole, et indiquons les évolutions d'usage entre les modes depuis une dizaine années.

5.3.1 La voiture particulière

Au fur à mesure que se développe l'économie et qu'augmentent les revenus des ménages, le taux d'utilisation du véhicule motorisé, ici ce sont les modes moto et voiture, s'accroît régulièrement. Au moment présent, le véhicule motorisé est le mode de transport principal pour les habitants de Taipei métropole.

Cependant, de nombreux véhicules motorisés roulent sur la route au milieu de la ville de Taipei, c'est un cauchemar pour les habitants locaux, ils doivent non seulement souffrir du trafic embouteillé, mais aussi du risque routier.

5.3.1.1 La croissance du véhicule motorisé

Le nombre de voitures particulières à Taipei City a une croissance lente depuis l'année 1998 (0.93 % de croissance moyenne annuelle). Par contre, à Taipei Country, le nombre de voitures s'élève plus rapidement qu'à Taipei City, il y a eu 3.5 % de croissance moyenne annuelle les dix dernières années. Quant à la ville de Keelung City, elle a eu la croissance moyenne annuelle (4.8 %) depuis dix ans. Toutefois, Taipei city reste la zone le plus motorisée.

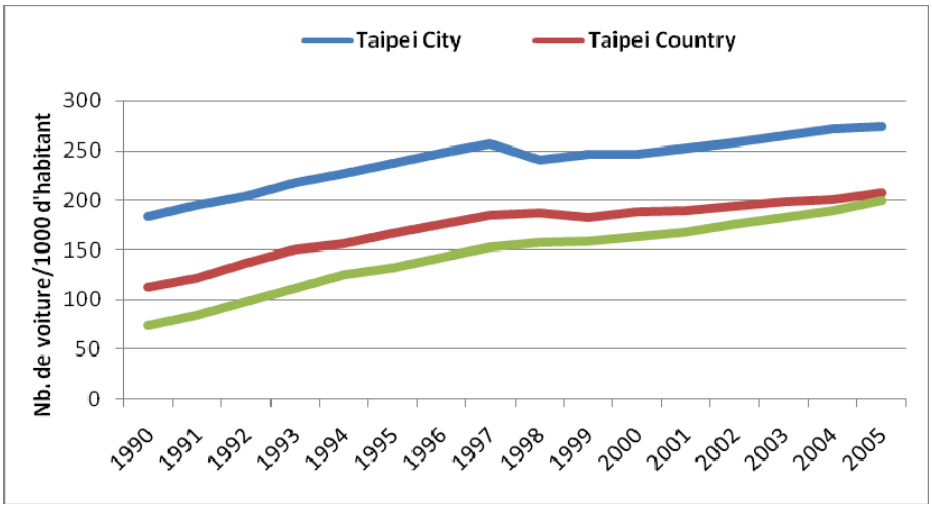


FIGURE V-6: La croissance de la voiture particulière à Taipei métropole

Source: Transportation planning for Taipei metropolitan second edition 2003 & Taipei Country government net; Keelung City government net

La moto à Taipei est le mode de transport le plus populaire. Le nombre de motos à Taipei City a dépassé un million à la fin de l'année 2004, pour Taipei Country, le nombre de motos était deux fois plus élevé qu'à Taipei City à ce moment là. De plus, le nombre de motos dans la ville de Keelung City était plus bas par rapport aux deux autres villes dans Taipei métropole. La croissance moyenne annuelle de la moto à Taipei métropole est de 3.52% depuis 1995[28].

Selon la figure suivante, nous voyons qu'il y a eu une chute pour le nombre de moto dans la mégapole de Taipei, parce qu'il y a une nouvelle politique annoncée dans l'année 1994 sur la qualité d'émission de la moto. Pour cela, si la moto ne peut pas respecter la norme de l'émission (plutôt pour les motos anciennes), il est interdit de rouler sur la route. C'est la raison pour laquelle pendant les années 1994 et 1995, le nombre de moto chute soudainement et ensuite augmente après l'année 1996.

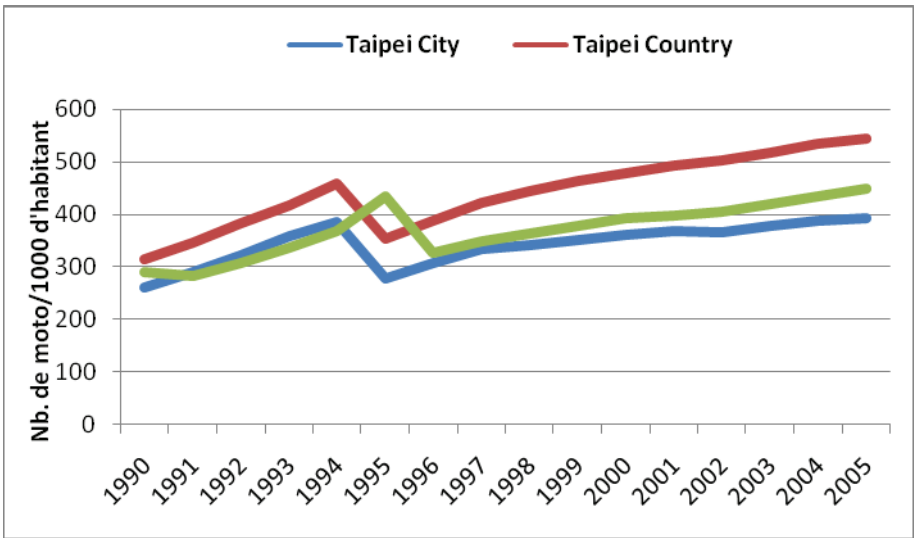


FIGURE V-7: La croissance de la moto à Taipei métropole

Source: Transportation planning for Taipei metropolitan second edition 2003 & Taipei Country government net; Keelung City government net

5.3.1.2 Taux d'équipement

Le nombre de voitures pour mille habitants à Taipei City est toujours plus haut qu'à Taipei Country et Keelung City. Il y a 273 voitures pour mille habitants à Taipei City à

[28] L'année 1994 à Taipei City et Taipei Country et l'année 1995 à Keelung City, il y a une enquête de gouvernement municipal pour que les motos, qui n'avaient pas payé le taxe d'immatriculation depuis longtemps, soient considérées comme abandonnées.

la fin de l'année 2005 par rapport à 205 voitures pour mille habitants à Taipei Country. À Keelung City, le nombre de voitures pour mille habitants à Keelung City est presque égal à celui de Taipei Country. Au contraire, le nombre de motos pour mille habitants à Taipei City est toujours plus faible qu'à Taipei Country et Keelung City, parce qu'il y a un réseau plus complet de métro et de bus dans la ville de Taipei City, de plus, il n'y a pas suffisamment de places de stationnement au milieu de la ville.

Sous l'aspect économique individuel, le coût de la moto est moins cher que celui de la voiture, et la première peut relier rapidement l'origine à la destination – porte à porte pour les voyageurs, et d'autre part, la moto n'a pas besoin de beaucoup de frais d'entretien. Donc, c'est la raison que la moto est plus prospère dans les villes de Taipei Country et Keelung City. Comme la figure V-8 au-dessous le montre bien il y avait 545 motos pour mille habitants à Taipei Country à la fin de l'année 2005, et Keelung City ou Taipei city ont aussi dépassé 400 motos pour mille habitants.

Par contre, le gouvernement ne veut plus développer continuellement le marché de la moto, parce que la pollution émise par la moto à moteur deux-temps est plus sérieuse que pour la voiture, le développement de la moto est un sujet dilemme pour les autorités à Taipei.

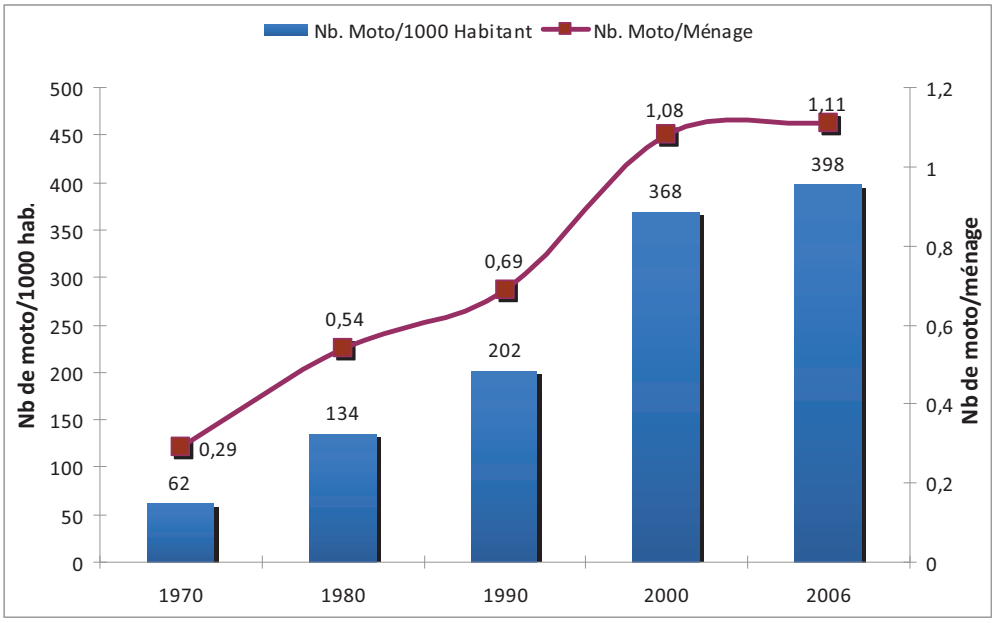


FIGURE V-8: La tendance de la croissance de moto à Taipei City depuis 40 ans

Source: Transportation planning for Taipei metropolitan second edition 2003 & Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan

En plus, nous pouvons constater que le nombre de moto par ménage est de 1.08 en 2000, environ 2 fois plus que pour l'année 1990. Par ailleurs, cette tendance d'augmentation ne s'est jamais arrêtée jusqu'à maintenant.

L'usage de la moto concerne pour le premier motif des déplacements vers le travail (54.3% à Taipei City et 53.4% à Taipei Country) et le deuxième motif des déplacements vers les achats, comme la table le montre au-dessous.

TABLE V-4: Motif en moto pour Taipei City et Taipei Country

Motif	Taipei city	Taipei Country
Domicile – Travail	54.3 %	53.4 %
Domicile – Ecole	10.4 %	5.1 %
Affaire professionnelle	8.9 %	10.2 %
Affaire personnelle	4.5 %	6.3 %
Achats	10.6 %	16.3 %
Loisir	7.5 %	5.2 %
Autre	3.7 %	3.4 %

Source: Ministry of transportation and communication, MOTC, 2001

5.3.1.3 Le développement historique de la moto à Taïwan

Zhao (1997) a divisé le développement historique de moto à Taiwan sous l'aspect de la théorie sociologique de l'espace et de la littérature du transport.

- ***Dans les années 60*** : Peu de moto utilisée par habitants.

- ***Dans les années 70*** : La stratégie d'exportation économique accélère le développement de l'industrie de la moto.

- ***Dans les années 80*** : L'économie nationale s'accroît fortement et le flux de migration commence entre les villes et les campagnes.

- ***Dans l'année 90*** : La période sombre du trafic routier urbain à Taiwan causé par l'usage excessif du véhicule motorisé, surtout la moto et la voiture.

- ***Dans l'année 2000*** : La nouvelle tendance de l'usage de moto à Taipei commence depuis l'année 2000; le période de transition pour la moto vers le transport collectif ou le transport multimodal est l'objectif primordial en cours à Taipei métropole.

5.3.2 Le transport en commun

Avant l'année 1996, le transport en commun à Taipei métropole n'avait qu'un mode de transport principal, le bus. A la fin de l'année 1996, la première ligne de métro a été mise en service dans la ville de Taipei City, et deux ans après, la ligne de métro a commencé à pénétrer Taipei Country pour desservir les zones de population dense.

5.3.2.1 Le métro

Après que le métro et la voie prioritaire de bus furent mis en service, la qualité de service du transport en commun dans la ville de Taipei s'est fortement améliorée. La figure au-dessous montre bien la tendance de la croissance du chargement.

1. Le nombre de voyageurs en transport en commun remonte depuis 1996, la croissance du chargement est d'environ 6.4 % par an depuis les cinq dernières années, sauf l'année 2003, où il y a eu le virus du *SRAS* [29] qui s'est infiltré à travers les villes à Taïwan, avec par conséquent un nombre de voyageurs en transport en commun en baisse de 2.6 %.
2. Le nombre de voyageurs en métro s'accroît rapidement, le nombre de voyageurs avait atteint cent mille de voyageurs par jour en 1995, et est arrivé à sept cent quarante mille en 2000, la croissance moyenne annuelle était environ de 51 %, et puis, en 2005, le nombre de voyageurs est arrivé proche d'un million de voyageurs par jour. La croissance moyenne est de 35 % entre 2000 à 2005.
3. Le nombre de voyageurs en bus augmentait un petit peu de 1995 à 2000, il est en légère baisse quand même depuis 2000.
4. Le nombre de voyageurs prenant le bus en correspondance entre l'origine et la station du métro ou bien entre la station du métro et la destination, a toujours une croissance positive, en 2005, il y avait environ 16 % des voyageurs en métro qui prenaient le bus en correspondance pour leurs déplacements.

[29] *SRAS* : Syndrome Respiratoire Aigu Sévère

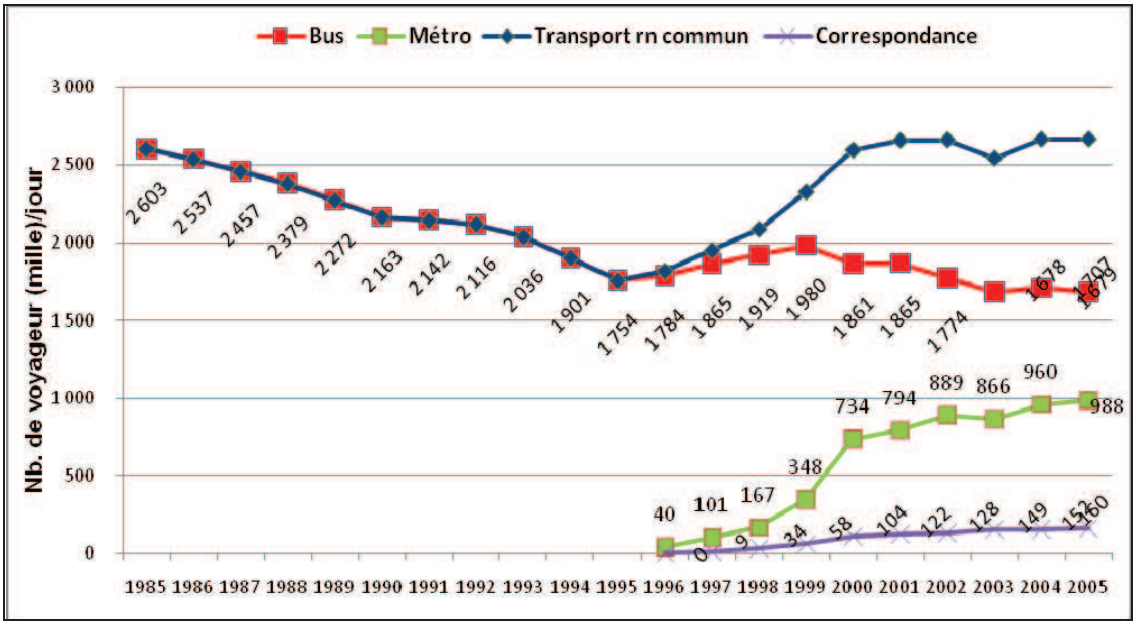


FIGURE V-9: Tendance de la croissance du transport en commun à Taipei

Source: Transportation planning for Taipei metropolitan second edition 2003, Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan & Taipei City Yearbook 2004

De plus, nous pouvons utiliser les données d'enquête des ménages venant du gouvernement de Taipei City afin de présenter la part modale des transports et la tendance de la croissance, comme sur la table et la figure au-dessous. Nous voyons que la proportion du transport en commun était de 24 % en 1996, la proportion la plus basse dans l'histoire, et puis, elle a remonté jusqu'en 2000, où elle atteignait déjà 31 %, grâce au métro mis en service en 1995. Nous pouvons recouper la croissance du transport en commun en utilisant la figure au-dessus avec la table au-dessous. La table suivante montre que la part modale des véhicules privés à Taipei métropole est très haute, surtout la proportion de la moto, la part modale des véhicules privés était presque 2 fois plus élevée que la proportion du transport en commun.

TABLE V-5: Part modale des transports dan la ville de Taipei métropole depuis 1975

	TC	TC secondaire	Véhicule privé	Voiture privée	Moto privée
1975	68 %	4 %	28 %	4 %	24 %
1981	43 %	10 %	47 %	----	----
1986	46 %	5 %	49 %	22 %	27 %
1991	30 %	12 %	58 %	20 %	38 %
1996	24 %	10 %	66 %	32 %	34 %
2000	31 %	8 %	61 %	25 %	36%

* TC secondaire : y compris le taxi, le bus handicapé et le bus de tourisme

Source : Transportation planning for Taipei Metropolitan second time, 2003

Nous pouvons voir sur la figure suivante le réseau de métro à Taipei métropole. Le réseau de métro à Taipei métropole est toujours planifié dans les régions les plus denses. Dans cette figure, la couleur gris est la ville de Taipei (Taipei City), autrement dit, le réseau de métro est mis en place en priorité dans cette région centrale. La politique de transport à Taipei métropole, va d'abord prolonger les lignes prioritaires, comme la ligne bleue, et la ligne orange, pour desservir les régions denses dans Taipei Country afin de soulager la pression du trafic routier.

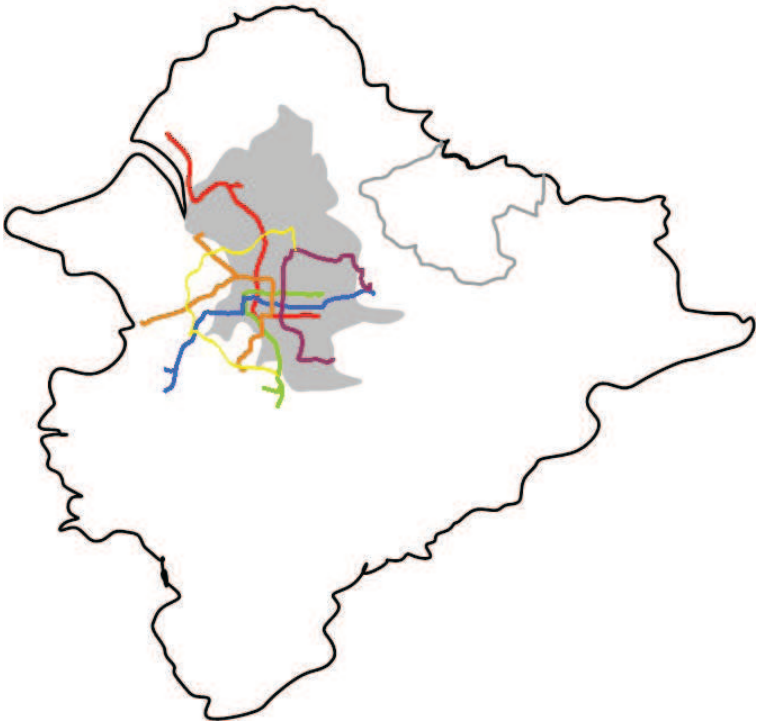


FIGURE V-10: Le réseau de métro dans Taipei métropole

Source: Réalisé par l'auteur

5.3.2.2 Le bus

Le bus est un mode important de transport urbain dans Taipei métropole, selon les données d'enquête dans Taipei métropole en 2005, il y a en tout 2.667 millions de voyageurs en transport public par jour dont 1.679 millions prennent le bus pour leurs déplacements, environ 63 % du total des voyageurs en *TC*.

À partir de l'année 1996, la voie de bus prioritaire a été mise en service, nous voyons aussi sur la figure au-dessus la tendance de la croissance du transport en commun à Taipei métropole, il y a une tendance positive après l'année 1996 jusqu'à l'année

2000. Après l'année 2000, grâce au réseau de métro qui est arrivé à un bon niveau, le nombre de voyageurs en bus est petit à petit réduit. La correspondance avec le métro a eu au contraire tendance à l'augmentation.

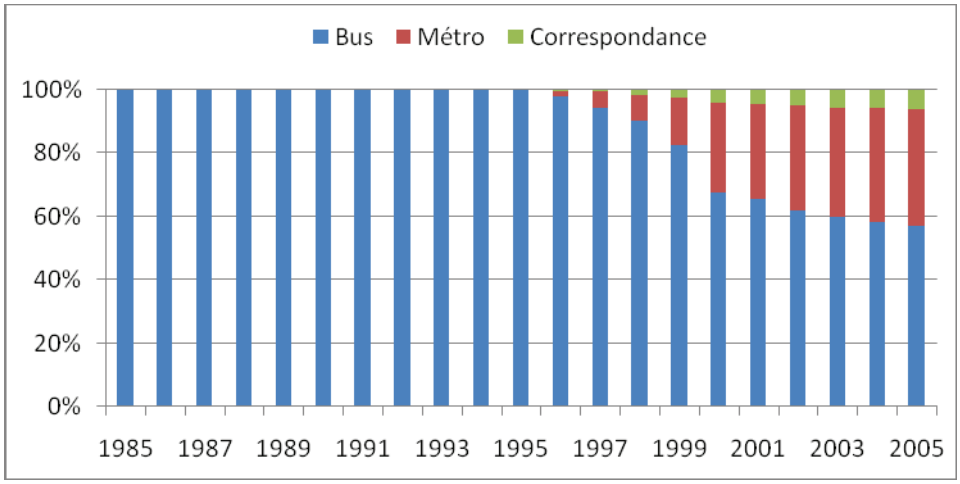


FIGURE V-11: Part modale entre le bus, le métro et la correspondance

Source: Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan, 2005

5.3.3 Le transport en commun secondaire

Ici, le transport en commun secondaire peut être défini par les trois modes en service à Taipei métropole, le bus handicapé, le bus de tourisme et le taxi. Cependant, la proportion de l'usage du bus handicapé et de tourisme est encore très faible par rapport au mode de taxi dans la mégapole de Taipei. Donc, nous ne parlons ici que du mode taxi pour le transport en commun secondaire.

5.3.3.1 Le Taxi

Le taxi, c'est un mode de transport qui peut arriver porte à porte pour les déplacements de voyageurs, de plus, il peut remplacer voiture particulière au centre afin de réduire la congestion. Le nombre d'immatriculations total est montré dans la table suivante, où Taipei City possède le plus de taxis.

TABLE V-6: Le nombre de taxis enregistrés dans la mégapole de Taipei en 2001

Article		Keelung	Taipei City	Taipei Country	**Ensemble**
Véhicules	Individuel	2 680	8 191	12 121	**25 337**
	Société	2 507	28 564	15 433	**50 230**
	Ensemble	5 191	36 755	27 554	**75 567**

Source: Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan, 2002

Selon les données obtenues au-dessus, nous pouvons savoir qu'il y a 11.4 taxis pour mille habitants à Taipei métropole, ce chiffre est beaucoup plus haut que Shanghai métropole (3.5 taxis/1000 hab.) et Île-de-France (1.8 taxis/1000 habitants).

L'evolution des taxis à Taipei City depuis 70, est représentée sur la figure suivante. Le nombre de taxis s'accroît comme la population, par exemple la croissance annuelle moyenne des taxis et de la population est de respectivement 10.28% et 7.87%. C'est-à-dire, l'offre de taxi est peut-être supérieure à la demande de voyageurs, c'est pourquoi le taux de taxi vide est de plus en plus haut, vois la table suivante.

De plus, le nombre de taxi a augmenté énormément de 3 369 taxis en 1996 par rapport aux années précédentes à cause de la politique de transport (qui a crée une association nouvelle de taxi par le gouvernement municipal de Taipei). Cependant, le nombre de taxis par habitant décline un peu après 1996.

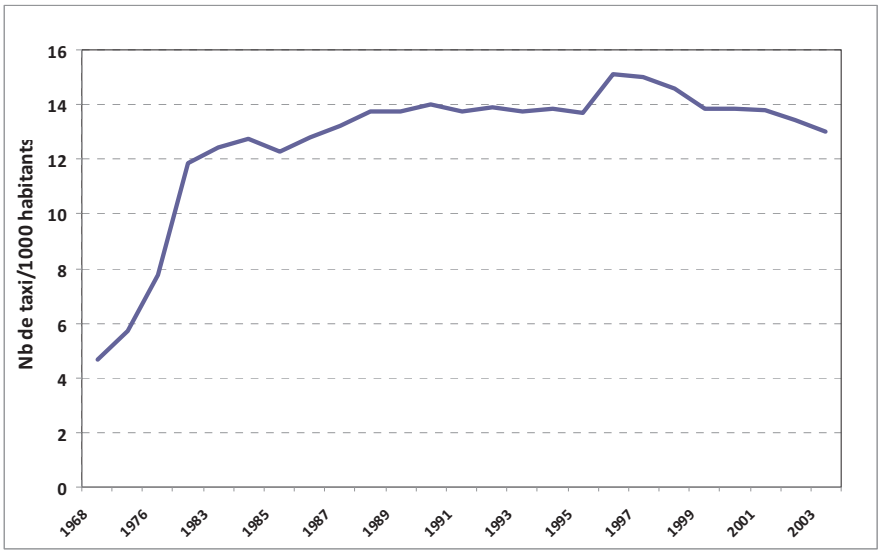


FIGURE V-12: le nombre de taxis par mille habitants à Taipei City depuis 1968

Source: Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan, 2002

La part modale du taxi était de 10 % l'année 1996 et était de 8 % l'année 2000, en même temps, le taux d'utilisation du transport en commun était au contraire élevé, 24 % en 1996 et 31 % en 2000. C'est-à-dire, le métro mis en service remplaçait peut-être une part de taxi. Une autre raison est que, si l'économie des ménages ne s'accroît plus, le taux d'utilisation des taxis est également en baisse.

Le taux de taxis vides est aussi un autre problème pour le trafic routier à Taipei métropole, parce que le taxi occupait 8.18 % des déplacements de voyageurs à Taipei

métropole l'année 2000. Cette proportion est plus haute qu'à Shanghai ou en Île-de-France. Le nombre de taxis et le nombre de chargements, sont sur la table suivante. Mais le taux de taxis vides est toujours haut dans Taipei métropole. L'année 2001, le taux de taxis vides est arrivé à 60 %, autrement dit, six taxis sur dix roulant dans la rue ne transportent aucun voyageur. Cependant, ces taxis vides peuvent également influer sur l'état du trafic routier et de la pollution de l'air.

TABLE V-7: Taux de taxis vides en 1997 -2001

Taux / Année	Taux de taxi vide sur le temps	Taux de taxi vide sur la distance
1997	53.23 %	52.48 %
2000	59.43 %	48.69 %
2001	71.02 %	59.64 %

Source: Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan, 2002

5.3.4 Le développement des modes non-motorisés

Les modes non motorisés comprennent principalement les deux formes, le vélo et la marche. Nous savons que ces deux modes sont des formes populaires à Shanghai. À Taipei métropole, le vélo n'est plus qu'un mode de transport pour le loisir, la plupart des utilisateurs préfèrent le véhicule motorisé au vélo ou bien à la marche. Nous allons présenter la situation actuelle du vélo à Taipei métropole.

5.3.4.1 Le vélo

Le vélo était un mode de transport important à Taipei avant l'année 1970, il occupait plus de 19% des déplacements quotidiens, après l'année 1970, du fait de la croissance économique, les habitants ont alors commencé à remplacer le vélo par le véhicule motorisé.

5.3.4.2 Le taux de possession

Nous voyons la relation entre le nombre de vélos et la population depuis 1950, sur la figure suivante, sur l'évolution de l'historique, le rôle du vélo correspond à la période de transition entre les modes non motorisés et les véhicules motorisés. Avant la société motorisée, le vélo était un mode de transport principal, parce qu'il était plus rapide et plus efficace, cependant, quand le véhicule motorisé a pénétré dans la société, le vélo semble avoir été abandonné petit à petit.

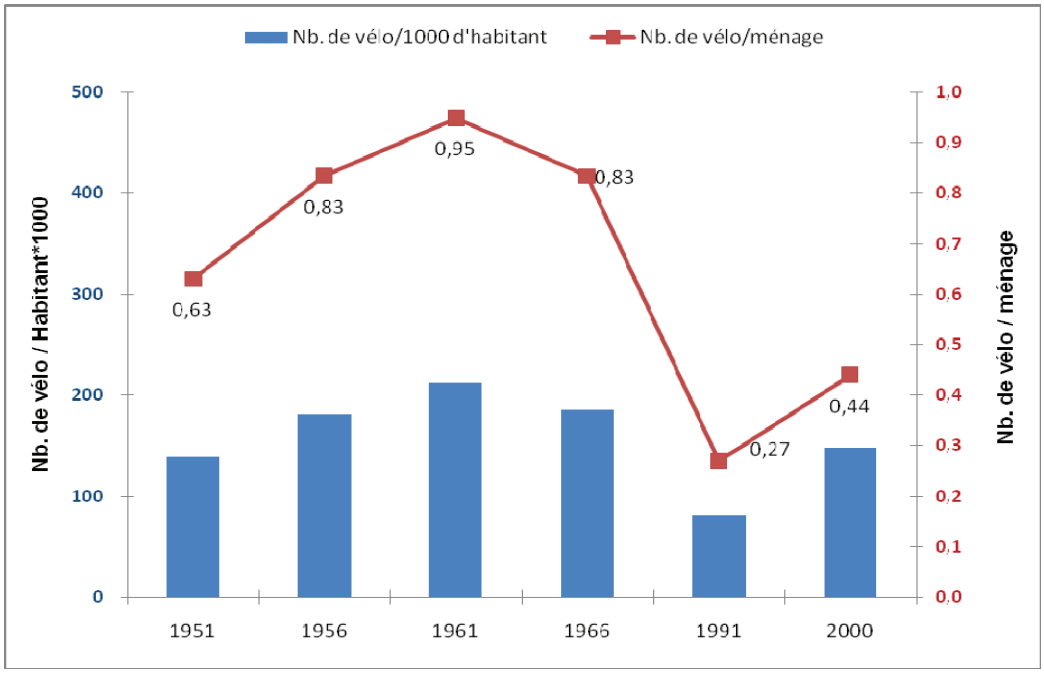


FIGURE V-13: La tendance de la croissance du vélo dans la ville de Taipei City

Source: Department of transportation in Taipei City government, 2001

Nous voyons sur la figure V-13 que le nombre de vélos a culminé en 1961, parce que le taux de possession des véhicules motorisés était encore très bas à ce moment là. En 1991, le nombre de vélos est arrivé au plus bas depuis 50 ans. Après l'année 1991, le gouvernement de Taipei a commencé à encourager les habitants à utiliser le mode sans pollution.

5.3.4.3 Le taux d'utilisation

Le part du vélo était de 18.85 % dans le total des déplacements à Taipei City en 1970, cette part était moins forte que celle du bus (43.4 %), par contre, elle était plus haute que la moto 15.64 %. Ce phénomène a montré que le vélo était un mode important avant l'année 1970. A mesure que s'accroissait l'économie nationale, la part du vélo a baissée après l'année 1970. Il était de seulement 2 % des voyageurs se déplaçant en vélo après l'année 1990. Par contre, les véhicules motorisés sont devenus les modes majeurs, comme la voiture particulière ou la moto. De plus, la planification du transport par l'autorité à Taipei métropole a souvent négligé le vélo, et l'environnement du trafic présent ne convient pas au vélo. En outre, les distances de déplacement ont fortement augmenté, réduisant la pertinence du vélo.

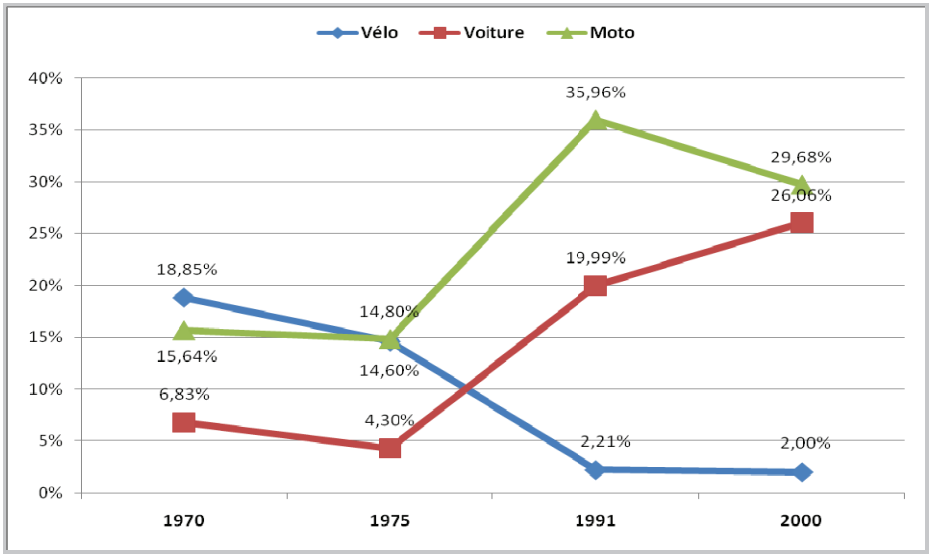


FIGURE V-14: La croissance du transport entre vélo, voiture et moto

Source: Department of transportation in Taipei City government & Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan, 2001

5.3.4.4 Le motif

Selon les données d'enquête des ménages en 2000 par le gouvernement de Taipei, le motif principal de déplacement à vélo est pour le loisir (49 %), le deuxième est pour le shopping (32 %), ensuite pour le travail (9 %), et enfin pour les études (8 %).

L'utilisation du vélo pour l'arrivée ou le départ de la station de métro est encore rare, l'arrivée à la station à vélo est de 1.93 %, et le départ de la station en vélo est de 0.84 % en fonction des données d'enquête de l'année 2004.

5.4 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité

A la suite de la description générale du transport urbain à Taipei, nous pouvons constater qu'il y a un environnement différent pour le transport intermodal par rapport aux autres deux mégapoles. En fait, dans la mégapole de Taipei, les politiques corrélatives sur l'intermodalité entourent d'abord les modes de transport collectif, pour le transport intermodal *TC-TC*. Quant au mode intermodal *VP-TC*, il reste encore faible à cause des infrastructures et des mesures insuffisantes.

Pour expliquer ce phénomène, nous pouvons d'abord voir la table V-8 pour le moyen d'arrivée et de départ de station de métro à Taipei qu'il y a plus de 50 % de voyageurs de métro utilisant la marche à pied (premier rôle) pour arriver ou sortir la station de métro, et il y a 28% de voyageurs de métro utilisant le bus (deuxième rôle), mais il

n'y a que 12% de voyageurs de métro utilisant les véhicules motorisés (moto plus voiture) pour arriver et sortir de la station. Ce résultat d'enquête refléte la proportion faible de l'usage du transport intermodal *VP-TC*. Autrement dit, à cause du manque de politiques attractives, la combinaison entre *VP* et *TC* dans un même déplacement est encore assez rare.

TABLE V-8 : Moyen de l'arrivée et le départ de station de métro à Taipei

Départ / Arrivée	Pied	Taxi	Bus	Voiture	Moto	Vélo	Train	Autre	**Ensemble**
Pied	40.47%	0.60%	9.71%	0.78%	0.84%	0.06%	0.54%	0.12%	53.14%
Taxi	0.48%	0.42%	0.06%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	1.09%
Bus	8.62%	0.24%	16.83%	0.42%	0.66%	0.18%	0.18%	0.18%	27.32%
Voiture	1.02%	0.06%	0.60%	0.72%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	2.47%
Moto	5.35%	0.12%	1.39%	0.18%	4.28%	0.06%	0.06%	0.00%	11.34%
Vélo	1.03%	0.00%	0.36%	0.00%	0.00%	0.54%	0.00%	0.00%	1.93%
Train	0.97%	0.12%	0.54%	0.06%	0.18%	0.00%	0.72%	0.00%	2.59%
Autre	0.06%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%
Ensemble	57.90%	1.57%	29.55%	2.17%	6.16%	0.84%	1.51%	0.30%	100%

Source : Taipei City Government, 2004

Quant au transport intermodal *TC-TC* (Bus + Métro), le nombre de voyageur s'accroît tous les ans à partir de la mise en service du métro grâce à la politique intéressante pour les voyageurs, voir la figure V-9 sur la tendance de la croissance du transport en commun.

À partir de 2003, la société de métro à Taipei a proposé la carte à puce afin de favoriser l'usage des transports collectifs. Par exemple, l'usage de la carte à puce peut réduire de 20% de prix de transport du métro par rapport au ticket en papier, (le prix du métro pour les étudiants a aussi 20 % de réduction). De plus, si le voyageur utilise la carte à puce, il peut aussi profiter d'une promotion sur la correspondance (réduction de 8 nt de prix du ticket pour le mode suivant) pendant une heure pour utiliser le transport collectif suivant (le prix minimal du métro est 20 nt et 15 nt pour le bus). En 2008, il y avait 434000 voyageurs en correspondance par jour dont 222000 voyageurs en correspondance de métro à bus et 212000 voyageurs en correspondance de bus à métro.

Selon la figure V-9, nous pouvons observer que le nombre de voyageur en *TC* augmente de plus en plus à partir de 1996 (mise en service de métro), cependant, la

tendance reste stable à partir de l'année 2002. En fait, nous pouvons aussi constater que le nombre total reste constant. C'est-à-dire, l'augmentation du nombre de voyageurs de métro vient de la réduction du nombre de voyageurs de bus. Donc, c'est la raison pour laquelle l'usage des véhicules motorisés ne peut pas être réduit après la mise en service du métro, du fait que les politiques des *TC* semblent être insuffisantes pour attirer les usagers de véhicule motorisé dans la mégapole de Taipei, nous pouvons voir le résultat de l'analyse du coût de déplacement dans la partie II.

D'ailleurs, nous pouvons observer qu'il n'y a que 12 % des voyageurs de métro utilisant les véhicules motorisés pour arriver et sortir de la station *TC* dont 11% appartiennent à l'usage de moto. Autrement dit, il n'y a que 1% des voyageurs de métro profitant du transport intermodal voiture et métro. En fait, le réseau de métro est plutôt concentré dans la ville centre (Taipei City), voir la figure V-10, donc il n'y a pas beaucoup d'espace disponible pour la voiture autour de la station. C'est la raison pour laquelle peu d'automobilistes utilisent la voiture et le métro dans un même déplacement. D'ailleurs, en Île-de-France, la plupart des parkings de voitures est plutôt installée autour des stations de *RER*, pas des stations de métro.

En fait, l'encouragement de l'usage du transport collectif ou bien la réduction de l'usage des véhicules motorisés semble se situer sur les deux lignes parallèles à Taipei, ils manquent toujours une ligne croisée afin de transférer l'usage du véhicule motorisé vers l'usage du transport collectif dans la mégapole de Taipei. Par exemple, l'intégration tarifaire de stationnement de véhicule[30] et de ticket de métro, notamment pour la moto, et l'augmentation de l'obstacle de l'usage des véhicules motorisés dans certaine zones etc. Selon le rapport de Taipei Metro Company (2007), il est indiqué que le taux d'usage des véhicules motorisé ne changeait quasiment pas après avoir mis la politique du régime tarifaire pour encourager la correspondance entre le métro et le bus. C'est-à-dire, cette politique tarifaire ne favorise que les usagers en *TC* et n'a aucun avantage pour les usagers en *VP*.

Donc, nous pouvons proposer les points de vue suivants afin d'inciter l'usage du transport collectif et du transport intermodal *VP-TC*.

- Elaborer une nouvelle politique tarifaire liée au prix de ticket (*TC*) et de stationnement (*VP*) ;
- Installer les parcs de stationnement autour des stations de métro, notamment pour la moto, se situant en zone de banlieue dans la mégapole de Taipei ;

[30] Le coût de parking peut aussi être réglé par la carte à puce de métro, comme un porte feuille électronique, cette carte vise à être la carte multifonctionnelle intégrant la carte d'étudiant et la carte d'assurance maladie.

- Renforcer les règles de stationnement et augmenter les tarifs pour les motos au centre de Taipei, en rapprochant les coûts de stationnement des voitures et des motos.

CHAPITRE 6: LE CAS DE L'ÎLE-DE-FRANCE

Région ¨capitale¨, l'Île-de-France couvre 12000 km^2 du territoire français, mais atteinte 19% de la population et 29% du PIB. Ce rôle lui a valu au fil du temps de construire et de conforter une forte puissance démographique et économique. Elle fut découpée, à la suite de la Révolution, en trois départements : Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. La région fut reconstituée après 1945. La décentralisation administrative s'est produite à partir de 1964. Elle est devenue politique en 1982.

En 1965, sous l'action vigoureuse de *Paul Delouvrier* à la tête du district de la région parisienne, le nombre de départements a été porté de trois à huit, y compris Paris. L'un d'eux celui de Seine-de-Marne, occupe près de la moitié de la superficie régionale. Autour de Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et la Val-de-Marne forment la petite couronne. Les départements du Val-d'Oise, des Yvelines de l'Essonne et de la Seine-et-Marne constituent la grande couronne. L'objectif de cette réforme administrative était éminemment politique : il s'agissait de démanteler le département de la Seine, dont le Préfet avait presque autant de pouvoir que le Premier ministre. Cette concurrence à la tête de la région capitale était jugée néfaste par *De Gaulle* et *Michel Debré*, premier ministre de l'époque pour entreprendre l'aménagement de la région parisienne (« remettre de l'ordre »).

Ainsi, en 1965 l'équipe de *Delouvrier* réalise le Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région de Paris en 1965 à 2000 (*SDAURP*) qui est un document de planification spatiale ambitieux. Face à la progression de l'urbanisation et la croissance forte de population et d'économie en région de Paris dans les années 60, cette nouvelle planification pensait que l'élargissement continuel du territoire urbain était une tendance nécessaire, donc, le *SDAURP* conseillait de développer fortement les zones urbaines nouvelles[31] en multi fonction et de remodeler profondément le visage de la région capitale en lien avec le réseau de transport ferroviaire et routier, comme la constitution d'un Réseau Express Régional (*RER*). Donc, il a créé cinq villes nouvelles (Évry, Marne-la-Vallée, Cergy-Pontoise, Saint-Quentin-en-Yvelines et Melun-Sénart) entre 25 et 30 km de rayon de la ville centre et neuf centres secondaires entre 8 et 10 km de rayon de la ville centre afin de soulager la croissance énorme de la population à la ville centre et le développement de l'industrie. Pour renforcer leurs atouts et jouer tout leur rôle dans les grands équilibres régionaux, les

[31] Le plan original du *SDAURP* visait à construire huit nouvelles villes à la dimension de plusieurs centaines de milliers d'habitants et onze centres secondaires ayant au moins de cent mille d'habitants. Cependant, il n'y a eu que cinq nouvelles villes créées et neuf centres secondaires construits.

villes nouvelles, anciennes ou actuelles, doivent être positionnées à une échelle plus large, en complémentarité avec les villes historiques voisines, comme centres d'aires urbaines élargies, mettant en réseau un certain nombre de bassin de proximité et de bassins d'emploi.

6.1 Situation géographique

Concentrant les pouvoirs économiques, administratifs et politiques d'un pays très centralisé, elle est au centre d'un réseau de communication qui se ramifie en étoile autour de Paris.

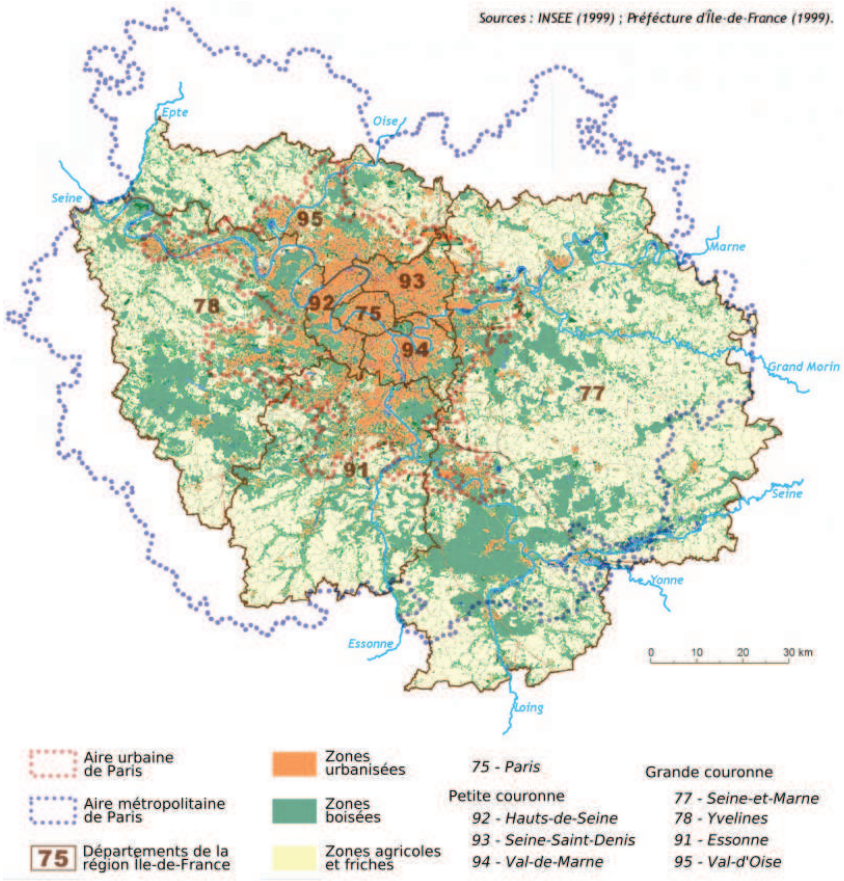


FIGURE VI-1: Distribution des agglomérations en Île-de-France

L'agglomération de Paris qui ne s'étend que sur 20% du territoire, mais qui représente néanmoins 90% de sa population.

TABLE VI-1: La surface et la population en Île-de-France

Numéro	Classification	Département	Surface km^2	Population
75	Ville centre	Paris	105	2 101 816
92	Petite couronne	Hauts-de-Seine	176	1 517 000
93		Seine-Saint-Denis	236	1 459 000
94		Val-de-Marne	245	1 279 000
91	Grande couronne	Essonne	1 804	1 188 000
78		Yvelines	2 284	1 395 000
95		Val-d'Oise	1 246	1 105 465
77		Seine-et-Marne	5 915	1 260 000
Ensemble			**12 011**	**11 305 281**

Source : Une vision régionale pour l'Île-de-France (SDRIF) 2006

Le territoire d'Île-de-France est maillé par une série de réseaux. Chacun d'entre eux correspond à une desserte spécifique et chaque mode de transport emprunte le réseau qui lui correspond le mieux : les déplacements de transit ou régionaux de longue distance empruntent le réseau magistral. Il est constitué des voies rapides et des autoroutes, du réseau ferré, des principales gares et de toutes les interfaces ainsi que les grands pôles d'échange ; les déplacements urbains empruntent le réseau principal qui est le lieu de partage des différents modes : piétons, bus, vélos, autre transport collectif et voiture etc. Il se compose de routes nationales et départementales. Il regroupe aussi 153 lignes de bus (95 lignes urbaines et 58 lignes de pôle à pôle, concernant surtout pour la grande couronne) auxquelle il faut ajouter de nombreuses lignes non *RATP* en Grande couronne. Ce réseau est maillé de 143 pôles d'échange. En plus, le réseau de desserte locale abrite les circulations internes aux quartiers résidentiels et aux centres urbains.

6.2 Situation de la population

Avec plus de 182 758 naissances et un excédent naturel de plus de 110 000 personnes en 2006 (*INSEE*), l'Île-de-France est une des régions d'Europe démographiquement les plus dynamiques.

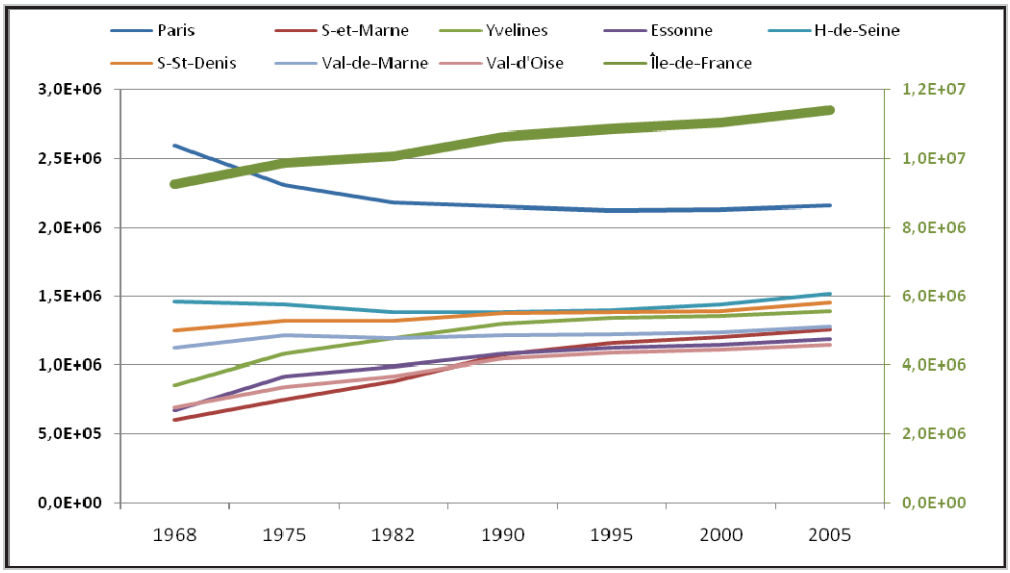


FIGURE VI-2: La tendance de la population en Île-de-France

Source: INSEE et IAURIF

Tout au long du XIX siècle, la région d'Île-de-France a connu une croissance spectaculaire de sa population, liée surtout à l'attraction qu'exerçait la ville de Paris sur les provinces. En 1911, l'agglomération de Paris dont la population constituait déjà l'essentiel de celle de l'Île-de-France (*4 500 000* sur *5 335 000*), était la troisième agglomération la plus peuplée du monde (après Londres 7160441 et New York *4 766 883*, et avant Berlin *2 071 257*). Entre la première Guerre mondiale et 1945, la population de l'Île-de-France ralentit quelque peu, suite aux guerres, est à la dénatalité qui sévissait dans le pays. De 1946 à 1975, la population de la région a fait un bond de près de 50%. Les vingt-cinq années suivantes se caractérisent par une croissance nettement moindre, liée avant tout à une émigration importante vers d'autres régions de France, et cela malgré un dynamisme des naissances et une fécondité devenue supérieure à la moyenne du pays, et malgré l'apport d'un courant migratoire positif en provenance de l'étranger. Depuis la fin des années 1990, cependant, il semble que l'on assiste à une nouvelle période de croissance soutenue.

Nous pouvons conclure sur les caractéristiques de la population en Île-de-France avec les cinq points de vue suivants :

- un poids démographique de l'Île-de-France en France stable : environ 18.7% depuis 40 ans.
- Une population plus jeune que celle des autres régions, féconde et porteuse de dynamisme.
- Une augmentation inéluctable des populations âgées : un possible doublement des Franciliens âgés de plus de 75 ans en 30 ans.

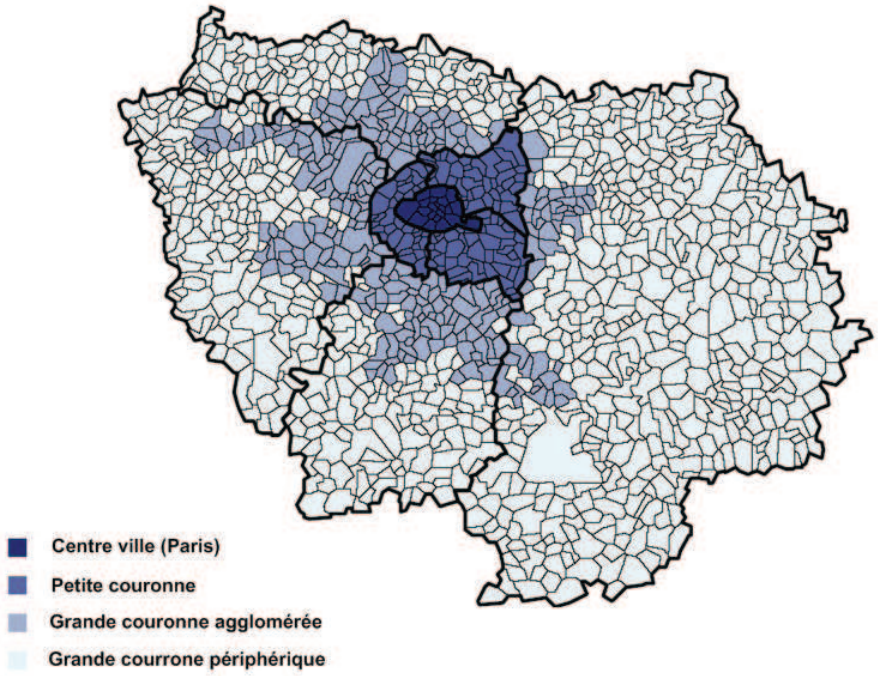


FIGURE VI-3: l'aire administrative en Île-de-France

- Des densités très disparates ; la ville centre Paris atteint 20 017 habitants/km^2. La petite couronne atteint 6476 habitants/km^2. Et la grande couronne n'atteint que 440 habitants/km^2.
- Stabilisation au cœur, croissance ralentie sur le reste de l'Île-de-France.

6.3 Situation économique

Paris et sa région sont l'un des principaux moteurs de l'économie mondiale. En 2005 le PIB de l'Île-de-France calculé par l'*INSEE* était de €478.7 milliards. Bien que sa population n'en fasse que la 20ème métropole mondiale, le PIB de l'Île-de-France est le cinquième des grandes villes du monde après l'aire métropolitaine de Tokyo, le Grand New York, Los Angeles et Osaka, et plus ou moins à égalité avec Londres.

Avec plus de 5.3 millions d'emplois, dont près de 84% dans le tertiaire, l'Île-de-France se caractérise par sa place prépondérante dans l'économie nationale et par l'importance du secteur tertiaire. De nombreux groupes nationaux ou internationaux ont leur siège en Île-de-France. Bien que réalisant 83% de sa valeur ajoutée dans les services, l'économie francilienne est extrêmement diversifiée par rapport aux autres villes de sa taille. Bien que la région ait subi une forte désindustrialisation, elle reste la première région industrielle française. En plus, l'Île-de-France est une destination touristique de premier plan.

Eurostat évaluait le PIB francilien à 4.5% du PIB total de l'Union européenne en 2002. En Europe, la seule métropole qui puisse se comparer à Paris est Londres. À titre de comparaison, Eurostat évaluait le PIB total du Grand Londres en 2002 à 264 milliards d'euros.

En plus, nous pouvons observer que la distribution de la capacité économique en Île-de-France selon la capacité d'emploi.

TABLE VI-2: Répartition des emplois par département

Département	Superficie (km^2)	Population	Nombre d'emplois	Emplois par km^2
Paris	105	2 101 816	1 686 000	16057
Seine-et-Marne	5915	1 260 000	435 000	74
Yvelines	2284	1 395 000	546 000	239
Essonne	1804	1 188 000	438 000	243
Hauts-de-Seine	176	1 517 000	865 000	4915
Seine-Saint-Denis	236	1 459 000	534 000	2263
Val-de-Marne	245	1 279 000	513 000	2094
Val d'Oise	1246	1 105 465	419 000	336
Petite couronne	657 (5.5%)	4 255 000	1 912 000	2910
Grande couronne	11249 (93.6%)	4 948 000	1 838 000	163
Île-de-France	**12011**	**11 305 281**	**5 436 000**	**453**

Source : STIF, 2005

Nous pouvons résumer la situation géographique et la capacité économique en quatre points:

- Cumul des inégalités territoriales (accès difficile à l'emploi, au logement, à la mobilité etc.) et environnementales (bruit, pollution de l'air etc.) et impact sur la santé des populations.
- Création de richesses et augmentation des disparités peuvent aller de pair, les écarts de revenus entre les ménages et entre les territoires s'accroissent dans un contexte de hausse du niveau de vie moyen des ménages franciliens.
- Fortes disparités de ressources entre les communes et intercommunalités, aggravant les concurrences internes à la région.
- Des revenus plus élevés dans les communes franciliennes et arrondissements parisiens du Sud-ouest.

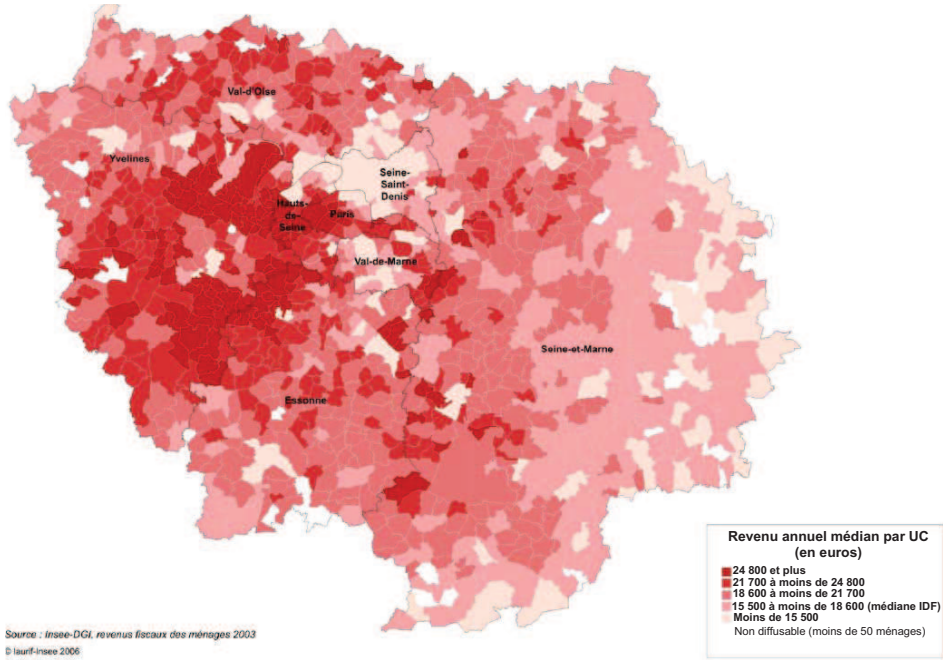


FIGURE VI-4: La distribution de revenu des ménages en Île-de-France

Source: IAURIF-INSEE 2006

6.4 L'offre des transports urbains en Île-de-France

Le développement des transports en Île-de-France est à la mesure de la taille de l'agglomération parisienne et de son poids économique. Durant quatre siècles, les réseaux routiers et ferrés en France se sont développés en rayonnant autour de Paris. Aujourd'hui, tous les modes de transport sont représentés, hormis le transport maritime (il existe cependant quelques ports fluviaux en proche banlieue parisienne). Nous décrivons ci-dessous les offres de réseau routier et de réseau de transport collectif.

6.4.1 L'offre de réseau routier

Le réseau routier comporte 854 km de voies rapides et 9 900 km de routes nationales ou départementales en Île-de-France. On distingue une dizaine de radiales : les principales étant l'Autoroute du Soleil, du Nord, de Normandie, de l'Est, et l'Aquitaine ainsi que rocades : le périphérique entoure le Paris historique, l'A86, la proche banlieue et la Francilienne en cours de bouclage est située à une dizaine de km plus à l'extérieur. L'évolution de longueur des réseaux routiers en Petite couronne et Grande couronne est présentée ci-dessous.

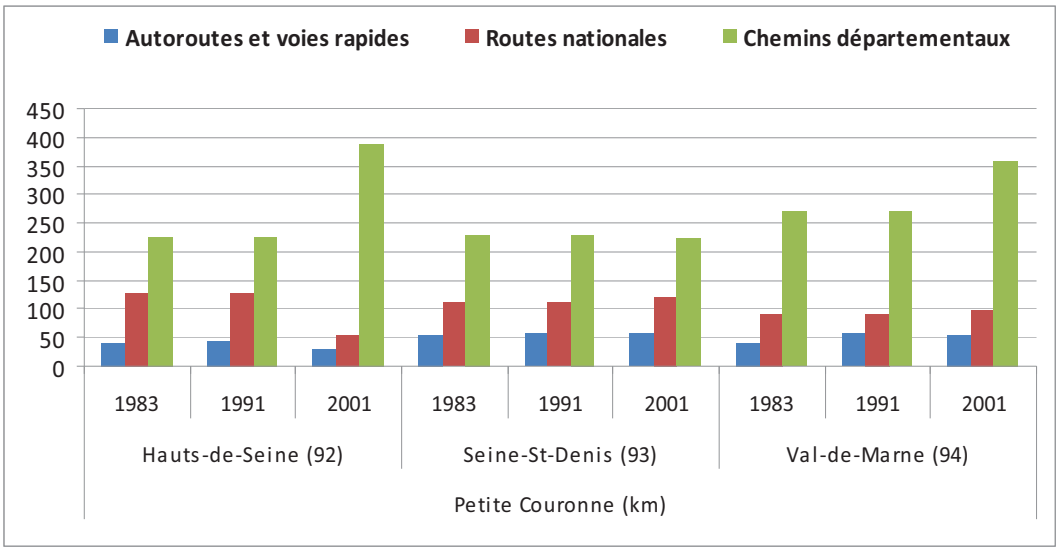


FIGURE VI-5: Longueur des réseaux en Petite Couronne depuis 1983 et 2001

Source: Les transports de voyageurs en Ile-de-France, 1983, 1991 et 2001

En petite couronne, le réseau routier est assez stable, avec toutefois des déclassements de routes nationales en voies départementales.

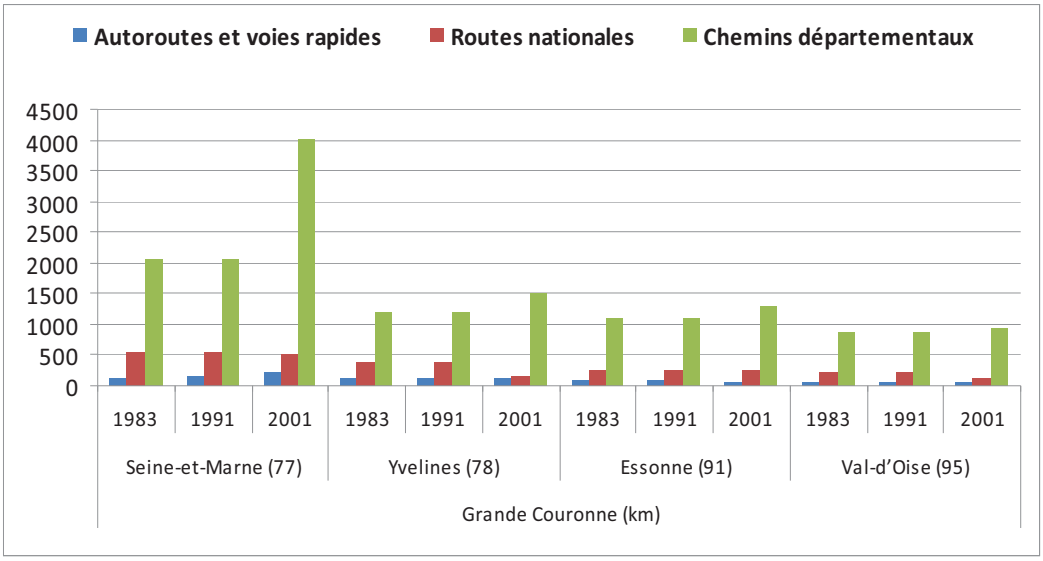
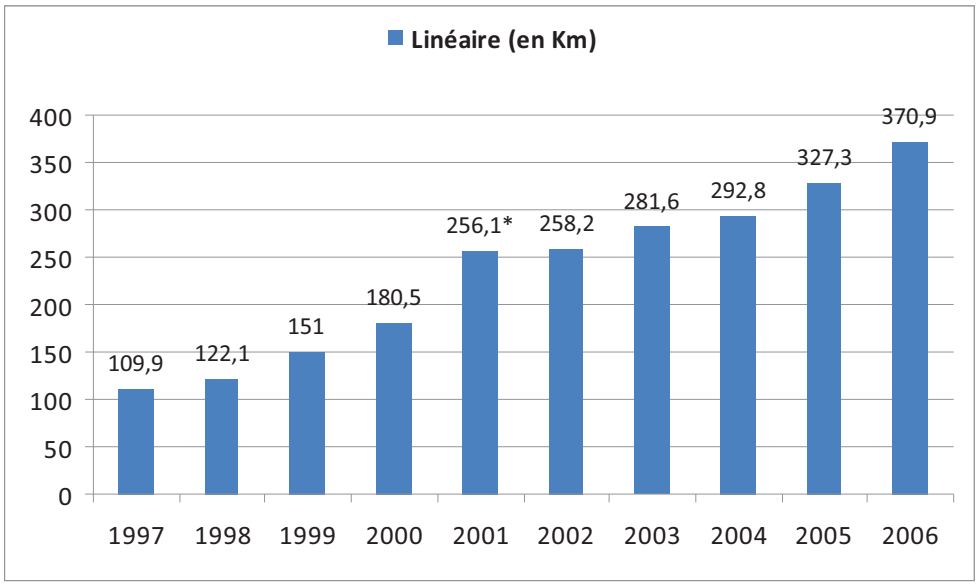


FIGURE VI-6: Longueur des réseaux en Grande Couronne depuis 1983 et 2001

Source: Les transports de voyageurs en Ile-de-France, 1983, 1991 et 2001

A part des voies routières pour les véhicules motorisés, il y a aussi des voies cyclables. Par exemple, dans la ville de Paris, il y a en tout 43.6 km de nouveaux aménagements de voie cyclable en 2006. La figure suivante souligne la croissance.



* arrêté du 12 janvier 2001, ouvrant les couloirs bus aux vélos

FIGURE VI-7: Evolution annuelle du linéaire d'aménagement cyclable depuis 1997

Source: Le bilan des déplacements à Paris en 2007

6.4.2 L'offre de transport collectif

En Île-de-France, on compte 1400 km de lignes de chemin de fer (*RATP* et *SNCF*), 218 km de lignes de métro, 33 km de lignes de transport collectif en site propre (*TCSP*) de surface. De plus, Paris dispose de 6 grandes gares de chemin de fer terminus assurant à la fois un trafic grandes lignes et banlieue. Chaque gare dessert à la fois une portion de la banlieue et est point de départ de grandes lignes vers les autres régions.

Les transports en commun de l'agglomération parisienne offrent plusieurs modes de transports distincts. La ville de Paris et sa proche banlieue sont accessibles par le métro, un système ferroviaire où les stations sont très proches. Au-delà des limites de la ville, l'Île-de-France est couverte par les *RER* et les Transiliens, créant un réseau ferroviaire étendu. L'offre est complétée localement par un réseau extensif de ligne de Bus et quelques tramways. Les transports en commun d'Île-de-France sont exploités par plusieurs sociétés suivant les lignes et les modes de transport :

- La *RATP*, entreprise publique, exploite des modes de transports couvrant Paris et sa proche banlieue (métro, bus et les *RER* A et B dans Paris).
- La société nationale des chemins de fer française (*SNCF*), l'entreprise publique ferroviaire nationale, exploite les trains de banlieue ainsi que les *RER* C, D et E en totalité et A à l'Ouest et B au Nord à l'extérieur de Paris.
- L'association *OPTILE* regroupe près d'une centaine d'entreprises privées

exploitant des lignes de bus régulières, essentiellement en moyenne et grande banlieue.

Ces exploitants sont coordonnés par le *STIF*, qui assure également le financement des transports en commun d'Île-de-France et définit les principes tarifaires. Nous allons respectivement présenter ces modes de transport collectif en Île-de-France.

RER : Le Réseau Express Régional est un réseau ferroviaire urbain desservant à la fois Paris et sa banlieue. Il tire son origine de la fin des années 1960, lorsque des lignes de banlieue préexistantes furent connectées ou réutilisées, afin d'améliorer les échanges entre Paris et sa banlieue et de connecter les différentes gares parisiennes. Dans Paris intra-muros, le *RER* est utilisé comme un réseau express offrant de multiples correspondances avec le métro ; en banlieue, certaines lignes desservent des zones situées jusqu'à 50 km de la capitale. En 2007, le *RER* compte cinq lignes, désignées par les lettres A à E. Il dessert 246 points d'arrêts (dont 28 à l'intérieur de Paris), pour 571 km de voies. Le *RER* se caractérise par des lignes traversant Paris de part en part, contrairement aux autres réseaux de Transilien qui desservent les gares tête de ligne dans Paris. Le réseau express régional est composé de 5 lignes (A, B, C, D, et E) dont les *RER* A et B sont exploités conjointement par la *SNCF* et la *RATP*. En 2004, la *SNCF* a réalisé 31.93 MTK[32] sur les 5 lignes *RER* et la *RATP* a réalisé 8.15 MTK sur la ligne A et 4.14 MTK sur la ligne B. Le nombre de stations des lignes est :

- Le *RER* A comprend 46 gares dont 12 gares sur la partie exploitée par la *SNCF* ;
- Le RER B comprend 47 gares dont 16 gares sur la partie exploitée par la *SNCF* ;
- Le *RER* C comprend 86 gares ;
- Le *RER* D comprend 58 gares (dont 5 gares hors Île-de-France) ;
- Le *RER* E comprend 21 gares

Transilien : A la différence de la plupart des lignes du *RER*, les autres lignes du Transilien ne traversent pas Paris de part en part, mais aboutissent dans les grandes gares parisiennes en cul de sac et viennent compléter la desserte lourde de la banlieue assurée par le *RER*. Actuellement en 2007, Transilien compte une quinzaine de lignes, desservant les zones les plus éloignées de Paris, à la limite de l'l'Île-de-France. Le réseau Transilien, est composé de 13 sous-réseaux dont 5 *RER* et 8 au départ des gares parisiennes, desservant l'ensemble de l'Île-de-France. De plus, le réseau Transilien

[32] MTK : millions de train-km

exploité par la *SNCF* Île-de-France dessert au total 443 gares sur 1296 km de voies. Cela représente une offre d'environ 58 MTK (millions de trains-kilomètres) par an au contrat en 2004 (train + *RER SNCF*). De plus, le réseau Train exploité par *SNCF* en Île-de-France est composé de 8 sous-réseaux.

Métro : Le métro parisien est une mode de transport ferroviaire principalement souterrain couvrant en réseau la ville de Paris et s'étendant ponctuellement dans sa proche banlieue. Il se caractéristise par un gabarit assez étroit (2.4m) et des stations rapprochées (900m en moyen). Les lignes actuelles assurent un quadrillage serré de Paris intra-muros. La proche banlieue n'est desservie que par des prolongements de certaines de ces lignes. De fait, le métro ne permet pas de passer d'une commune de banlieue à une autre sans passer par Paris. Sa faible vitesse commerciale interdit également son prolongement vers la banlieue éloignée. Le réseau du métro est constitué de 16 lignes. Elles sont numérotées de 1 à 14 auxquelles s'ajoutent les lignes 3 bis et 7 bis. L'exploitation est effectuée avec un parc constitué de 688 rames, soit au total 3553 voitures. La longueur totale du réseau est de 212.1 km, dont 168.4 km dans Paris intra muros et 43.7 km dans des villes de banlieue. Ce réseau dessert 381 stations dont 327 dans Paris et 54 en banlieue. De plus, la fréquence varie selon la période de la journée. L'intervalle entre deux rames se situe selon les cas entre 2 et 8 minutes. En 2004, la *RATP* a réalisée 43.91 MTK prévus au contrat. L'objectif actuel pour le réseau de métro vise à renforcer l'offre existant depuis lors sur différentes lignes de métro. Ils visaient en particulier à mettre des métros supplémentaires au-delà de l'hyper-pointe de l'après-midi, compte tenu des évolutions de trafic constatée en début de soirée. Plus récemment, l'offre de la ligne 12 a été renforcée de façon progressive depuis la fin de 2004 de façon à avoir notamment une réduction à 2 mn 10 sur la pointe du matin et un prolongement de la durée de la pointe du soir.

Tramway : L'agglomération parisienne disposait autrefois d'un réseau de tramway de 960 km. Jugé obsolète celui-ci a été progressivement remplacé par le bus à compter des années 1930. Les derniers tramways parisiens ont disparu dans les années 50. Il a été progressivement réintroduit à compter de 1992, et il apparaît aujourd'hui comme un mode de transport idéal pour assurer la desserte transversale qui manque en banlieue (les lignes du Transilien étant plutôt radiales) : il nécessite des investissements relativement modérés et dispose d'une capacité intermédiaire entre le bus et les moyens de transport lourd (métro, trains). Quatre lignes sont en exploitation dont deux ont été inaugurées fin 2006 : elles ont toutes en commun d'être en site propre protégé, d'assurer des liaisons perpendiculaires aux dessertes ferroviaires lourdes (métro, train) et de circuler dans la petite couronne (T1, T2 et T4) ou à la

périphérie de Paris intra muros (T3). Deux lignes réutilisent d'anciennes installations ferroviaires (T2 et T4). Six nouvelles lignes ainsi que 6 prolongements sont planifiés ou en cours de construction, ces nouveaux tronçons représentant environ 75 km. De plus, le réseau tramway comprend 3 lignes T1 et T2 d'une longueur de 23.5 km chacune, et T3 d'une longueur de 7.9 km. T1 dessert Saint Denis jusqu'à la gare de Noisy le Sec, T2 relie pôle de la Défense (Grande Arche) et Issy Val de Seine. T3 est mis en service à la fin de l'année 2006, sur le boulevard sud des Maréchaux à Paris. Il y a en tout 40 stations sur ces trois lignes. Par ailleurs, la ligne des Coquetiers a été fermée en décembre 2003 pour permettre la réalisation de travaux d'infrastructures nécessaires à la circulation du futur tram-train entre Aulnay et Bondy. Le tram-train, dont la mise en service est prévue à l'automne 2006, assure la desserte sur les 8 km de ligne de 10 points d'arrêts dont les gares de Bondy pour une correspondance avec *RER* E et d'Aulnay pour une correspondance avec le *RER* B.

Bus : L'agglomération parisienne est parcourue par un important réseau de lignes de bus (environ 1400 lignes), couvrant l'ensemble de l'Île-de-France. La *RATP* exploite les lignes situées à Paris et en proche banlieue, soit un peu moins du quart du total. Les autres, essentiellement situées en moyenne et grande banlieue, sont exploitées par des opérateurs privés indépendants, regroupés au sein du groupement *OPTILE*. Il existe plusieurs types de dessertes de la compétence du *STIF* qui sont toutes exploitées avec des bus, mais sont de nature sensiblement différente, notamment en raison du niveau de fréquence qu'elles proposent. A titre d'illustration, il est proposé de les classer de la façon suivante :

- ***Les lignes urbaines*** à fort trafic qui desservent une ou plusieurs communes en assurant leurs dessertes, le rabattement vers les gares, les établissements scolaires, les zones, les pôles d'emplois, les différents pôles d'activités. Leurs vacations sont multiples, et constituent la quasi-totalité des dessertes de la *RATP* à Paris, en proche couronne et sont exploitées en réseaux dans les pôles urbanisés de la grande couronne.
- ***Les lignes interurbaines***, qui correspondent à des dessertes dans des tissus moins urbanisés et plusieurs bassins de vie ; dans certains cas, elles présentent un caractère express entre deux pôles de l'Île-de-France.
- ***Les lignes exploitées la nuit***, constituant le réseau *Noctilien*.

Certaines de ces lignes ont vocation à devenir structurantes. Ce sont les lignes *Mobilien* pour lesquelles des comités d'axe sont ou seront mis en œuvre afin d'améliorer la vitesse commerciale des bus et qui devront offrir aux voyageurs un niveau standard d'offre en heure de pointe, en heure creuses, en soirée, le samedi et le

dimanche, selon le type de lignes. Donc, les dessertes à vocation principale particulière sont séparées en les formes suivantes :

- Les lignes ayant une fonction essentiellement scolaire, notamment en zone rurale de la grande couronne. Certains circuits font partie du réseau de lignes régulières, d'autres sont exploitées dans le cadre de circuits spéciaux, notamment pour les élèves handicapés.
- Les dessertes locales, de très faible fréquence qui viennent compléter des dessertes urbaines ; elles sont crées à la seule initiative d'une collectivité qui assure la majeure partie de leur financement.
- Les dessertes vers les pôles aéroportuaires, dont la tarification est adaptée au type de service.
- Les lignes régulières à vocation touristique.

Par conséquent, les lignes sont exploitées par la *RATP* dans le cadre du contrat avec le *STIF*. Le réseau RATP (316 lignes sur 1400 lignes au total) compte 316 lignes de jour dont 59 lignes à Paris + 2 navettes de quartier + une ligne temporaire (Plus de 350 millions de voyages annuels), 205 lignes en banlieue (Près de 590 millions de voyages annuels), et 49 services communaux.

De plus, il est complété par les 35 lignes du réseau nocturne Noctilien depuis 2005. Le réseau de Paris représente 1274 points d'arrêt, celui de banlieue 3767, celui des réseaux affrétés 349, et les dessertes communales 543. L'ensemble des 4064 bus *RATP* est entretenu et remisé dans 25 centres bus dont 3 relais bus.

Par ailleurs, les lignes régulières exploitées par les entreprises adhérentes à *OPTILE* (Organisation professionnelle des Transports d'Ile-de-France, qui regroupe l'ensemble des entreprises privées exploitant des lignes régulières inscrites au Plan Régional de Transport, soit à ce jour 84 entreprises ou centres d'exploitation (dont 78 qui perçoivent des financements du *STIF*). Les entreprises exploitent :

- 1078 lignes régulières sur la grande couronne (plus de 250 millions de voyages annuels)
- 20133 km de lignes
- 24500 arrêts (données 2004)

Il y a en outre quelques lignes régulières exploitées par la *SNCF* pour des dessertes à faible trafic et lors de périodes de travaux d'infrastructures. La mise sur route peut être intégrale ou partielle. Selon les descriptions des modes de transport collectif en Île-de-France au-dessus, nous pouvons en résumer les caractéristiques f dans le tableau suivant.

TABLE VI-3: Données d'exploitation des modes de transport public en IDF en 2004

Mode de transport	Exploitant	Desserte	Voyageurs (millions)	Lignes	Voies (km)	Stations
Métro	RATP	Paris et proche banlieue	1 350	14 + 2 branches bis.	212	381
RER	RATP	Paris et banlieue	440	2	115	65
	SNCF	Paris et banlieue	614	5	1 296	443
Transilien	SNCF	Banlieue		Une quinzaine		
Tramway* (T1+T2)	RATP-SNCF	Paris et banlieue	58	3	31.4	55
Bus	RATP	Paris	350	316	2 816	1 274
		Banlieue	590			
	OPTILE	Grande banlieue	250	1 078	20 133	24 500

* La ligne de Tramway T3 est mise en service le 16 décembre 2006. Le nombre de voyageurs atteignait 58 millions par an ce qui ne comprend pas le nombre de voyageurs pour T3.

Source : STIF, 2006

6.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain en Île-de-France

En jour ouvré, on compte environ 35 millions de déplacements (3.5 déplacements par jour et par personne) dont 23 millions de déplacement mécanisés en 2005. Plus de la moitié de ces déplacements mécanisés sont effectués par des véhicules privés (le parc est supérieur à 4 millions de voitures) ou des véhicules utilitaires.

TABLE VI-4: Evolution du nombre de déplacements selon le lieu de résidence

En milliers	1976	1983	1991	2001	Evolution 1991-2001	
					Des déplacements	De la population des 6 ans ou + [1]
Paris	7 710	7 260	7 070	7 120	0.7 %	2.6 %
Petite couronne	11 480	11 850	12 090	12 840	6.2 %	3.4 %
Grande couronne	11 150	12 050	14 000	15 200	8.6 %	9.8 %
Île-de-France	**30 340**	**31 160**	**33 160**	**35 160**	**6.0 %**	**5.9 %**

[1] La population des 6 ans ou plus en 2001 a été évaluée à partir des estimations localisées de population calculée par l'Insee au 01/01/2001.

Source : INSEE et Direction régionale de l'équipement d'Ile-de-France (DREIF), EGT 1976, 1983, 1991 et 2001

L'évolution de la mobilité est très différente selon la zone de résidence. Paris montre une tendance à la baisse sur le long terme, bien que la mobilité des Parisiens reste toujours au-dessus de la moyenne régionale. La petite couronne présente une légère tendance à la hausse, rejoignant en 2001 la moyenne régionale. La grande couronne semble se stabiliser. Ces évolutions restent cependant lentes.

Par ailleurs, la marche n'est plus le mode de transport prédominant depuis 1983. Cependant, si le nombre de personnes ayant déclaré ne s'être déplacées qu'à pied a diminué depuis 1976, le marche reste importante (12 millions de déplacements à pied par jour en Île-de-France en 2001). Le nombre de déplacements mécanisés atteint 23 millions par jour. La distribution des déplacements mécanisés peut être présentée dans la figure suivante en fonction des données d'enquête globale de transport en 2001.

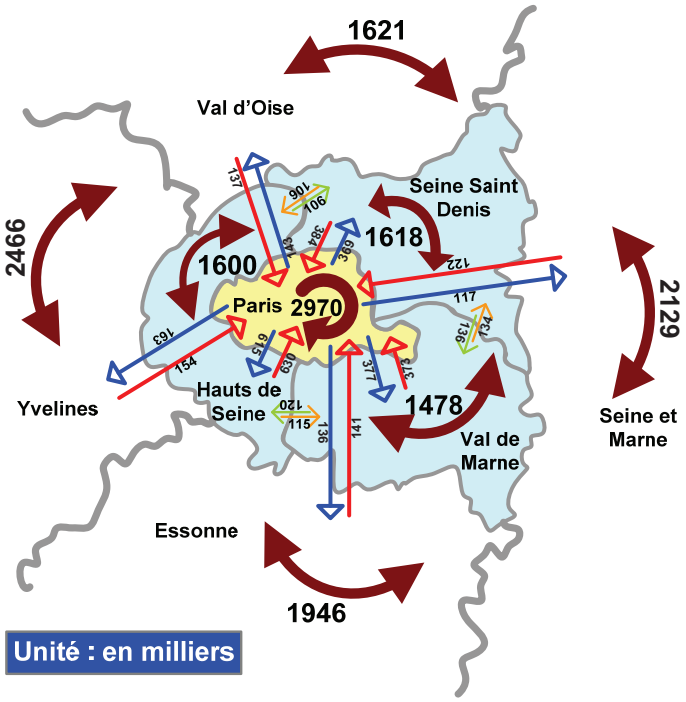


FIGURE VI-8: Répartition des déplacements mécanisés

Source: EGT, 2001

Pour présenter de façon plus détaillé la demande de voyageurs en Île-de-France, nous la séparons en trois parties : le mode véhicule motorisé (y compris le mode de taxi), le mode transport collectif et le mode non motorisé.

6.5.1 Le mode véhicule motorisé

Selon l'enquête globale de transport en 2001, la proportion des déplacements en véhicules motorisés atteignait 46%, avec 95.5% de ces déplacements en voiture. C'est-à-dire, la demande d'automobile est très forte pour les habitants franciliens. L'automobile est le mode de transport dominant en Île-de-France, juste devant la marche. En absorbant la majeure partie de la croissance des déplacements depuis 1976, l'automobile a été le principal facteur de modification des comportements en matière de mobilité au cours des vingt-cinq dernières années. Son développement est intimement liée au desserrement de l'agglomération parisienne à l'échelle de la région Île-de-France, mais aussi à la diffusion de son usage au sein de la population, y compris auprès de catégories de population qui avaient anciennement moins accès à ce mode de transport.

TABLE VI-5: L'évolution du parc automobile en Île-de-France

Nb. De véhicules	1976	1983	1991	2001
Paris	560 000	580 000	610 000	610 000
Petite couronne	1 111 000	1 320 000	1 500 000	1 590 000
Grande couronne	1 180 000	1 550 000	1 980 000	2 390 000
Ensemble	**2 850 000**	**3 460 000**	**4 090 000**	**4 600 000**

Source : DREIF (2005)

En 2001, le parc automobile à disposition des franciliens s'élève à 4.6 millions de véhicules. Après une croissance importante entre 1976 et 2001, plus de 2 % par an, le parc automobile a nettement moins augmenté dans la période 1991 à 2001. Cette croissance s'est très nettement concentrée en Grande couronne : sur les 500 000 véhicules supplémentaires, 400 000 sont en Grande couronne. En 2001, les véhicules sont possédés par le ménage pour plus de 90% du parc. Le parc aidé ou possédé par les employeurs représente environ 6% du parc, soit 275 000 véhicules environ. Ces proportions ont peu évolué depuis 1976.

Outre la progression démographique importante dans les zones de résidence où les ménages possèdent plus de véhicules, deux phénomènes ont contribué à cette évolution : la diminution du nombre de ménages ne possédant pas de véhicules et l'augmentation du nombre de véhicules disponibles pour chaque ménage. En fait, à l'échelle régionale, la part des ménages ne disposant pas de véhicule est passée de 39% en 1976 et à 29% en 2001. Cependant, cette diminution s'est fortement ralentie entre 1991 et 2001. La part des ménages parisiens ne disposant pas d'automobile est en revanche restée relativement stable, à une valeur beaucoup plus élevée que pour les

autres zones de résidence, environ un ménage sur deux n'est pas équipé (*DREIF*, 2005).

Par ailleurs, la motorisation des ménages franciliens a atteint en 2001, un véhicule à disposition par ménage, alors qu'elle valait 0.75 véhicule par ménage en 1976. Les écarts entre zone de résidence sont importants. En 2001, les ménages résidant en Grande couronne disposent de 2.4 fois plus de véhicules que les ménages parisiens. Cet écart s'est creusé au fil des années : il n'était que de 1.7 fois plus en 1976.

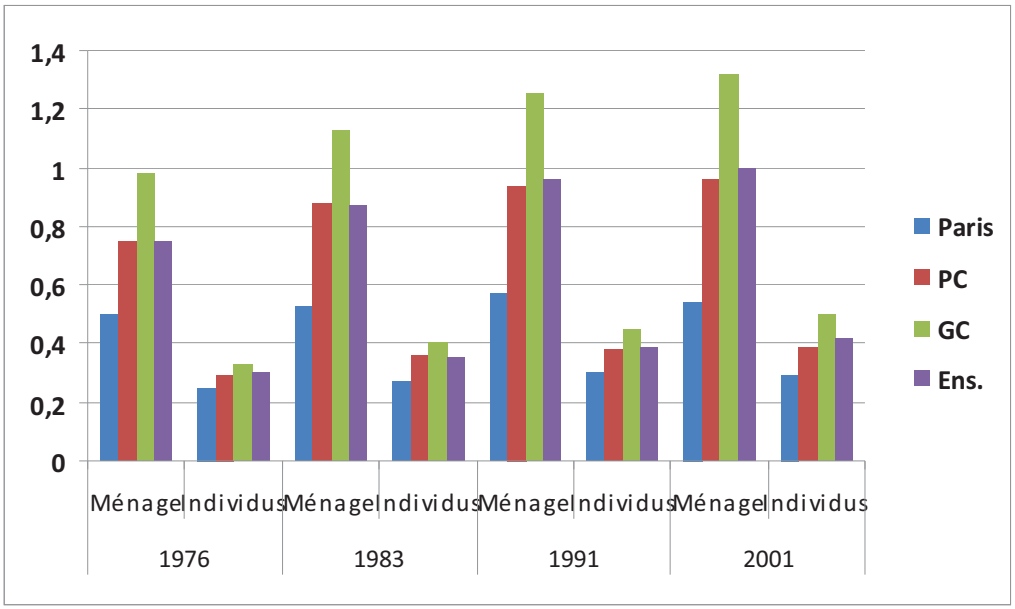


FIGURE VI-9: Taux de motorisation des ménages et des individus en Île-de-France

Source: Motorisation et usage de l'automobile en Ile-de-France, DREIF, 2005

Cependant, la composition des ménages n'est pas la même selon la zone de résidence, notamment en terme de nombre d'individus par ménage. Ainsi, rapporté aux nombres d'individus et non aux nombres de ménages, les différences entre taux de motorisation selon la zone de résidence sont moins marquées : Toutefois les individus résidant en Grande couronne possèdent deux fois plus de véhicules que les individus résidant à Paris.

Entre 1976 et 1991, la mobilité individuelle en automobile a augmenté beaucoup plus rapidement que la population, ce qui a eu pour effet d'augmenter considérablement la part modale de l'automobile : elle est passée de 32% des déplacements des Franciliens à 43%. Cette croissance s'est essentiellement concentrée en périphérie, la où la mobilité en automobile était déjà importante. Les indicateurs de distance et de durée des déplacements ont eu une progression plus contrastée durant cette période. Faiblement en hausse (distance) ou en légère régression (durée) entre 1976 et 1983, ils

ont fortement augmenté entre 1983 et 1991 : la distance moyenne parcourue par déplacement a connu un taux de croissance annuelle de 0.7%, la durée moyenne de 0.6%. Depuis 1991, la progression de l'automobile a connu un ralentissement important, même si les flux de déplacement en automobile ont continué de croître plus rapidement que la population entre 1991 et 2001. Le contraste entre les différentes zones de l'agglomération s'est renforcé. La part modale de l'automobile a régressé à Paris, stagné en Petite couronne et continué de croître en Grande couronne. En ce qui concerne les distances et les durées, alors que la Petite couronne et la Grande couronne connaissaient des évolutions parallèles entre 1983 et 1991, ces deux indicateurs ont ensuite stagné en Petite couronne entre 1991 et 2001 alors qu'ils ont continué d'augmenter fortement dans la zone la plus périphérique.

TABLE VI-6: Evolution de la mobilité en automobile selon la zone de résidence

	1976	**1983**	**1991**	**2001**
Population de plus de 6 ans (en milliers)	**8690**	**9000**	**9520**	**10050**
Paris	2070	2000	1930	1970
PC	3440	3460	3580	3690
GC	3180	3550	4010	4390
Flux de déplacement en automobile (en milliers)	**9800**	**11810**	**14370**	**15450**
Paris	1400	1440	1470	1270
PC	3670	4420	4950	5220
GC	4740	5940	7950	8950
Part modale de l'automobile	**32%**	**38%**	**43%**	**44%**
Paris	18%	20%	21%	18%
PC	32%	37%	41%	41%
GC	42%	49%	57%	59%
Nombre moyen de déplacements quotidiens en automobile	**1.1**	**1.3**	**1.5**	**1.5**
Paris	0.7	0.7	0.8	0.6
PC	1.1	1.3	1.4	1.4
GC	1.5	1.7	2.0	2.0
Portée moyenne d'un déplacement en automobile (en km)	**5.5**	**5.6**	**6.0**	**6.4**
Paris	5.3	5.4	5.8	6.3
PC	4.9	4.9	5.2	5.2
GC	6.1	6.2	6.4	7.2
Durée moyenne d'un déplacement en automobile (en min)	**20.8**	**20.5**	**21.6**	**22.3**
Paris	26.9	24.8	27.9	28.2
PC	20.9	21.4	22.8	22.8
GC	19.0	18.9	19.8	21.2

SOURCE: DREIF (2004, 2005)

6.5.2 Le mode de transport collectif

Les transports collectifs ne s'adaptent que lentement aux modifications de la structure urbaine de l'Île-de-France et aux changements des modes de vie. Les marchés traditionnels des transports collectifs voient leur part décroître dans la mobilité des Franciliens. En conséquence, la croissance des déplacements des Franciliens reste faible en transports collectifs en regard du développement de l'usage du véhicule motorisé.

Ce sont les déplacements en transports collectif de banlieue à banlieue qui croissent le plus malgré une offre des réseaux de transports collectifs moins dense qu'à Paris ou en relation avec Paris, mais cette croissance est surtout liée aux déplacements des élèves et des étudiants qui sont bien souvent une clientèle en situation de captivité. Le bus est ainsi le mode de transports collectifs qui a vu son usage augmenter le plus favorablement dans les années 90. La table suivante représente l'évolution des voyageurs en Ile-de-France selon les modes de transport collectif depuis 2000. Le trafic voyageurs est en 2005 10% plus élevé par rapport que l'année 2000, avec 3.72 milliards de voyages effectués sur les réseaux *RATP* et *SNCF*.

TABLE VI-7: Evolution des voyageurs en transport collectif

En millions de voyageurs et d'utilisateurs		**2000**	**2005**	Evolution
RATP	Métro	1247.1	1372.7	+10.1 %
	RER (Ligne A et B)	403.8	444.5	+10.1 %
	Total modes fer	**1650.9**	**1817.2**	**+10.1 %**
	Tramway (T1 et T2)	36.2	47.6	+31.5 %
	TVM	12.0	14.0	+16.7 %
	Bus Paris	316	335.1	+6.0 %
	Bus banlieue (hors TVM)	552	594.6	+7.7 %
	Total modes légers	**916.2**	**991.3**	**+8.2 %**
	Total RATP	**2567.1**	**2808.5**	**+9.4 %**
OPTILE+TRA	Bus banlieue	254	278.9	+9.8 %
SNCF Ile-de-France		547	633	+15.7 %

Source: RATP-SNCF, STIF, 2006

La croissance est en moyenne forte sur les réseaux ferrés, notamment *SNCF*. Toutefois, tous les types de service concernent une croissance significative.

En 2001, le nombre de déplacements quotidiens en transports collectif s'élève à 6.8 millions un jour ouvrable. En 25 ans, la croissance moyenne des déplacements en

transports collectifs effectués par les Franciliens a été égale à celle de la population, de l'ordre de 0.5% par an. La dernière décennie (1991-2001) était marquée par une croissance plus faible, de 0.25% par an, mais les années 2000 designent une tendance significative. Le nombre de déplacements en transport collectif est toujours plus élevé à Paris et Petite couronne, mais les déplacements au sein des couronnes progressent très significativement.

TABLE VI-8: Nombre de déplacements en TC selon les types de liaison en IDF

(en milliers)	**1976**	**1983**	**1991**	**2001**
Déplacements quotidiens en TC	**5890**	**6130**	**6616**	**6770**
Paris-Paris	1924	1953	1938	1889
Paris-PC	1516	1525	1564	1602
Paris-GC	676	730	826	704
PC-PC	871	978	1064	1238
GC-GC	584	624	772	888
PC-GC	319	319	451	449

Source: DREIF (2005)

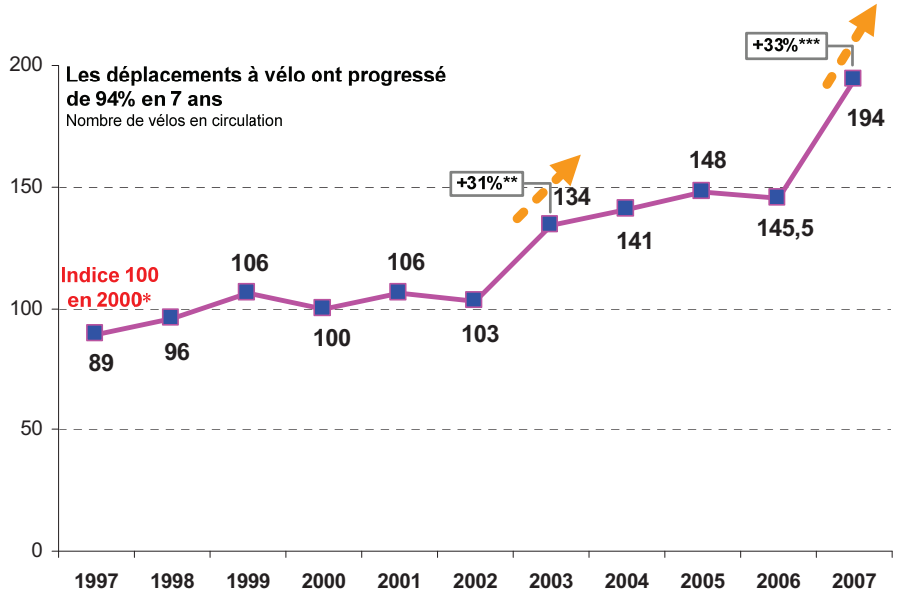
6.5.3 Le mode bicyclette en Île-de-France

Depuis la fin des années 1990, le vélo n'est plus seulement un loisir ou un sport mais redevient considéré comme un moyen de transport urbain en France. Dans les villes centres de nombreuses agglomérations, il fait l'objet d'aménagements, voire d'opérations de promotions de grande envergure à l'instar de Vélib à Paris, Vélo'v à Lyon etc. Associé à l'embourgeoisement des centres urbains, le vélo a l'image d'un moyen de transport durable, dynamique, moderne. Cependant, cette réussite reste très localisée en France, à la fois spatialement et socialement. Elle concerne en effet essentiellement des habitants de quartiers urbains centraux et des personnes jeunes ou de catégories socioprofessionnelles élevées. Donc, les grands enjeux du vélo sont aux portes de la ville : liaisons avec la proche banlieue, stationnement[33] et services dans les grandes gares.

Pour la ville de Paris, la direction de la voirie recense 38 000 places pour les deux-roues en 2006 (+17% sur un an), dont 6000 à l'usage exclusif des cyclistes. Velib' est arrivé en juillet 2007 en ayant 1 200 stations et 15 000 vélos en circulation à mi-février. Les 170 000 abonnés annuels réalisent entre 40 000 et 80 000 déplacements

[33] Par exemple, le nombre de places pour les vélos (un arceau = 2 places) rapporté à 100 habitants à Paris n'atteignait que 1.17 (*Ville & Transports* 02/2008).

par jour selon les mois (58 000 en moyenne pour les 10 premiers jours de février en 2008, *Ville & Transport*). La figure suivante montre la tendance de croissance du vélo depuis les 10 dernières années selon l'indice base 100 en 2000 dont la croissance s'élève évidemment en 2003 et 2007 grâce à la grève des transports collectifs en 2003 et l'arrivée de Vélib' en 2007.



* Indice établi à partir de comptages réalisés sur un échantillon de 6 sites, un mardi sur deux, pendant les périodes horaires 8h30-9h30 et 17h30-18h30, hors jours de grève pour l'année 2007

** Grève des transports publics *** Effet Vélib

FIGURE VI-10: Evolution des vélos à Paris par rapport à l'année 2000

Source: Ville de Paris (Direction de la voirie et des déplacements)

Selon les résultats d'enquête en Île-de-France depuis 1976, la croissance de l'usage du vélo recommence depuis des années 90, particulièrement dans la ville de Paris. La mobilité à vélo dans l'ensemble de l'Île-de-France était de 0.06 déplacement par personne et par jour en 1976. Elle est tombée à 0.04 en 1983, puis 0.03 en 1991. Puis elle s'est stabilisée à 0.03 en 2001. Mais, cette proportion de l'usage en Île-de-France est toujours moindre que la proportion moyenne en France[34].

Mais cette moyenne cache une réalité bien plus complexe. Si l'on fait la différence

[34] La proportion moyenne de l'usage en France atteignait 0.13 déplacement par personne et par jour pendant les années 1975 et 1984 ; 0.09 déplacement par personne et par jour pendant les années 1985 et 1994 ; et 0.07 déplacement par personne et par jour pendant les années 1995 et 2004, (Source : Certu).

entre Paris intra-muros et l'extérieur du périphérique, on obtient l'évolution présentée sur la figure suivante, en nombre total de déplacements fait à vélo (selon la zone de résidence). Hors Paris, une décroissance rapide, mais dans Paris une stabilité prolongée, suivie d'une explosion, avec une multiplication par trois pendant les années 90. La encore, une prochaine enquête ménage serait la bienvenue, pour évaluer les évolutions récentes.

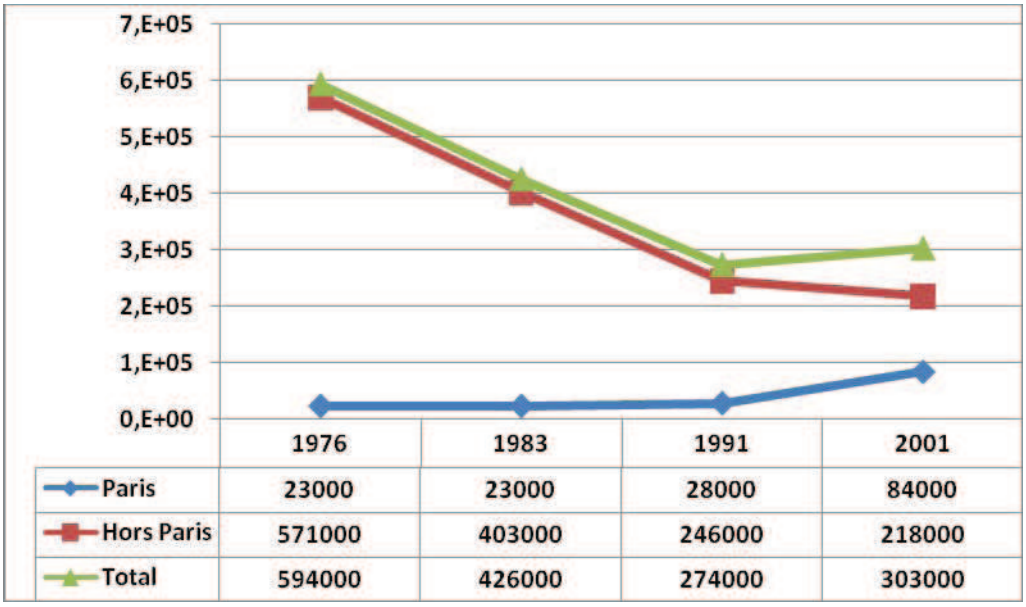


FIGURE VI-11: Evolution des déplacements à bicyclette en Île-de-France

Source: Enquêtes Globales de Transport (EGT, 1976, 1983, 1991 et 2001), DREIF

6.5.4 Les principales caractéristiques des déplacements en Île-de-France

La mobilité des Franciliens est presque constante depuis 1976 (3.5 déplacements par jour et par personne). Elle est aujourd'hui dominée par la voiture : 44% des 35 millions de déplacements.

Le nombre des déplacements entre *PC-PC*, *PC-GC* ou *GC-GC* s'accroît progressivement depuis les dernières 30 années, cependant la liaison en transport collectif est encore faible dans ces zones en Ile-de-France. Il en résulte que la demande individuelle des véhicules motorisés ne peut pas efficacement être limitée dans ces zones depuis 1976. En revanche, ces zones sont peut-être aussi des zones potentielles à venir pour développer le transport intermodal.

TABLE VI-9: Evolution du nombre de déplacements selon le type de liaison

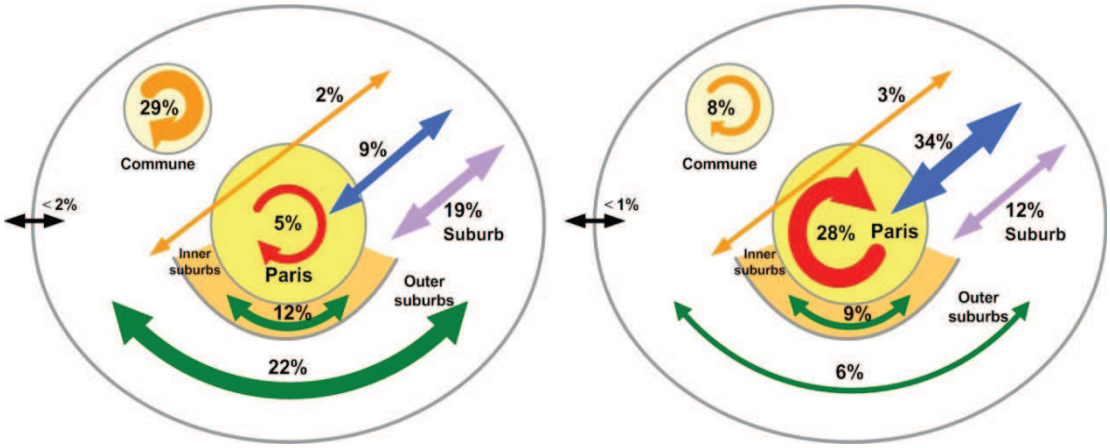
En milliers		1976	1983	1991	2001	Evolution 1991-2001
Liaison	Paris-Paris	7 700	7 110	6 660	6 570	**- 1.4 %**
	Paris-PC	2 730	2 740	2 870	2 810	**-2.1 %**
	Paris-GC	1 010	1 110	1 240	1 110	**-10.5 %**
	PC-PC	8 600	8 910	9 060	9 890	+9.2 %
	PC-GC	1 300	1 430	1 910	1 980	+3.7 %
	GC-GC	8 780	9 620	11 140	12 460	+11.8 %
Ensemble*		**30 340**	**31 160**	**33 160**	**35 160**	**+6.0 %**

PC : petite couronne / GC : grande couronne

* L'ensemble est différent à la somme de toutes les liaisons. La différence provient des déplacements ayant au moins une extrémité à l'extérieur de la région.

Source: INSEE et Direction régionale de l'équipement d'Ile-de-France (DREIF), EGT 1976, 1983, 1991 et 2001

On observe une montée en puissance des déplacements banlieue-banlieue (70% du total des déplacements motorisés). En Grande couronne, moins de 8% des déplacements des habitants ont encore un lien avec Paris ; les déplacements se développent à l'intérieur de bassins de vie.



15.5 million déplacements en véhicule motorisé 6.8 million déplacements en transport collectif

FIGURE VI-12: Distribution géographique des déplacements motorisés en IDF en 2001

Source: IAURIF, 2002

Dès 1983, la voiture a supplanté la marche en tant que mode de transport dominant. Elle représente 44% des déplacements quotidiens des Franciliens en 2001, après avoir connu une hausse rapide entre 1976 et 1991. Alors que la marche et les deux-roues

perdaient près de 0.4 déplacements par jour et par personne entre 1976 et 1991, la voiture faisait un gain équivalent durant la même période. Mais, les résultats de l'enquête montrent un infléchissement de cette progression. La mobilité en voiture a en effet très peu augmenté entre 1991 et 2001, par rapport aux périodes précédentes.

Depuis 25 ans, la mobilité en transport en commun garde un niveau presque constant (0.68 déplacement par personne en 2001), même si l'urbanisation de la région tend à favoriser l'automobile. Les Parisiens utilisent fortement les transports collectifs pour leurs déplacements quotidiens (32% de leurs déplacements en transports collectifs), suivis par les habitants de la Petite couronne (20%) et les habitants de la Grande couronne (13%). La figure suivante représente la répartition modale selon les zones différentes en Île-de-France. Les deux roues, y compris les deux roues à moteur et les vélos dans l'enquête 2001, et à pied rompent avec la tendance à la baisse que ces modes de transport ont connue entre 1976 et 1991. Les Parisiens favorisent toujours davantage la marche que les autres habitants de la région. Ce mode de transport croît pour les Parisiens, alors que les modes mécanisés accusent, pour eux, une tendance à la baisse.

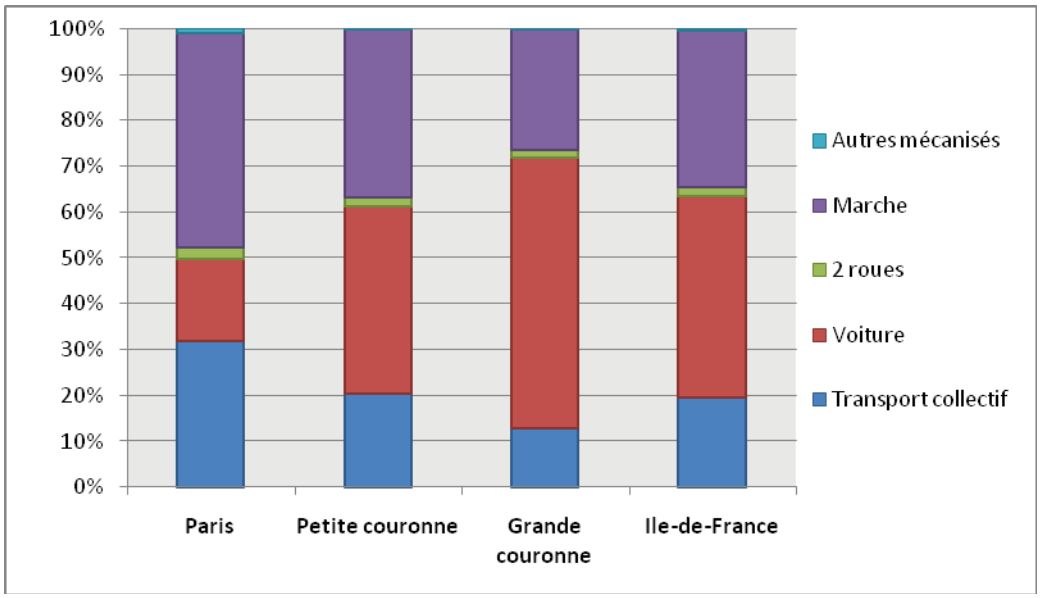


FIGURE VI-13: Répartition des déplacements selon le mode de transport et le lieu de résidence en 2001

Source: DREIF, EGT 2001-2002

Les déplacements en transport collectifs sont en moyenne des déplacements plus longs que ceux effectués avec les autres modes de transport. Les déplacements en transports collectifs les plus courts sont ceux effectués dans Paris avec une portée

moyenne de 3.4 km. Toutefois, seuls les déplacements entre couronnes de l'Île-de-France sont véritablement des déplacements longs en particulier lorsqu'ils ont une extrémité en Grande couronne.

TABLE VI-10: La distance moyenne de TC et VP selon les zones géographiques

Portée moyenne en km en 2001	**Paris - Paris**	**Paris - PC**	**Paris - GC**	**PC – PC**	**PC - GC**	**GC – GC**	**Moyen**
Transport collectif	3.4 km	8.6 km	24.8 km	5.4 km	18.8 km	6.7 km	8.7 km
Voiture particulière	2.9 km	7.9 km	23.6 km	3.5 km	15 km	5.6 km	6.5 km

Source: Les déplacements en transports collectifs en Île-de-France, DREIF 2005

En Île-de-France, le schéma directeur de 1999 prévoyait (*SDRIF*), sur une période de 25 ans allant de 1990 à 2015, une augmentation de 55% des kilomètres parcourus par moyens motorisés. Cette progression résulte du cumul de trois phénomènes :une érosion des déplacements effectués à pied au profil des déplacements motorisés de l'ordre de 0.5% par an (+13% en 25 ans), érosion qui s'explique par le fait que les déplacements motorisés offrent des univers de choix meilleurs que la marche à pied, une augmentation des portées des déplacements motorisés d'un peu moins de 1% par an (+22% en 25% ans) résultant de l'amélioration des performances du système de transport et terme de vitesse de déplacement, enfin une augmentation de 0.8% par an (+20% en 25 ans) du nombre de déplacements et des kilomètres parcourus, associés à l'arrivée d'une population nouvelle qui elle-même bénéficiera des reports en provenance de la marche à pied et d'une amélioration des portées de déplacement.

La croissance prévue des kilomètres parcourus est due, pour 35% (13% de transfert de la marche à pied et 22% d'augmentation des portées de déplacement), à l'amélioration des services rendus à la population existante et, pour 20% seulement, aux services rendus à la population nouvelle. Ne pas satisfaire les 22% de besoins liés à l'épanouissement des domaines accessibles, dans un temps qui ne varie pas, reviendrait à stabiliser la croissance économique de la région et à rendre encore plus précaires les conditions de l'emploi. Ile est plus que probable que cette prévision ne seta pas réalisé.

Les études font également apparaître une stabilisation des déplacements à l'intérieur de Paris, voire une légère réduction, du fait de la décroissance lente mais régulière de la population et des emplois, une augmentation modérée des kilomètres parcourus sur

les liaisons radiales, liée à la croissance des portées, et une très forte croissance des déplacements de couronne à couronne. Sur ces bases, doivent être définies les infrastructures permettant de satisfaire les besoins à long terme. Deux critères doivent présider à cet effort de conception : prévoyance et cohérence. La prévoyance implique de concevoir des infrastructures largement dimensionnées afin de pouvoir satisfaire les besoins à long terme dans une optique de développement de la mobilité, destinée à créer durablement de la valeur et à soutenir l'emploi. La cohérence implique d'éviter les redondances de fonctions, et donc de sélectionner les infrastructures les plus pertinentes. De plus, l'objectif de *PDU* vise à limiter aussi la croissance des déplacements motorisés, à réduire à la fois fortement l'investissement routier et à développer parallèlement les transports collectifs. Le schéma adopté en 2007 fait la part belle aux transports collectifs.

6.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité

La mise en œuvre de l'intermodalité en Île-de-France est sans doute plus aisée par rapport à celle dans les mégapoles de Taipei et de Shanghai, parce que l'Île-de-France a déjà un réseau de transport collectif plus complet et large et que des politiques tarifaires attractives existent afin d'inciter l'usage de transport collectif ou de transport intermodal.

En Île-de-France, la plus grande part des déplacements intermodaux est toujours constituée de déplacement *TC-TC*. Les déplacements intermodaux *TC-TC* atteint *3.64*% des déplacements totaux en 1991 contre *1.5*% des déplacements totaux pour les déplacements intermodaux *VP-TC*, voir la table suivante.

TABLE VI-11 : Evolution de l'intermodalité en Île-de-France

Modes	1976	1991	Croissance (%)
Métro, bus	3.00	3.64	21.3
Auto et TC	1.41	1.50	6.4
Auto, métro	0.86	0.71	-5.8
Auto, bus	0.10	0.09	-0.1
Auto, train	0.45	0.70	55.6
Autres	2.24	2.05	

Source : Enquête globale de transport

Quant aux déplacements intermodaux *VP-TC*, le taux d'usage reste encore très faible (*2,68* millions de déplacements intermodaux au sens strict[35] par rapport au 36.74 millions de déplacements totaux en 1997, *Allouche*, 2001). De plus, l'intermodalité *VP+TC* ne concerne pas également avec le même intérêt toutes les zones géographiques de la région en comparaison des modes *VP*.

En fait, en Île-de-France, le *STIF* encourage depuis une quinzaine d'années à installer des parcs relais à l'interface des réseaux routiers et des transports collectifs. Ces parcs relais sont des parcs de stationnement pour véhicules particuliers situés à proximité d'une gare de transport ferroviaire, notamment la station de *RER* et de train, et conçus pour inciter les automobilistes à utiliser les transports publics dans leurs déplacements quotidiens.

Selon le rapport de *STIF*, on peut voir que l'Île-de-France propose aujourd'hui près de *110 000* places de stationnement réparties dans près de *570* parcs relais, voir la table VI-11. Il semble donc que jusqu'ici la politiques de parcs relais s'est orientée vers un choix d'équiper la plupart des gares d'un parc relais afin d'encourager l'intermodalité *VP-TC*, notamment pour les déplacements radiaux plus longs de/vers Paris.

TABLE VI-11: Nombre et répartition des parcs relais en 2006 selon le département

Départements		Places de parcs relais en 2006					
		Gratuit	%	Payant	%	Total	%
Petite couronne	92	2285	4	3993	9	6278	6
	93	5555	9	6223	13	11778	11
	94	4216	7	4495	10	8711	8
Grande couronne	77	15622	26	6056	13	21678	20
	78	13277	22	9786	21	23063	22
	91	9781	16	7614	16	17395	16
	95	10020	16	8012	17	18032	17
Total		**60756**	**100%**	**46179**	**100%**	**106935**	**100%**

Source : STIF, 2006

Les départements les mieux équipés en parcs relais sont ceux de la Grande Couronne. Pour répondre à une demande plus importante, les gares de la Grande Couronne sont logiquement plus équipées de grands parkings que celles de la Petite Couronne.

Il semble donc que le choix de localisation des parcs relais fait jusqu'ici était plus le

[35] Au sens strict, c'est-à-dire, comprend au moins deux modes différents dans un même déplacement.

fait d'une réponse ponctuelle à la demande de stationnement que le signe d'une politique active d'incitation à l'intermodalité. Dès lors, *M-H Massot* note qu'en Île-de-France, l'intégration tarifaire et la complémentarité modale étaient jusqu'ici mal pensées ou absentes. Ainsi, pour l'auteur le développement de l'intermodalité était resté limité pour plusieurs raisons (*Massot*, 2002) :

- Les premiers parcs relais avaient été aménagés à l'orée de Paris et qu'ainsi pour les résidents de banlieue le temps d'accès à Paris à partir des parcs était très court ;
- La tarification du stationnement dans Paris n'avait pas été assez dissuasive ;
- Et celle du parc relais trop cher (en ce qui concerne les tarifs).

En conclusion, nous retiendrons que le succès des équipements favorisant l'intermodalité est étroitement dépendant de la politique de stationnement, de sa localisation, de son niveau d'accessibilité de ses horaires d'accès, du niveau de service apporté par la ligne de transport collectif et du réseau directement connecté.

L'intermodalité est donc déjà une réalité en Île-de-France, elle peut être améliorée. Elle présente essentiellement trois points faibles, qui devraient être l'objet des efforts principaux dans le futur proche.

- Renforcer les liaisons encore faibles pour les déplacements banlieue-banlieue, notamment l'amélioration des gares intermédiaires et la création d'un réseau de ligne de bus prioritaires et de bon niveau de service.
- Créer plus d'avantages tarifaires pour inciter à l'usage du transport intermodal *VP-TC* ou *Vélo-TC* etc.
- Améliorer la condition de service des transports collectifs (ponctualité) et de correspondance (accessibilité).

6.7 Synthèse des trois cas d'étude

Enfin, nous mettons ensemble les paramètres principaux du transport urbain dans les trois villes d'étude dans la table suivante afin de succinctement rappeler l'évolution et la situation présente du transport urbain avant d'entrer la deuxième partie.

TABLE VI-12: Evolution des facteurs potentiels pour le transport urbain

	Île-de-France			**Taipei**		**Shanghai**	
	Centre	PC	GC	Centre	Banlieue	Centre	Banlieue
Densité (Pop/km^2)							
1990	20478	6060	401	9999	1485	28127	1138
2005	20510	6476	444	9641	1806	23944	1566
Croissance de la population (%)							
	+ 0.16	+ 6.86	+ 10.72	- 3.58	+ 21.62	- 14.87	+ 37.61
Distribution de la population totale (%)							
1990	20.2	37.4	42.4	47.2	52.8	47.8	52.2
2005	18.9	37.3	43.8	41.4	58.6	42.2	57.8
Equipements des ménages							
	Automobiles /1000Pop			Motos (voiture)/1000Pop		Vélos/100 ménages	
1991	283	377	439	261 (161)	314 (113)	114.4	254.0
2001	286	390	496	363 (227)	486 (187)	125.4[1]	211.0[1]
Croissance de l'équipement des ménages							
	+ 1.1	+ 3.4	+ 13.0	+39.1 (41.0)	+54.8 (65.5)	+ 9.6	- 16.9
Croissance de longueur des TC (%)							
Métro	+ 6.2 (1991 à 2005)		----	+ 11.0 [2] (2005-2006)	-----	+ 14.6 [3] (2005-2006)	-----
Train	----	+ 1.9 (1991 à 2005)		-----	-----	-----	-----
Croissance de la longueur de voirie (%)							
	----	+ 14 (1991-2001)	+ 30.1 (1991- 2001)	+8.5 (1991- 2006)	+ 61.5 (1993-2005)	+ 9.4 (2000 à 2004)	+32.4 (2000 à 2004)
Croissance du nombre de stationnements (%) (Les parcs relais)							
	+ 0.4 (1999 à 2005)			+ 22.9/an (V)[5] + 31.9/an (M) (1996 à 2006)	-----	1000 places/station[4]	-----

[1] en 2004

[2] Le métro de Taipei, qui a été mis en service en 1996, atteint 74.4 km en 2006 (surtout dans la ville centre), le réseau de métro à Taipei continue encore à se construire.

[3] Le métro de Shanghai commence à servir à partir de la fin d'année 1995 dans la ville centre (à l'intérieur de la périphérie extérieure) en atteignant 169.4 km en 2006.

[4] Les stations de métro, qui se situent à côté de la périphérie extérieure (notamment les terminus de métro), envisagent de mettre en place 1000 places de parking dans la station afin d'encourager le P+R (Shanghai Transport White Paper).

[5] V : voiture et M : moto

Dans la première partie, nous avons déjà décrit la situation actuelle de la mobilité urbaine et du transport urbain dans les mégapoles en fonction des données d'enquête locale. Pour cela, nous avons marqué les points forts et faibles pour le développement du transport urbain dans ces mégapoles et à la fois indiqué la situation présente de l'intermodalité dans ces mégapoles. Après la première partie, nous visons à établir une analyse quantitative liée aux caractéristiques propres des coûts de déplacement dans la deuxième partie afin de répondre aux questions autour de la mobilité urbaine que nous avons constatées dans la première partie. Enfin, cette analyse quantitative peut aussi être prolongée pour mettre en diagnostic des mesures de transport.

DEUXIEME PARTIE :

L'analyse des coûts de déplacement par zone urbaine

«La notion de coût de déplacement est un élément très sensible concernant le choix des modes de transport pour les voyageurs ou la planification de réseau de transport urbain pour les collectivités. L'internalisation de tous les coûts corrélatifs importants liés aux déplacements de voyageur est le point crucial et exclusif dans cette partie.»

La probabilité d'accès à une zone d'attraction à partir d'une zone d'émission ne dépend pas uniquement du nombre des biens ou services convoités présents dans cette zone. Un bien disponible sur place a davantage d'attrait qu'un bien distant qui implique de consacrer du temps et de l'argent pour en prendre possession. Et cet attrait décroît très rapidement avec le temps et le coût qu'il faut consacrer au déplacement pour les voyageurs. Cependant, le développement durable du transport urbain ne peut pas être seulement considéré du point de vue de voyageurs, il doit être rajouté le point de vue des coûts collectifs et de la société.

Donc, on caractérise par la notion de ¨coût généralisé de transport¨, la valorisation du temps de transport et les coûts monétaires engagés effectivement par les voyageurs. On considère d'autres coûts dans le perspective durable: les dépenses publiques nécessaires à la mise disposition des infrastructures et services et les coûts externes supportés par les populations et l'environnement. Ces coûts doivent être évalués.

INTRODUCTION

L'encouragement de l'usage des transports en commun, de l'usage des modes non-motorisés ou des correspondances entre les modes est sans doute une direction de développement claire et prioritaire pour les politiques de transport dans les régions denses pour ces trois mégapoles d'étude[36], parce que l'on doit viser à réduire le taux de l'utilisation des véhicules motorisés particuliers et la dépendance aux véhicules motorisés dans la zone urbaine afin de baisser les nuisances négatives, de créer un environnement agréable, d'augmenter la sécurité routière etc.

Cependant, cet objectif est celui des pouvoirs publics, (à l'exception de la sécurité, prise en compte pour partie par les usagers). Il faut constater que les passagers choisissent un mode de transport conjuguant le minimum de temps, une dépense raisonnable et un confort correct. Il y a d'ailleurs peu des usagers qui abandonnent leurs véhicules motorisés individuels maintenant afin d'améliorer la situation actuelle du transport urbain, si le véhicule motorisé est plus compétitif par rapport au transport collectif. Pour intégrer la vue des individus, des pouvoirs publics et de la société, notre approche par les coûts a été motivée par la possibilité de comparer les différents modes et déplacements par territoire dans la mégapole grâce à un seul indicateur, intégrant monétairement tous les coûts.

En effet, les modèles théoriques existants tentent déjà d'expliquer les comportements à travers les facteurs de coût monétaire et de temps (la théorie des coûts généralisés[37], la conjecture de *Zahavi* [38], le Rational Choice Model[39] et *Didier/Prud'homme* [40]). Cependant, les coûts monétaires de déplacement, bien qu'indispensables à

[36] Comme PDU en Île-de-France (2000), le livre blanc pour la mégapole de Shanghai (2002) et le rapport du prospective de développement durable pour la mégapole de Taipei (2004).

[37] La théorie des coûts généralisés utilisée dans les modèles agrégés typiques à quatre étapes vise à considérer le choix itinéraire des voyageurs, y compris les temps et les coûts de déplacement explicatif qui convertit tous les facteurs en valeur monétaire.

[38] La conjecture d'Y. Zahavi (1979) définit une relative constante du budget-temps consacré aux déplacements quotidiens. En d'autres termes, le temps journalier consacré aux déplacements est resté constant malgré les transformations territoriales, en partie grâce à l'avènement de l'automobile. Plus la vitesse est importante, puis l'espace territorial est élargi, et la durée des déplacements de la journée ne change pas.

[39] La théorie du choix rationnel postule que l'individu compare les différentes alternatives au niveau des coûts et du temps notamment, et choisit le plus avantageux.

[40] Les gains de temps engendrés pour se déplacer constituent un des principaux éléments du choix du moyen de transport.

l'appréhension des choix de mobilité individuels, ne sont pas dans leur ensemble pris en compte dans les analyses de mobilité. C'est par exemple le cas des coûts d'équipement en véhicules pour les individus et des coûts d'infrastructure pour les collectivités ou des coûts externes pour toute la société. Donc, nous allons proposer une méthode d'évaluation du coût global de déplacement (***CGD***) afin de refléter réellement, d'une part, le comportement de choix de mode pour les voyageurs et d'autre part la cohérence des politiques de transport pour les collectivités dans le cadre de développement durable.

L'incitation de l'usage des transports en commun ne doit pas être seulement un slogan de politique, on doit également discuter des avantages et inconvénients selon le point de vue des passagers. Est-ce que les passagers peuvent vraiment y gagner quand ils remplacent le véhicule motorisé par le transport en commun ou le mode non motorisé ? Ou bien les utilisateurs du véhicule motorisé doivent-ils payer plus de coût monétaire pour leur responsabilité sociale ? Nous allons essayer de quantifier les coûts de déplacement liés aux dimensions différentes afin de précisément indiquer les points de contradiction potentielle entre les logiques privées et la maitrise des coûts publics et externes. Pour pouvoir mener à bien cette comparaison, le calcul de chaque coût sera désagrégé le plus possible. C'est la raison pour laquelle nous visons à désagréger les coûts de déplacements entre différentes catégories de déplacements caractérisés par l'usage d'un mode de transport et un type de liaison géographique dans la mégapole constitue une information précieuse pour l'évaluation socio-économique des politiques de transport actuelles ou futures.

❖ Une tarification efficace et équitable des transports urbains

L'usage important du véhicule motorisé est principalement provoqué par l'extension des agglomérations et le développement de zones périphériques peu denses impossibles à desservir à un coût acceptable par les transports collectifs. La marche, le vélo et le transport public sont relativement de moins en moins utilisés, la dépendance vis-à-vis du véhicule motorisé se généralise et les distances parcourues augmentent sans cesse. L'allongement des distances parcourues, l'accroissement de la part du marché des déplacements assurés par le véhicule motorisé aux dépens des transports publics, du vélo et de la marche ont ameunisé les effets des progrès techniques réels sur les véhicules. De même, les systèmes de gestion de la circulation les plus sophistiqués ont un effet limité sur le niveau de la congestion automobile et n'ont pas d'influence durable.

Pour les défenseurs inconditionnels du véhicule motorisé, la solution à la congestion est la construction de nouvelles infrastructures routières. En ville, l'amélioration durable des conditions de circulation et de l'environnement passe par la maîtrise de

l'usage du véhicule motorisé et non par une course perpétuelle à l'investissement. Construire toujours plus de routes n'est d'ailleurs pas envisageable en milieu urbain : l'opposition croissante des riverains soucieux des nuisances que ces infrastructures leur imposeraient, conduit soit à abandonner les projets soit à les renchérir considérablement pour les rendre acceptables.

❖ **Vers un système de la planification des transports urbains fondé sur les coûts**

Les politiques de mobilité urbaine sont inefficaces et inéquitables si elles ne s'appuient pas sur une régulation du marché des déplacements par un système de prix reflétant l'ensemble des coûts engendrés par les divers modes de transport. Ces coûts comprennent : les coûts internes, y compris les coûts privés et les dépenses d'investissement et de fonctionnement, des modes des transports individuels et des transports collectifs et les coûts externes liés aux effets négatifs sur l'environnement, les accidents, le bruit et la congestion etc.

La situation actuelle n'est pas satisfaisante : le système de prix reflète mal les coûts internes et ne tient que peu compte des coûts externes. La publication par la *Commission Européenne du livre Vert* (1995) ¨Vers une tarification efficace et équitable du transport¨ ouvre des perspectives intéressantes pour la mise en œuvre d'un tel système de prix. Le secteur du transport urbain est particulièrement concerné ; en effet : 80% des habitants de la population européenne vit dans les villes, la pollution atmosphérique affecte presque exclusivement les citadins et la quasi-totalité des encombrements est située dans les zones urbaines ou périurbaines.

Conformément à la description de tarification des transports urbains, nous savons que l'évaluation du coût global de déplacement (***CGD***) à travers des différentes dimensions comprend beaucoup de postes de coûts, et elle doit également s'appuyer sur des bases de données complètes afin d'établir un système de coût de déplacement. De plus, la plupart des recherches internationales actuelles sur ¨l'analyse des coûts de déplacement¨ ne se focalisent que sur les coûts d'usage, par contre, il y a peu de recherches qui analysent le coût total de déplacement d'ensemble dans le cadre du système de transport urbain.

La plupart des politiques de transport dans le monde visent toujours à encourager l'usage des transports en commun et à réduire la dépendance à l'usage des véhicules motorisés. Par ailleurs, ces politiques se concentrent principalement sur la réduction du coût social total, la baisse de la dépense des ressources sociales et la distribution raisonnable et juste des ressources sociales. Cependant, les politiques sur le financement public, les régimes tarifaires, les subventions publiques et les contrôles pour les transports urbains doivent aussi être prises en compte sur une plate-forme de

diagnostic. C'est la raison pour laquelle le but de notre recherche dans la deuxième partie est de construire un modèle d'analyse complet afin de quantifier les coûts de déplacement.

Par ailleurs, à cause de la non prise en compte du coût externe par le passé dans les politiques de transport, le nombre des véhicules particuliers s'est accru énormément dans le passé[41]. C'est-à-dire, le coût externe joue un rôle de plus en plus important dans le cadre de développement durable. Donc, nous devons également quantifier le détail des coûts externes selon les différents modes dans notre modèle. En somme, il nous faut indiquer précisément le processus d'évaluation des coûts de déplacement dans les chapitres suivants.

Enfin, pour diagnostiquer la pertinence des mesures liée au développement durable en mégapole pour encourager l'usage de transport en commun ou bien de transport intermodal, nous visons à développer une méthode de diagnostic fondée sur le résultat d'évaluation des coûts de déplacement.

[41] Voir le chapitre 1 dans la première partie, la tendance de demande de la motorisation à l'échelle nationale et régionale.

CHAPITRE 7 : LES COMPOSANTS DU COUT GLOBAL DE DEPLACEMENT ET SON MODELE D'ANALYSE

Le coût global de déplacement est un facteur important de référence en fonction duquel les passagers peuvent choisir un mode de transport plus raisonnable et plus durable pour leurs déplacements quotidiens. En plus, les passagers sont de plus en plus habitués à se déplacer avec des correspondances dans la ville dense à la faveur de la diversité des modes de transport, comme le mode intermodal. Cependant, quel coût de déplacement est en fait payé par les usagers, et quel coût est vraiment à la charge des collectivités ? Il nous faut clairement connaître la structure des coûts pour un déplacement afin d'optimiser la distribution des ressources sociales.

La désagrégation des coûts de déplacements entre différentes catégories de déplacements caractérisées par l'usage d'un mode de transport, un type de liaison géographique et une tranche horaire constitue une information précieuse pour l'évaluation socio-économique des politiques de transport. Elle est nécessaire notamment à la comparaison de l'efficacité des modes de transport en fonction des territoires géographiques considérés, à la mesure de l'impact des choix d'investissements ou d'optimisation des ressources entre les différents acteurs économiques et à l'élaboration d'un système tarifaire différencié. (*Auzannet et Bellaloum*, 1993)

Plusieurs études récentes ont déjà développé une analyse comparative de l'efficacité socio-économique des déplacements en véhicules particuliers et en transports en commun, en insistant sur les variations spatiales et temporelles des coûts.

7.1 Définition des coûts

Avant d'évaluer les coûts de déplacement, il nous faut d'abord comprendre les composants du coût total de déplacement pour les usagers et les autorités afin de désagréger plus précisément ces composants. De plus, le coût global de déplacement est principalement séparé en deux parts : l'une est le coût monétaire et l'autre est le coût non monétaire.

- L'analyse des dépenses monétaires directes du transport de voyageurs repose sur l'estimation des flux monétaires des acteurs économiques vers les différentes activités, caractéristiques ou associés, du transport de voyageurs. L'objectif de cette analyse est de savoir qui dépense, pour quel montant et dans quelles

activités. La dépense régionale totale intègre ainsi les dépenses effectuées pour l'ensemble des opérations qui concourent au développement, à la maintenance et au fonctionnement du système de transport de voyageurs tel que l'acquisition des véhicules particuliers, la création d'infrastructures de transports collectifs et de voirie, le fonctionnement et l'entretien des automobiles, des réseaux de transports collectifs, de la voirie. La dépense est présentée globalement et par activité. Elle est répartie entre dépenses de fonctionnement et dépenses d'investissement.

- L'analyse des dépenses non monétaires de transport, comprend les coûts externes (bruit, pollution atmosphérique, congestion de la circulation, accidents etc.) et le coût du temps de déplacement. Ces coûts non monétaires doivent être également considérés dans le cadre d'une approche économique afin de montrer le coût total réel d'un déplacement.

L'étude de ces composantes, et du total, peut éclairer les pratiques de tarification, c'est-à-dire, l'imputation du coût aux usagers. En matière de tarification des déplacements, il existe deux options majeures selon le rapport de *Gallez* (2000).

- La tarification au coût marginal social, qui consiste à évaluer la dépense engendrée pour la collectivité par un voyageur-kilomètre supplémentaire sur un réseau donné. Cette dépense inclut les coûts directs d'entretien et d'exploitation, les frais généraux liés aux nuisances, à l'insécurité et à la congestion. Cette option est la plus conforme au formalisme de la théorie économique marginaliste : elle répercute notamment sur l'usager les coûts que son passage sur l'infrastructure fait supporter aux autres, ainsi qu'une participation aux coûts des investissements futurs que l'augmentation du trafic rendra nécessaire sur l'infrastructure qu'il contribue à saturer, si l'on se trouve dans cette situation. Cette approche est pertinente dans une hypothèse de développement des trafics.
- La tarification au coût complet affecte à l'usager l'ensemble des dépenses d'exploitation et d'investissement et les coûts externes liés aux nuisances. Cette option vise à assurer l'équilibre budgétaire, et s'apparente à une tarification de financement (*Brossier*, 1999) : on considère que les prélèvements fiscaux correspondant à la *TIPP* contribuent à la couverture des externalités environnementales en Île-de-France. Cette approche est plus pertinente dans un système stabilisé.

7.2 Désagrégation du coût global de déplacement

Nous pouvons décomposer le coût global de déplacement (***CGD***) en deux parties

principales selon le caractère monétaire : le coût monétaire et le coût non-monétaire, où le coût monétaire comprend le coût perceptible, comme le coût privé et public, et le coût non-monétaire consiste en coût externe et coût privé (via la valeur du temps). Le coût global de déplacement se compose de coûts privés, de coûts publics et de coûts externes.

- **Le coût privé :** il correspond directement à la dépense monétaire supportée par les usagers du réseau de transport et par les employeurs, qui contribuent d'une part au financement via le versement transport et aux remboursements, par exemple 50% de remboursement du montant de la carte orange en Île-de-France, et qui supportent les dépenses des places de stationnement sur le lieu de travail d'autre part. De plus, le coût privé comprend également la valeur du temps de déplacement dépensé dans un déplacement quotidien, bien que la valeur du temps appartienne au coût non-monétaire dans la typologie des coûts. On admet ici implicitement que les dépenses des employeurs pour les transports publics et pour le stationnement sont équilibrées par les avantages qu'ils en retirent en matière de recrutement et de productivité. Cette hypothèse est sans aucun doute justifiée dans les grandes métropoles étudiées. Elle ne le serait plus dans les petites villes.
- **Le coût public :** il correspond aux dépenses qui sont à la charge des collectivités publiques, par exemple le coût d'infrastructure et de matériel roulant etc., déduction faite des dépenses supportées par les usagers et du produit de la fiscalité[42]. De plus, dans ce coût public doit être considéré la consommation d'espace, notamment pour les modes de transport routier du fait que le coût foncier des voiries est un coût invisible pour les usagers.
- **Le coût externe :** il résulte de l'estimation des coûts liés aux nuisances environnementales causées par tous les modes de transport urbain, comme le bruit, la pollution atmosphérique, l'effet de serre, l'insécurité et la congestion routière. Bien que la méthode d'évaluation des coûts externes reste encore très variable jusqu'à ce jour là, il nous faut quand même essayer de proposer les valeurs raisonnables afin de rééquilibrer, d'une part, la distribution des coûts de déplacement et d'autre part, simuler la situation plus réelle.

Lorsqu'il s'agit d'analyser les comportements des personnes, on distingue habituellement les coûts ressentis, qui influencent directement le choix du mode de transport et les autres. Les coûts ressentis consistent dans les achats de billets ou la

[42] Pour éviter le double compte, voir le détail d'évaluation dans le chapitre 10, nous présenter la relation mutuelle entre le coût public et le rendement public.

part des abonnements payée par les usagers pour les déplacements en transports collectifs, dans les achats de carburant, les dépenses d'entretien et les dépenses de stationnement pour les déplacements en véhicule particulier et dans le temps passé dans les transports, Le temps de déplacement est un coût non-monétaire, il doit être valorisé monétairement. Les coûts non ressentis par usagers, dans la deuxième partie du coût de déplacement, comprennent, pour les usagers de l'automobile, l'amortissement du coût d'acquisition des véhicules, la vignette et l'assurance auto etc.

Normalement, les coûts privés prennent en compte aussi la fiscalité sur les déplacements (*TVA*, vignette, carte grise etc.). Ils reflètent les dépenses réellement supportées par les usagers. En revanche, les dépenses publiques sont estimées déduction faite du produit des taxes et des recettes pesant sur les usagers et sur les entreprises du transport collectif. (*STIF*, 2005 et *Gallez*, 2000)

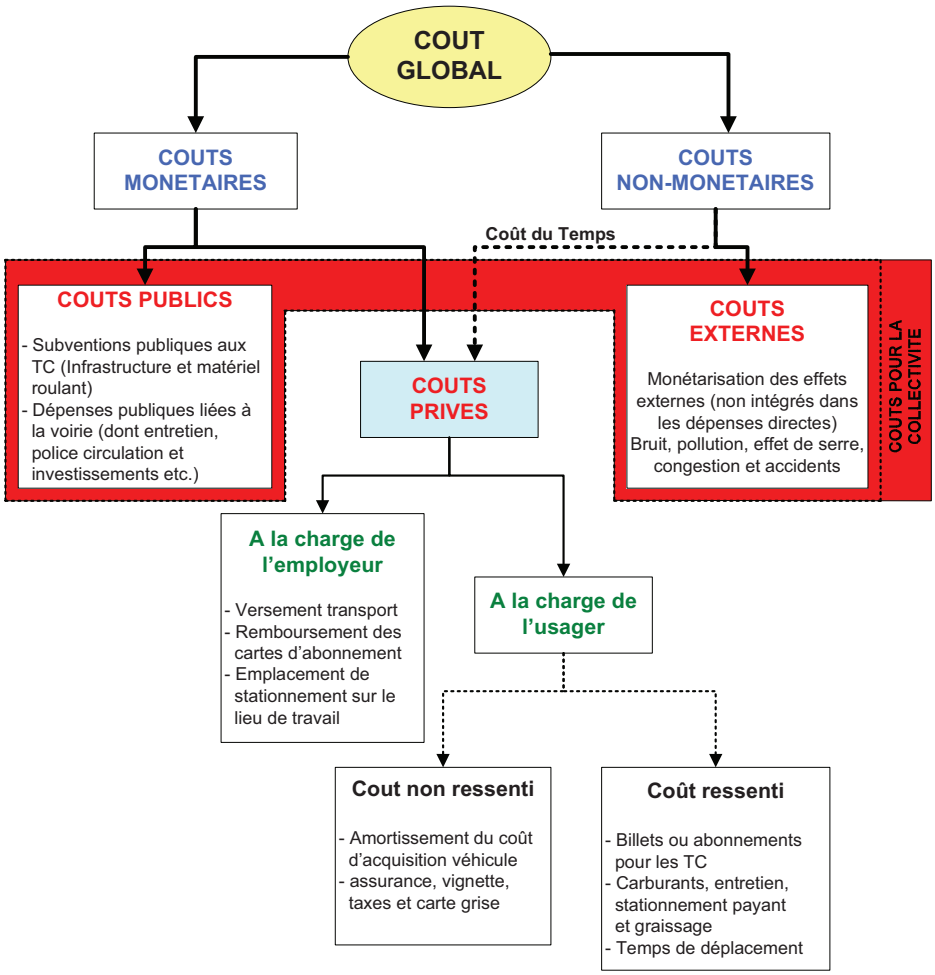


FIGURE VII-1: La décomposition du coût global de déplacement

Source: Réalisé par l'auteur

- **Structure actuelle des coûts ressentis par les voyageurs avec les coûts pour la collectivité**

Les comportements de mobilité des citadins sont orientés par l'appréciation qu'ils ont de leurs dépenses de transport. C'est la notion de coût ressenti qui est déterminante pour la décision de se déplacer et le choix du lieu et de l'heure du déplacement ainsi que du mode de transport. Le coût pour la collectivité intègre des dépenses de fonctionnement et d'investissement mises en jeu et les coûts externes. Ces coûts peuvent en outre varier fortement selon le territoire où a lieu le déplacement.

Pour supporter ces points de vue proposés sur les coûts de déplacement, nous allons les évaluer dans la prochaine partie après avoir évalué tous les coûts de déplacement.

7.3 Définition internationale de la composition

Selon les recherches internationales, il y a encore d'autres façons de décomposer le coût global de déplacement.

Qin (1996) a d'abord établi un encadrement de l'analyse de coût de déplacement pour les modes véhicule individuel, le bus et le rail. Le coût global de déplacement se compose principalement de trois parties : le coût d'équipement, y compris le coût d'entretien, d'acquisition etc. et le coût externe, qui consiste en coût du temps et de pollution, de bruit etc. et le coût monétaire individuel qui comprend le coût de carburant, d'assurance etc.

Litman a défini le coût total de déplacement des modes de transport. Ces coûts sont non seulement divisés entre les coûts internes et externes, mais aussi sont considérés les coûts fixes ou variables. Donc, le coût total peut principalement se séparer en coût externe et le coût interne, de plus, il dépend de la forme de marché, il peut encore être divisé entre les coûts fixe et variable et de marché et non de marché. Par exemple, le coût du temps est un coût externe, variable et non de marché. *Litman* a listé 20 postes de coût dans sa recherche, voir la Fig. VII-3. Selon son analyse de coût, nous pouvons organiser et montrer cette composition selon les caractéristiques respectives des coûts divers par le schéma suivant (Fig. VII-2).

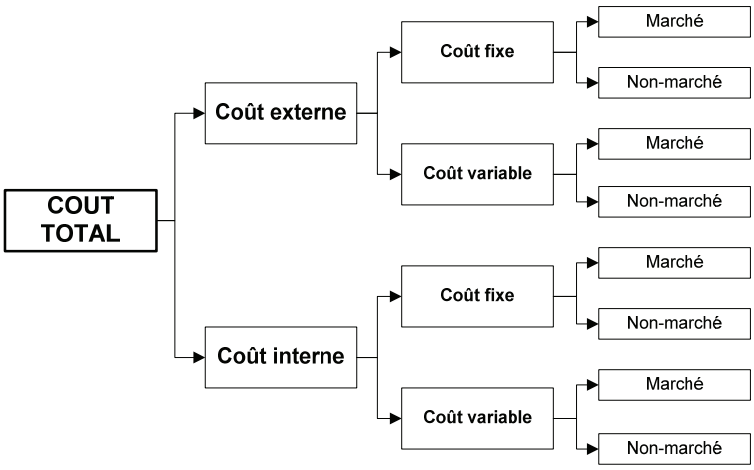


FIGURE VII-2: Schéma de coût total de déplacement

Source: Réalisé par l'auteur

Le coût total de déplacement comprend tous les coûts produits dans les comportements de déplacement, donc il faut viser à analyser les différents coûts selon les modes.

7.4 Catégorie de coût de déplacement

Nous avons déjà défini une façon de classifier pour le coût global de déplacement, pourtant, quels coûts de déplacement ne devons-nous pas négliger, du fait qu'il existe beaucoup de coût dans un déplacement? Pour choisir les coûts importants, nous pouvons nous focaliser sur les recherches internationales.

Selon le rapport de *Litman* (1996), sont précisément indiqués les différents coûts pour les modes de déplacement dans un contexte nord-américain. Nous avons utilisé les données sur les coûts en voiture, parmi lesquels, outre les coûts d'achat et d'exploitation, il y a encore beaucoup de coûts pour les déplacements en voiture, comme les coûts du temps, les coûts de parking et les accidents etc. Par ailleurs, nous pouvons constater que les coûts externes atteignent *32%* du coût total pour les déplacements en voiture, c'est-à-dire, on ne peut absolument pas négliger cette partie des coûts externes quand on analyse les coûts de déplacement.

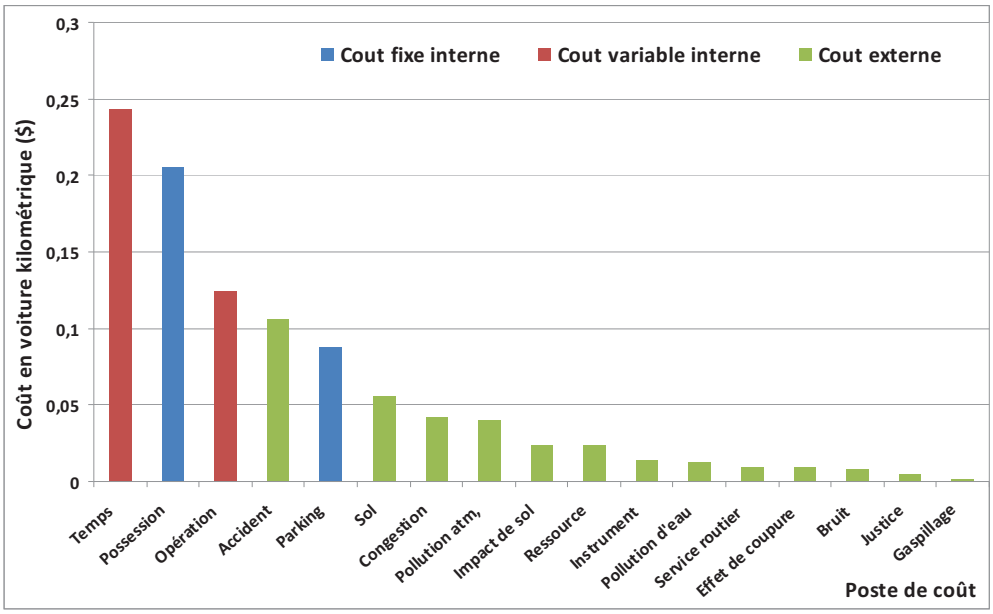


FIGURE VII-3: Coûts unitaires de déplacement en voiture rapporté au voyageur-km

Source: Litman (1996)

Donc, nous allons détailler ces coûts en trois parties dans les chapitres 8 à 11 : la première partie est le coût privé (Ch. 8 et 9 pour le coût du temps et coût d'usage) qui se compose des coûts fixes et variables annuels, par exemple pour les transports en commun les coûts d'exploitation et aussi le coût de temps de déplacement. La deuxième partie est le coût public (Ch. 10), c'est le coût qui n'est pas vraiment payé par les usagers, mais à la charge des collectivités. La troisième partie (Ch. 11) est les coûts externes et est divisée entre les cinq coûts : la pollution atmosphérique, l'effet de serre, le bruit, les accidents et la congestion dans notre recherche. Autrement dit, ces coûts indiqués au-dessus dans notre recherche représentent environ 95% du coût total de déplacement.

Selon la difficulté et la complexité du recueil des données et la diversification des coûts de déplacement, nous allons d'abord viser à analyser plus importants les coûts de déplacement les plus importants. Pour cela, nous présentons dans la table VII-1 les 12 postes de coût retenues.

TABLE VII-1: Catégorie de coût de déplacement

Coût	Description	Marché / non- marché	Interne/ externe	Fixe/ variable	Usager /autre	Ressenti/ non ressenti
Coût privé						
Acquisition du véhicule	Coût d'amortissement du véhicule	Marché	Interne	Fixe	Usager	non ressenti
Exploitation du véhicule	Coût d'usage	Marché	Interne	Variable	Usager	ressenti
Assurance, taxe etc.	Coût d'assurance, vignette etc.	Marché	Interne	Fixe	Usager	non ressenti
Temps de déplacement	Valeur de temps de déplacement	Non-marché	Interne	Variable	Usager	ressenti
Coût public						
Dépenses d'exploitation	Infrastructure et matériel roulant pour TC et voirie	Marché	Externe	Fixe	Autre	non ressenti (sauf recettes à travers de tarification)
Dépenses de maintenance	Dépenses publiques liées à la maintenance et les mises en service.	Marché	Externe	Fixe/ Variable	Autre	
Consommation d'espace	Coût de consommation d'espace lié au foncier	Marché	Externe	Variable	Autre	
Coût externe						
Pollution atmosphérique	Coût d'émission des véhicules	Non-marché	Externe	Variable	Autre	non ressenti
Bruit	Coût de bruit des véhicules	Non-marché	Externe	Variable	Autre	non ressenti
Effet de serre	Coût de l'effet de serre	Non-marché	Externe	Variable	Autre	non ressenti
Accident	Coût d'accidents non supportés par l'utilisateur	Non-marché	Externe	Variable	Autre	non ressenti
Congestion	Augmentation des retards, de plus, il peut influer les autres utilisateurs routiers	Non-marché	Externe	Variable	Autre	non ressenti

Source: Réalisé par l'auteur

Nous allons présenter ces coûts de déplacement dans les chapitres suivants (*Ch.* 8~11). De plus, dans ce chapitre, nous visons aussi à établir un modèle d'algorithme des coûts internes et externes pour le coût global de déplacement.

7.5 Littérature historique sur le coût de transport

Ce paragraphe vise à présenter les études historiques sur le thème du coût de transport dans le monde. Les études différentes ont vraiment diverses intentions, qui peuvent affecter leurs perspectives, leurs méthodologies et leurs envergures. Donc, il en résulte que les facteurs relatifs suivants doivent être considérés dans l'évaluation du coût de transport.

- L'intention d'analyse, et la perspective, comme le coût marginal, le coût moyen et le coût social total.
- Les catégories des impacts considérés, comprenant les coûts du véhicule, le coût du temps de déplacement, le coût des voies routières, les services du trafic, le coût du stationnement, l'impact de congestion, le coût des accidents etc.
- Les sources des bases des données et les méthodologies d'évaluation pour calculer les coûts de transport, surtout pour les coûts hors marché à l'instar du coût d'accident et les dommages environnementaux etc.
- La dimension géographique et le taux de change monétaire pour les villes ou pays différents.
- Les types des véhicules, comme l'automobile, le transport collectif, le vélo etc.

Nous pouvons lister sans prétention à l'exhaustivité d'une vingtaine d'études sur les coûts de déplacement depuis 40 ans dans le monde :

TABLE VII-2: Liste des études historiques sur le coût de transport

Auteur	Année	Article	Description
Keeler, et al.	1975	The Full Costs of Urban Transport, Intermodal Comparisons	La comparaison des coûts, y compris les coûts de congestion, des services publics, de bruit, de pollution atmosphérique, des accidents et de parking, pour les modes automobile, bus et rail à San Francisco.
Mark Hanson	1992	Results of Literature Survey and Summary of Findings	Ce rapport identifie les coûts externes pour les routes urbaines et décrit les méthodes de calcul des coûts.
Per Kageson	1993	Getting the Prices Right ; A European Scheme for Marking Transport Pay its True Costs	Cette étude vise à estimer les coûts de pollution, de CO_2, de bruit, des accidents et d'infrastructure pour les pays européens.
KPMG	1993	The Cost of Transporting People in the British Columbia Lower Mainland	Cette étude développe une estimation du coût pour 12 modes basée sur les recherches locales et les estimations génériques.
Works Consultancy	1993	Land Transport Externalities	Cette étude compréhensive vise à rationaliser la planification du transport. Elle essaie de décrire tous les coûts externes du transport routier et d'identifier les méthodologies d'évaluation.
FRA (Federal Railroad Administration)	1993	Environmental Externalities and Social Costs of Transportation system	Cette étude décrit les divers coûts sociaux associés pour le véhicule motorisé, et à la fois il inclut deux chartes qui présentaient les deux typologies du coût de transport.
Apogee Research	1994	The Costs of Transportation	L'estimation du coût des accidents, de congestion, de parking, des équipements routiers, des services, de pollution et de bruit. Le modèle de coût est développé selon trois niveaux de densité urbaine, à l'heure de pointe et à l'heure creuse.
CEC	1994	California Transportation Energy Analysis Report	Ce rapport tente d'évaluer entièrement les coûts économiques et environnementaux pour les véhicules à moteur thermique. Les coûts comprennent le coût de congestion, des accidents, des services, de pollution, d'infrastructure et de sécurité énergétique.

Marcel Boiteux	1994	Transports : Pour un Meilleur Choix des investissements	Le rapport propose de prendre en compte l'impact des projets sur l'environnement et la sécurité (y compris le prix de la vie humaine, du bruit et de la pollution de l'air), afin que le développement des transports s'intègre dans une logique de développement durable.
John Poorman	1995	Estimating Marginal Monetary Costs of Travel in the Capital District	Cette étude décrit la structure du coût et le modèle d'évaluation avec les mesures et les coûts monétarisés afin d'estimer les investissements et les politiques de transport.
Douglass Lee	1995	Full Cost Pricing of highways	Ce rapport visait à analyser les prix optimaux pour l'efficience économique et pour les modes du véhicule motorisé.
IBI Group	1995	Full Cost Transportation Pricing Study	Cette étude veut estimer les coûts pour les modes camion, rail, automobile au Canada. Les coûts se divisaient en trois parties : les chargés privés, les coûts externes et les subventions principales.
Maddison et al.	1996	The True Costs of Road Transport	Ce livre propose l'efficience économique et l'équité pour traiter les externalités de transport routier. Il développe la méthode d'évaluation des coûts externes, y compris le coût de pollution, de bruit, de congestion, des accidents et les équipements routiers, au Grande Bretagne.
Christopher Z. et Todd L.	1997	An Analysis of the Full Costs and impacts of Transportation In Santiago de Chile	Cette étude est la première recherche d'ensemble des coûts de transport dans les pays en voie de développement en incluant les coûts de parking, de congestion, d'environnement de route.
Mark Delucchi	1996	Annualized Social Cost of Motor Vehicle Use in the United States	La série des 20 rapports d'ensemble essaie d'identifier, de catégoriser et d'estimer des coûts du véhicule motorisé aux Etats-Unis.
FHA (Federal Highway Administration)	1997	1997 FHA Cost Allocation Study Final Report	Ce rapport représente les diverses catégories de véhicule motorisé auxquelles sont affectés les coûts imposés dans le système d'autoroute.
Gunther Ellwanger	2000	External Environmental Costs of Transport	Cet article fournit une estimation des coûts externes pour les modes voiture, bus, rail, avion basé sur les quatre cas d'étude européennes (INFRAS/IWW, EU Green Paper, ECMT et ZEQ-QUITS).
Silvia Banfi	2000	External Costs of Transport : Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe	Cette étude développe la méthode d'évaluation des accidents, du bruit, de la pollution atmosphérique, du changement climatique, de la congestion et des effets non-environnementaux pour les quatre modes de transport (routier, ferroviaire, aérien et fluvial) dans 17 pays en Europe.
Tom Sansom	2001	Surface Transport Costs and Charges	Cette recherche compare les coûts sociaux pour le mode routier et ferroviaire.
Marcel Boiteux	2001	Transports : Choix des investissements et coût des nuisances	Ce travail met à jour ou complétées certains des chiffrages qui avaient été proposés dans un rapport antérieur pour évaluer les principaux impacts des nuisances à prendre en compte dans les bilans socio-économiques de projets d'infrastructure de transport.
INFRAS /IWW	2004	External Costs of Transport – Update Study	Ce rapport final actualise le rapport en 2000 afin d'améliorer l'estimation des coûts externes.
Emile Quinet	2004	A Meta-Analysis of Western European External Cost Estimates	Dans cet article, on compare les résultats de coût de transport, venant de 14 recherches, pour les pays en Europe de l'ouest entre 1998 à 2003.

7.6 Le modèle d'analyse du coût global de déplacement

La plupart des politiques de transport urbain dans le monde visent à encourager à l'usage des transports en commun et des modes non-motorisés, surtout pour les zones denses. L'objectif de ces politiques vise à créer une ville plus durable, mais les différents postes de coût liés aux politiques ne sont pas toujours bien identifiés.

C'est la raison pour laquelle le but de ce chapitre vise à proposer un modèle d'analyse des coûts de déplacement qui peut d'une part diagnostiquer l'intérêt de l'usage des modes de transport et d'autre part répondre les questions liées à la mise en insertion des mesures dans le cadre de développement durable. En effet, l'évaluation du coût global de déplacement comprend de nombreux coûts détaillés. Pour cela, la première étape de ce travail doit recueillir des bases de données complètes afin de précisément estimer les coûts de déplacement dans les mégapoles d'étude.

7.6.1 Définition des notations des modes

Nous distinguons 7 modes de transport urbain pour lesquels nous cherchons à formuler un coût total de déplacement.

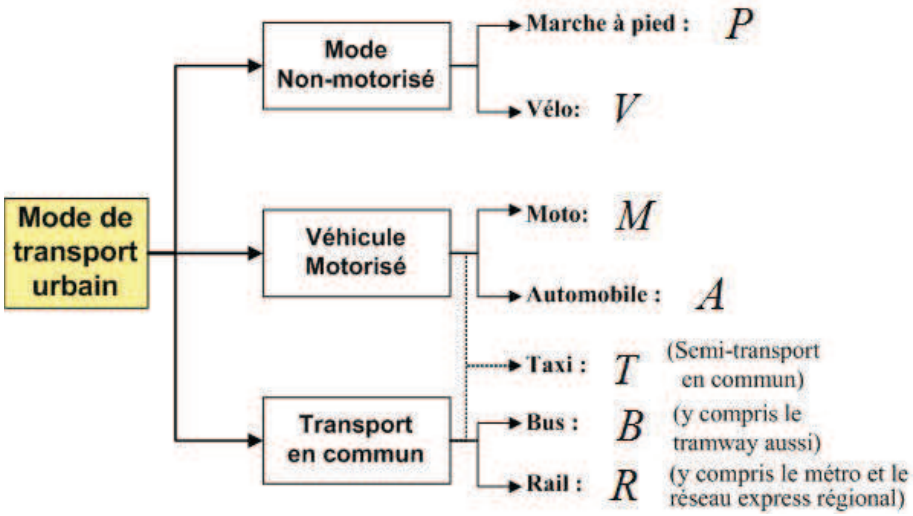


FIGURE VII-4: Le classement des modes de transport urbain

Le signe i symbolise un des modes de transport, comme $i \in \{P, V, M, A, T, B, R\}$.

En plus, il y a trois autres variables principales de la modélisation du coût :

- La distance moyenne de déplacement dans les modes : L_i (km)
- Le taux d'occupation : t_i (voyageur/véhicule), autrement dit, le nombre moyen de personnes dans le véhicule du mode (i).

- La vitesse moyenne du mode (i) : S_i (km/heure) ; autrement dit, c'est la vitesse commerciale de réseau.

En fait, le codage des paramètres pour estimer le coût total de déplacement peut nous permettre de systématiquement calculer et comparer les coûts relatifs de déplacement dans la ville. Pour cela, nous visons à d'abord décrire la relation mutuelle entre ces paramètres et à définir les formules de programmation. Bien que dans notre recherche nous avons simplifié le processus d'estimation des coûts à la suite des données disponibles, cette méthode d'évaluation systématique des coûts de déplacement est quand même utile dans la perspective de recherches à venir.

Note :

Quant aux formules du coût unitaire suivantes, nous marquons toujours au sens général l'unité pour toutes les formules dans notre recherche, comme la valeur monétaire par voyageur-kilomètre ou déplacement etc. La monnaie signifie la monnaie locale par rapport au pays à l'instar d'***EUR*** en France, ***CNY*** en chine et ***TWD*** à Taïwan.

7.6.2 Modèle de coût privé

Le coût total de déplacement peut principalement être séparé en trois, le *coût privé* (appelé aussi le coût lié aux utilisateurs), *le coût public* (appelé plutôt le coût de collectivité) et le *coût externe* (appelé le coût social). On peut également dire simplement que le coût privé est directement supporté par les voyageurs et les employeurs. C'est-à-dire, le coût privé est sans doute un coût perceptible à côté des voyageurs. Par contre, le coût public et le coût externe sont plutôt à la charge des autres acteurs, comme les collectivités. Donc, selon la typologie du coût de déplacement, nous pouvons d'abord définir généralement le coût privé $C(PV)$ dans la formule (1).

$$C_{PV(Z,i)} = C_{U(Z,i)} + C_{H(Z,i,k)} \quad ; \; i \in \{P, V, M, A, T, B, R\} \tag{1}$$

U et H symbolisent le coût d'usage et le coût de temps de déplacement. De plus, ces coûts U et H sont également la fonction de Z, i et k. Par ailleurs, le paramètre Z définit à l'attribut géographique, comme les zones au centre ville ou à la périphérie.

Le paramètre (k) appartient à l'attribut de voyageur[43]. Nous allons les présenter de manière plus précise dans les paragraphes suivants.

7.6.2.1 Le coût d'usage $C_{U(Z,i)}$

Selon la définition des caractéristiques respectives du coût, le coût d'usage peut ici être divisé en deux parties : l'une est le coût fixe et l'autre est le coût variable. Pour le coût d'usage variable, il dépend de la distance de déplacement, la capacité du véhicule (par exemple cylindrée etc.) et la zone différente en ville (Z) (centre ville, banlieue etc.), par contre le coût d'usage fixe ne se modifie pas quand les paramètres de déplacement changent. Par suite, nous pouvons écrire les composants des coûts fixe et variable au-dessous.

Le coût fixe :

- L'achat ou loyer du véhicule
- L'assurance
- L'immatriculation et la taxe sur le véhicule (vignette, carte grise etc.)

Le coût variable :

- La maintenance et la réparation
- L'essence et la taxe sur l'essence
- Les parkings et les péages

Donc, nous pouvons définir que la formule de coût d'usage est :

$$C_{U(Z,i)} = \left(U_{F_{1+2+...+N}} + U_{V_{1+2+...+N}}\right)_i \;;\; i \in \{P, V, M, A, T, B, R\} \qquad (2)$$

Où, $(U_F + U_V)$ est le coût d'usage, y compris le coût fixe U_F et le coût variable U_V, du véhicule par km et par véhicule (argent/véhicule-km).

Le coût d'usage du véhicule par km par déplacement est représenté par $\left(U/t\right)_i$ (argent/voyageur-km), dont le signe t_i est le taux d'occupation.

Le coût d'usage du véhicule par déplacement : $\left(U/t \cdot L\right)_i$ (argent/déplacement), dont

[43] On ne tient compte que l'attribut géographique dans notre recherche, quant à l'attribut des voyageurs (k), il est supposé en général.

L_i est la distance moyenne de déplacement. Pour mieux connaître le processus d'estimation du coût d'usage, on se reportera au chapitre 9. De plus, le coût d'usage comprend aussi la fiscalité γ, comme *TVA*, *TIPP*, vignette et amendes de la circulation routière etc. voir le détail dans le chapitre 10.3.

7.6.2.2 Modèle de coût du temps $C_{H(Z,i,k)}$

Le coût du temps est le coût plus important dans le coût total de déplacement pour les voyageurs. Selon le rapport de *Litman*, le coût du temps occupe en général un quart du coût total de déplacement en voiture. Cependant, le temps de déplacement implique beaucoup de composantes, le temps passé dans le véhicule, le temps d'attente au quai, les temps de correspondance dans les pôles d'échange etc. Nous avons présenté ces composants du temps de déplacement dans l'annexe C. Cependant, nous ne prenons en compte que les composants primordiaux afin de simplifier le processus de modélisation du coût.

Nous pouvons principalement définir le coût de temps selon le temps passé dans le véhicule et en dehors du véhicule. Donc, le temps passé dans le véhicule est nommé L/S où L est la distance moyenne de déplacement et S est la vitesse moyenne des modes que nous avons définis au début de ce chapitre. Donc il s'agit bien d'une distance de réseau et d'une vitesse commerciale de réseau. Et le temps passé en dehors du véhicule est nommé δ y compris le temps d'attente t_n, le temps de correspondance $t_n^{'}$ (la valeur du temps de correspondance égale la valeur du temps en marche), le temps de parking $t_n^{''}$ et le temps d'entrée à la destination finale $t_n^{'''}$. Par ailleurs, la condition géographique (Z) et l'attribut de voyageur (k) peut aussi influer sur le coût du temps de déplacement excepté le différent mode de transport, du fait que la situation de correspondance (pôle d'échange) au centre et en banlieue est toujours différente, et les divers attributs de voyageur (motif de déplacement, comme loisir ou travail) correspondent en fait des différentes valeurs du temps, mais nous supposer qu'il est unique d'attribut de voyageur dans notre estimation.

Donc, la formule de coût du temps total peut être notée $C_{H(Z,i,k)}$ en suivant.

$$C_{H(Z,i,k)} = \left[\frac{(V_E \cdot \delta) + \left(L/_S \cdot V_I \right)}{L} \right]_i \quad ; \; i \in \{P, V, M, A, T, B, R\} \tag{3}$$

Où :

- La valeur du temps à l'extérieur du véhicule $V_E(i,k)$ (argent/heure), ça veut dire que la valeur du temps dépend de l'attribut de voyageur k (motif, revenu) et du mode i de transport.
- La valeur du temps à l'intérieur du véhicule $V_I(i,k)$ (argent/heure)
- Le temps moyen à l'extérieur du véhicule $\delta = t_n + t_n^{'} + t_n^{''}$ dont t_n, $t_n^{'}$ et $t_n^{''}$ sont le temps d'attente, le temps de correspondance et le temps de parking et le temps d'accès aux arrêts (heure)

Selon la formule (3), nous pouvons constater le coût du temps à l'extérieur du véhicule : $(V_E \cdot t_n)_i + (V_I \cdot t_n^{'})_i + (V_E \cdot t_n^{''})_i$ (argent), parce que la valeur du temps de correspondance $t_n^{'}$ est estimé comme la valeur du temps de marche, c'est la raison pour la quelle on marque V_I de mode marche pour cette partie. En plus, le coût du temps à l'intérieur du véhicule est $\left(L/_S \cdot V_I \right)_i$ (argent).

Par conséquent, le coût du temps par km et par déplacement est présenté par $C_{H(Z,i,k)}$ (argent/voyageur-km), et le coût du temps par déplacement est montré par $\left[(V_E \cdot \delta) + \left(L/_S \cdot V_I \right) \right]_i$ (argent/déplacement). Par ailleurs, on peut voir au chapitre 9 pour des explications plus détaillées des chiffres concernés.

7.6.3 Coût public $C_{PB(Z,i)}$

Le coût public est principalement considéré dans l'évaluation des coûts d'exploitation de transport. Ce coût est supporté par les pouvoirs publics. En principe, le résultat d'évaluation du coût public est toujours moins variable que le coût privé et externe du fait que nous obtenons théoriquement plus précisément des données corrélatives venant des collectivités ou des entreprises de transport publiques, comme les données de *STIF* pour la mégapole d'Île-de-France.

Par ailleurs, selon le rapport de *Litman*, le coût public n'est que de 7% du coût total pour le mode automobile. En revanche, la proportion du coût public pour le mode de transport collectif est certainement plus élevée que pour le mode d'automobile.

Donc, pour évaluer le coût public, nous proposons les deux approches d'évaluation : l'une est l'approche comptable liée aux flux annuels de fonctionnement et d'investissement et l'autre est l'approche économique liée à la valeur du stock de capital existant en déduit un coût d'amortissement annuel et ajoute au coût foncier de la consommation d'espace[44], voir le chapitre 10.

Excepté le coût public lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement, il nous faut aussi représenter le montant du produits des taxes spécifiques et des recettes de stationnement sur la voiture particulière et sur les recettes commerciales des entreprises du transport collectif afin d'éviter partiellement les doubles comptes, nous allons présenter le processus d'estimation du coût public et le rendement fiscal relatif en *TC* et *VP*, voir le chapitre 10.

7.6.4 Modèle de coût externe $C_{EN(Z,i)}$

Pour estimer les coûts externes de transport, nous présentons d'abord les descriptions théoriques afin d'indiquer les paramètres potentiels dans les coûts externes. Bien que ces coûts externes soit simplement estimés en fonction des données disponibles dans les mégapoles d'étude dans notre recherche, il faut quand même connaître les facteurs essentiels dans ces coûts afin d'établir l'évaluation systématique du coût externe dans la recherche future pour les autres mégapoles.

En principe, le coût externe[45] est un coût invisible et impayé pour les utilisateurs pour l'instant. Bien qu'il y ait beaucoup des sortes des coûts externes, voir la Fig. VII-3, nous considèrons les cinq coûts plus importants : le coût de pollution atmosphérique, le coût de bruit, le coût d'effet de serre, le coût d'accident et le coût de congestion dans notre recherche.

---

[44] Le coût de la consommation d'espace est la somme de l'espace consommé en circulation (*CEC*) par l'usage du véhicule routier au cours ou à l'issue de ses déplacements quotidiens, mesuré en mètres carrés x heure (m^2xh).

[45] Les coûts externes correspondent à la monétarisation des nuisances produites par le système de transport et non internalisées dans le mode de fonctionnement actuel du marché. Sont pris en considération les coûts relatifs au bruit, à la pollution atmosphérique, à la congestion, à l'effet de serre et aux accidents de la circulation.

Cependant, le coût de congestion[46] est un coût potentiel qui est lié à la valeur du temps en circulation. En revanche, il n'a pas de raison d'être ici pour l'analyse du coût global, qui comporte déjà une valorisation du temps passé en déplacement. D'ailleurs, nous montrons quand même ce coût de congestion dans la partie des coûts externes dans notre recherche afin de comparer l'importance de la congestion par rapport aux autres coûts externes liés aux modes différents.

L'analyse du coût externe est déjà discutée de plus en plus depuis une dizaine d'années, mais ces coûts externes restent encore très variables selon les études internationales. En revanche, dans le cadre de développement durable, il nous faut quand même essayer d'ajouter la réflexion liée à ces coûts externes dans les mesures de transport. Pour cela, nous visons à évaluer ces coûts liés au développement durable dans notre modèle, voir le chapitre 11.

7.6.4.1 Pollution atmosphérique $P_{(i,z)}$

La pollution atmosphérique est principalement évaluée à travers son impact sur la santé humaine. Elle est donc directement liée à la valeur de la vie humaine. De plus, la pollution atmosphérique résulte de la combinaison de différentes pollutions.

Selon la définition d'*INFRAS-IWW* (2000), le coût de la pollution atmosphérique peut être écrit par la santé des populations exposées et la mortalité et la morbidité à l'échelle humaine et aussi par le dommage environnemental à l'échelle naturelle. La formule générale d'évaluation (Eq.5) pour le coût de la pollution atmosphérique[47] est au sens large donnée.

$$P_{(i,z)} = (HD + CL + FD)_{i;z} \text{ (argent/km/véhicule)} \tag{4}$$

Où, $(HD)_i$ est le dommage humain causé par le mode de transport i dans la zone z ; $(CL)_i$ signifie le bénéfice perdu de l'agriculture causé par le mode de transport i dans la zone z ; $(FD)_i$ est le dommage des forêts causé par le mode de transport i dans la

[46] La congestion se définit comme la gêne que les véhicules s'imposent les uns aux autres en raison de la relation qui existe entre la densité de circulation sur un itinéraire ou sur un réseau et la vitesse d'écoulement des trafics, compte tenu de la capacité. Au-delà de cette approche, l'expression a de nombreuses acceptions (*INFRAS/IWW*).

[47] Selon la méthode IPA (Impact pathway Approach), nous pouvons modéliser ce concept dans la formule suivante $P_{(i,z)} = \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left[\left(a \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{T_{i,z} \cdot L_{i,z}}{f_i} \cdot k_{ij} \cdot 365 \right) \pm b \right] \cdot P_j \cdot p \right\} \cdot X_j^i$

zone z .

A cause de cette complexité d'évaluation sur les hommes, l'agriculture et la nature causés par les pollutions, la plupart des études n'estiment que toujours le coût de pollution atmosphérique lié au dommage humain.

7.6.4.2 Bruit $N_{(z,i)}$

Le coût du bruit est évalué en prenant la valeur unitaire des dommages subis par les personnes gênées, multipliée par le nombre de personne. Après avoir dénombré les populations soumises à plus 65 dB(A), entre 60 et 65 dB(A) et entre 55 et 60 dB(A), on multiplie la valeur unitaire par le nombre d'habitants supposés gênés par le coût total de la nuisance. (*Boiteux*, 2001)

$$N_P = \frac{1}{2} \cdot VB \cdot \left[0.1 \cdot \{L_j - 60dB(A)\} + 0.1 \cdot \{L_n - 0.55dB(A)\}\right] \text{ (argent/habitant)} \qquad (5)$$

Où N_P est le coût unitaire du bruit par habitant par an ; VB_i est la valeur de base par an[48] et L_j et L_n sont les niveaux sonores en période de jour et de nuit. Cette formule adoptée est cohérente avec la réglementation en vigueur pour la protection des riverains de routes nouvelles : le niveau sonore en deçà duquel la valeur de la gêne est égale à zéro est le niveau correspondant au seuil réglementaire, la gêne de nuit et la gêne de jour sont distinguées et prises en compte avec un poids égal.

En plus, le coût du bruit par km par déplacement selon la condition géographique peut être montré ci-dessous :

$$N_z = N_P \cdot (Pop)_z \Big/ \sum_z (L_i \cdot Nb_i) \quad \text{(argent /voyageur-km)} \qquad (6)$$

Dont, $(Pop)_z$ signifie que le nombre d'habitant dans la zone z ; $(L_i)_z$ est la distance moyenne de déplacement selon les modes i dans la zone z ; $(Nb_i)_z$ signifie que le nombre de déplacement par an pour le mode i dans la zone z ; $\sum_z (L_i \cdot Nb_i)$ est la distance total de déplacement pour tous les modes dans la zone z . De plus, le coût

[48] Il est conseillé 963F en 1994 par le rapport de *Boiteux*. p. 252. Cette valeur par an correspond à un niveau sonore de 70 dB(A) de jour et 65 dB(A) la nuit.

unitaire par km et par véhicule peut théoriquement être représenté par la formule suivante $N_{(z,i)} = N_z / t_i$ dont le signe t_i est le taux d'occupation.

7.6.4.3 Effet de serre $Es_{(i)}$

Le coût lié à l'effet de serre est une pollution globale dans le monde. Donc, il est plutôt identique pour chaque zone dans la ville. Pour cela, ce coût n'est que différencié par le mode de transport lié au taux d'occupation différent.
Pour évaluer le coût de l'effet de serre, nous referons à l'étude de *Boiteux* (1995) dans lequel le coût de l'effet de serre peut être décidé par la consommation énergétique de carburant, comme l'équation (8) suivante :

$$Es_{(i)} = C_E(i) \cdot 0.83 \cdot T_{Carbone} \text{ (argent /véhicule-km)} \quad (7)$$

Où $C_E(i)$ est la consommation énergétique en Kep[49] par mode et par voyageur-km (kg carburant/voy.-km), $T_{carbone}$ est le taxe de carbone, le coefficient de 0.83 peut être exprimé la transformation les kilos de carburant vers des kilos de carbone produites dans le secteur des transports (*Boiteux*, 2001).

7.6.4.4 Accidents $A_{(Z,i)}$

Le coût des accidents vise à apprécier la valeur de la vie humaine selon le rapport de *Boiteux* (2001) qui peut être divisé en trois catégories : le coût d'indemnisation C_I, le capital humain C_H, le consentement à payer ou à accepter C_C.

De plus, nous visons d'abord à préciser ces trois catégories de valeur des accidents $(C_I + C_H + C_C)$; en premier lieu, les valeurs retenues, qui servent généralement au calcul des indemnités que versent les compagnies d'assurance aux victimes, reposent principalement sur les coûts directs (matériels et moraux) des accidents, coût qui sont généralement révisés pour tenir compte du fait que ces indemnités ne couvrent que les préjudices assurés.

En deuxième lieu, pour le coût de capital humain, il est basé sur l'estimation des pertes que va subir la société du fait du décès ou des blessures d'une personne. En troisième lieu, le consentement à payer ou à accepter se focalise à chercher à évaluer

[49] Kep : Kilogramme d'équivalent pétrole

les satisfactions dont l'accident prive la victime et ses proches du fait des années de vie perdues.

De plus, l'évaluation du coût total des accidents passe par la multiplication des nombres de tués et blessés par les valeurs unitaires correspondantes, auxquelles on ajoute l'évaluation des dégâts matériels. Les points clés de l'évaluation des accidents sont les valeurs unitaires de la vie humaine et des blessés, la détermination de leurs parts interne et externe. Pour déterminer le coût des accidents, nous supposons qu'il n'y ait qu'un seul type de trafic, que les usagers ont tous le même coût externe et le même interne dans le mode de transport i. Donc, la formule du coût total des accidents peut être montrée au-dessous (*Quinet*, 2005) :

$$A_i = (a)_i \cdot Q_i \cdot r\left(Q\right)_i \text{ (argent)} \tag{8}$$

Où,

- $\left(a\right)$: est la valeur de la vie humaine.
- Q_i : le débit du mode i dans le transport routier.
- $r\left(Q\right)_i$: le taux de risque, nombre d'accidents pour le mode i par unité de débit, qui dépend du débit.

Donc, le coût moyen unitaire des accidents par véhicule est évalué comme sur la formule suivante : $\left(A/Q\right)_i = \left(a+c\right)\cdot r\left(Q\right)$ (argent/véhicule-km).

7.6.4.5 Congestion $G_{(Z,i)}$

La congestion se définit comme la gêne que les véhicules s'imposent les uns aux autres en raison de la relation qui existe entre la densité de circulation sur un itinéraire ou sur un réseau et la vitesse d'écoulement des trafics, compte tenu de la capacité. Au-delà de cette approche, l'expression a de nombreuses acceptions. On réfère ici au point de vue de *l'INFRAS/IWW* qui établit un lien entre le volume de trafic, la valeur du temps et la dépense du carburant.

Les gains de décongestion sont très importants et valorisés simplement par le temps gagné par l'ensemble des usagers rapporté au véhicule x kilomètre retiré d'un itinéraire encombré. Donc, la formule générale de coût total de la congestion par mode et par zone selon les paramètres de mode et de zone $G\left(i,Z\right)$ peut être montrée

au-dessous :

$$G(i,Z) = q(i,z) \cdot \left[V_I(i,k) \Big/ v(q)_{i,z} + FC(v(q)) \right] \text{ (argent)} \tag{9}$$

Où $V_I(i,k)$ est la valeur du temps pour le mode i, $q(i,k)$ est le volume de trafic pour le mode i par temps unitaire dans la zone z, $v(q)_{i,z}$ est la vitesse de déplacement moyenne (kph) pour le mode i dans la zone z ; $FC(v(q))$ est le coût de carburant selon la vitesse (ECU/km). C'est-à-dire, le coût d'embouteillage plus élevé est causé par le volume de trafic plus lourd lié à la vitesse faible et au coût du carburant élevé.

De plus, le coût unitaire de la congestion par km et par déplacement selon la zone différente et le mode de transport est présenté comme sur l'Eq. (11).

$$G_{(i,z)} = G(i,z) \Big/ (L_i \cdot Nb_i)_z \text{ (argent/voyageur-km)} \tag{10}$$

Où, $(L_i)_z$ est la distance moyenne de déplacement selon les modes i dans la zone z ; $(Nb_i)_z$ signifie que le nombre de déplacement par an pour le mode i dans la zone z.

7.6.4.6 Bilan

Conformément à l'introduction respective des coûts externe précédemment, nous déduisons donc que le coût externe total est ci-dessous Eq. (11) :

$$C_{EN(Z,i)} = P_{(i,z)} + N_{(i,z)} + Es_{(i)} + A_{(i,z)} + G_{(i,z)} \text{ (argent/véhicule-km)} \tag{11}$$

Selon l'équation (11) au dessus, $C_{EN(Z,i)}$ est le coût externe par km et par véhicule, donc il faut diviser par t (taux d'occupation) pour obtenir le coût externe par km et par déplacement est $\left(C_{EN} \Big/ t \right)_i$ (argent/voyageur-km).

7.6.5 Modèle de coût total de déplacement C_i

Conformément aux descriptions respectives des coûts, nous pouvons définir ici que le coût total de déplacement est intégré par Eq. (13).

$$C_i = C_{PV(Z,i)} + C_{PB(Z,i)} - \gamma + C_{EN(Z,i)} \ ; \ i \in \{P, V, M, A, T, B, R\} \text{ (argent/véhicule-km)} \quad (12)$$

Où γ est le rendement public, y compris la fiscalité, les recettes, pour éviter le double compte dans le coût total de déplacement. En plus, le coût total par déplacement $\left(C/t \cdot L\right)_i$ (argent/déplacement), et le coût total par km par déplacement $\left(C/t\right)_i$ (argent/voyageur-km) dont t est le taux d'occupation et L est la distance (km) de déplacement.

7.6.5.1 Prise en compte des correspondances dans le modèle de coût total

Il en résulte que dans le coût total de déplacement peut être considéré le coût de la correspondance ou non-correspondance pour le déplacement en intermodalité.

- ***Le coût total de déplacement sans correspondance*** $\left(C_{non-C}\right)_i$

Cette situation peut être supposée si le voyageur n'utilise qu'un mode de transport d'origine à destination, il n'y a aucune de correspondance dans le déplacement.

a. Coût total de déplacement par déplacement (C^T_{non-C})

$$\left(C^T_{non-C}\right)_i = \left(C/t \cdot L\right)_i \quad \text{(argent/déplacement)} \quad (13)$$

b. Coût total de déplacement par km et par déplacement (C^K_{non-C})

$$\left(C^K_{non-C}\right)_i = \left(C/t\right)_i \quad \text{(argent/voyageur-km)} \quad (14)$$

- ***Le coût total de déplacement avec correspondance*** $\left(C_{avec-C}\right)_i$

Cette condition de déplacement est effectuée seulement par un même mode de transport d'origine à destination, mais il est quand même appelé un cas spécial des déplacements intermodaux, par exemple bus+bus ou métro+métro etc.

Donc, nous définissons d'abord les deux paramètres avant de présenter la formule : le temps moyen pour l'O-D : T_C et la proportion entre le temps à l'extérieur du

véhicule et le temps total : P_T .

En fait, le coût total de déplacement intermodal n'a que plus d'un coût du temps à l'extérieur du véhicule par rapport au coût total de déplacement en mode unique.

a. Coût total de déplacement par déplacement C^T_{avec-C} (pour un mode)

Pour évaluer le coût total de déplacement intermodal, ce coût est le somme de deux parts : l'une est le coût de déplacement à l'intérieur du véhicule (comme A dans la formule 16) et l'autre est le coût de déplacement à l'extérieur du véhicule (comme B). Donc, si on ne considère que le coût de déplacement à l'intérieur du véhicule, le coût total de déplacement intermodal est tout à fait pareil que celui de déplacement en mode unique. Pour cela, nous pouvons constater que le coût de déplacement à l'extérieur du véhicules est le coût supplémentaire pour le coût total de déplacement intermodal, y compris le coût du temps lié à la correspondance, l'attente, le parking etc.

$$\left(C^T_{avec-C}\right)_i = \sum_1^j \left\{ \underbrace{\frac{\left(C_{PV} + C_{PB} - \gamma + C_{EN}\right)}{t} \cdot T_C \cdot \left(1 - P_T\right) \cdot S}_{\text{A. Coût de déplacement à l'intérieur du véhicule}} + \underbrace{\left[V_E \cdot \left(T_C \cdot P_T\right) + T_C \cdot \left(1 - P_T\right) \cdot V_I\right]}_{\text{B. Coût de déplacement à l'extérieur du véhicule}} \right\}_i \quad (15)$$

Où $j \geq 1$ (argent/déplacement)

Ici, j est le nombre de correspondances, et le signe $\left(T_C \cdot P_T\right)$ est le temps à l'extérieur du véhicule pour la correspondance, y compris le temps d'attente, de correspondances et aussi de parking dans notre recherche. Cependant, nous supposons ici d'abord que la marche dans la station et l'attente du véhicule ou le temps de parking n'ont que la dépense en temps pour les voyageurs, quant aux coûts des dépenses publiques (pour les parkings, les stations de *TC*, les souterrains piétons etc.) ; et des externalités (chauffage des stations, insécurité personnelle) sont respectivement comptées dans les articles C_{PB} et C_{EN}.

Dans la formule ci-dessus, si j est zéro, ça veut dire qu'il n'y a pas de correspondance dans le déplacement, donc nous pouvons observer que le coût total de déplacement avec correspondance égale le coût de déplacement sans correspondance.

$$\left(C^T_{avec-C}\right)_i = \left(C^T_{non-C}\right)_i$$

b. Coût total de déplacement par km et par déplacement C^{K}_{avec-C} (pour un mode)

$$\left(C^{K}_{avec-C}\right)_i = \frac{1}{L}\cdot\sum_{1}^{j}\left\{\underbrace{\frac{\left(C_{PV}+C_{PB}-\gamma+C_{EN}\right)}{t}\cdot T_C\cdot\left(1-P_T\right)\cdot S}_{\text{A. Coût de déplacement à l'intérieur du véhicule}}+\underbrace{\left[V_E\cdot\left(T_C\cdot P_T\right)+T_C\cdot\left(1-P_T\right)\cdot V_I\right]}_{\text{B. Coût de déplacement à l'extérieur du véhicule}}\right\}_i$$

(argent/voyageur-km) (16)

Où, S est la vitesse moyenne des modes et L est la distance de déplacement d'origine à destination.

Hypothèse principale :

- Hypothèse 1 : S'il n'y a pas de correspondance dans le déplacement, donc j égale zéro.
- Hypothèse 2 : le temps de marche à pied en correspondance dans la station doit être ici compté ensemble avec le coût de déplacement en marche à pied dans un tronçon de déplacement, par exemple le coût de déplacement à pied de la maison à la station etc., quand les voyageurs prennent le bus ou le métro.

7.6.6 Modèle de coût des modes combinés

A la suite de description du coût total de déplacement avec correspondance par un mode d'origine à destination, ce paragraphe va intégrer les coûts indiqués pour le déplacement intermodal lié aux différents modes. Pour cela, nous pouvons diviser le déplacement d'origine à destination en trois sections principales, comme la section d'entrée (avant d'entrer la première station de *TP* [50]), la section de sortie (après de sortir de dernière station de *TP*) et la section entre les *PE* [51] (de la première station à la dernière station), voir la figure suivante. Donc, nous devons combiner les coûts de déplacement par rapport aux sections pour obtenir le coût total de déplacement du voyageur. De plus, nous pouvons également présenter les formules relatives du coût total rapporté au déplacement et au voyageur kilomètre.

[50] Station de transport public

[51] Pôle d'échange

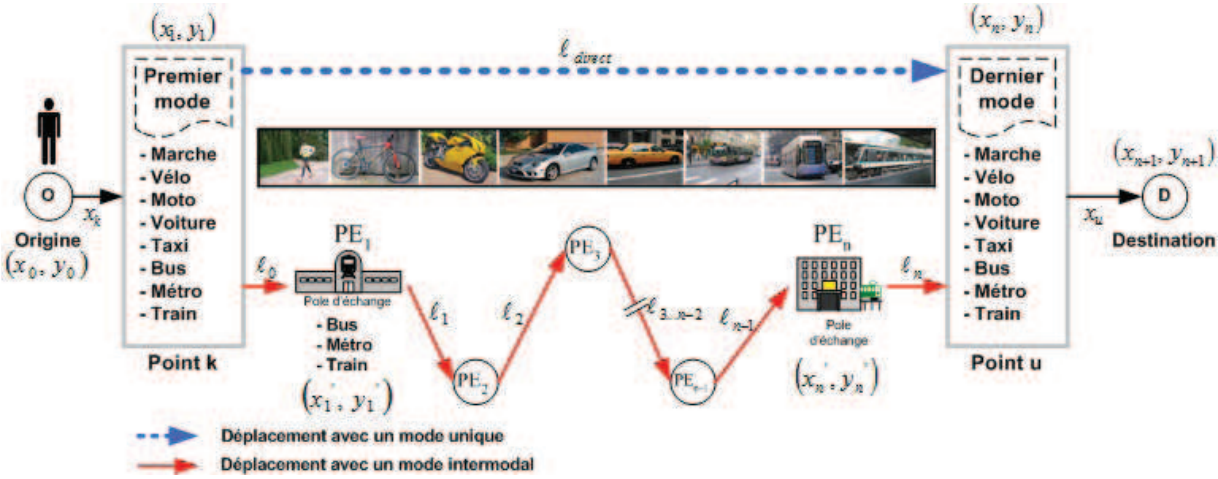


FIGURE VII-5 : Le déplacement de passager en transport intermodal

Source: Réalisé par auteur

➢ **Le coût total combiné de déplacement avec correspondance**

a. Coût total de déplacement par déplacement (les modes combinés)

$$CT = \underbrace{\left\{\left(C^{T}_{avec-C}\right)_{i=P,V,M,A,T}\right\}_{Entree}}_{\text{A. Avant d'entrer Pôle d'échange}} + \underbrace{\left\{\left(C^{T}_{avec-C}\right)_{i=B,R}\right\}}_{\text{B. Entre Pôle d'échange}} + \underbrace{\left\{\left(C^{T}_{avec-C}\right)_{i=P,V,M,A,T}\right\}_{Sortie}}_{\text{C. Après de sortir Pôle d'échange}}$$

(argent/déplacement) (17)

b. Coût total de déplacement par km et par déplacement (les modes combinés)

$$CK = \frac{1}{L}\cdot\left\{\begin{array}{l}\left[\left(C^{K}_{avec-C}\right)_{i=P,V,M,A,T}\cdot \ell_0\right]_{Entree} \\ +\left[\left(C^{K}_{avec-C}\right)_{i=B,R}\cdot \sum_{1}^{n-1}\ell_n\right] \\ +\left[\left(C^{K}_{avec-C}\right)_{i=P,V,MvA,T}\cdot \ell_n\right]_{Sortie}\end{array}\right\} \quad \text{(argent/voyageur-km)} \qquad (18)$$

Où L est la distance de déplacement d'origine à destination $\left(L = \sum_{0}^{n}\ell_n\right)$. et ℓ_0, ℓ_n et $\sum_{1}^{n-1}\ell$ est la distance de transport pour chaque section dans un même déplacement. Donc nous pouvons approximativement simplifier la formule ci-dessus comme la suivante, si la valeur de pondération pour chaque section est pareille.

$$CK = \frac{1}{(2+j)} \cdot \left\{ \underbrace{\left[\left(C^{K}_{avec-C} \right)_{i=P,V,M,A,T,B} \right]_{Entree}}_{\text{A. Avant d'entrer Pôle d'échange}} + \underbrace{\left[\left(C^{K}_{avec-C} \right)_{i=B,R} \right]}_{\text{B. Entre Pôle d'échange}} + \underbrace{\left[\left(C^{K}_{avec-C} \right)_{i=P,V,MvA,T,B} \right]_{Sortie}}_{\text{C. Après de sortir Pôle d'échange}} \right\} \quad (19)$$

Où $j \geq 1$ (argent/voyageur-km)

7.6.7 Modélisation du coût de déplacement intermodal

Selon les définitions des coûts dans le déplacement, nous visons ici à intégrer ces divers coûts de déplacement afin d'établir un modèle générale du coût d'analyse de déplacement intermodal. Comme la figure VII-5, nous pouvons supposer que le voyageur vient de l'origine $(x_0; y_0)$ et arrive à la destination $(x_{n+1}; y_{n+1})$ dans les régions urbaines.

Il nous faut aussi considérer la situation géographique et l'attribut fondamental des voyageurs dans les processus de modélisation du coût, comme nous avons présenté dans le paragraphe dernier. Pour cela, dans la table VII-5, nous avons mis les formules corrélatives de modélisation du coût décomposé pour le déplacement intermodal et non-intermodal.

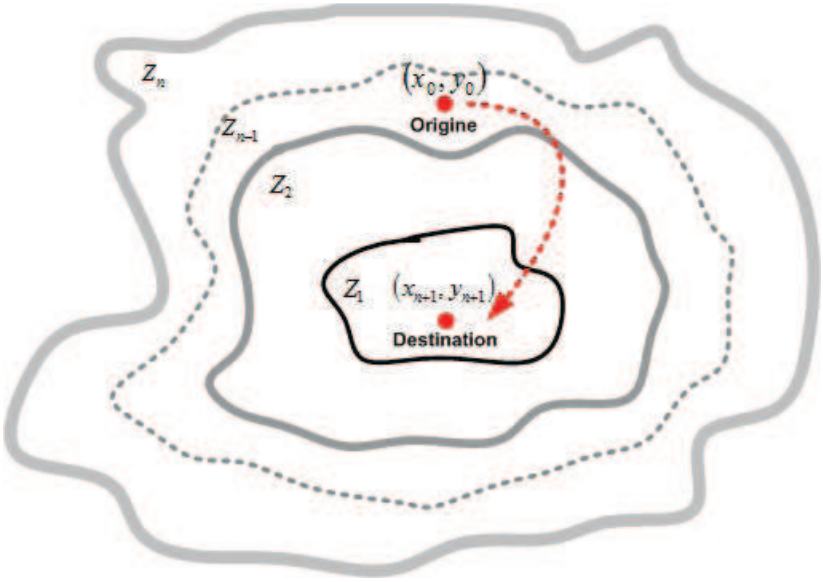


FIGURE VII-6 : La situation géographique de l'origine et la destination

TABLE VII-3 : Introduction des paramètres pour les équations

C_U :	Le coût unitaire d'usage par déplacement	t_n :	Le temps de marche à la correspondance
C_{PB} :	Le coût unitaire public par déplacement	t'_n :	Le temps d'attente à la correspondance
C_{EN} :	Le coût unitaire externe par déplacement	C_E :	La valeur du temps à l'extérieur du véhicule
S_i :	La vitesse moyenne par mode	ℓ_{direct} :	La distance entre les point k et u
ℓ_0 :	La distance entre le dernier pôle d'échange S_n et le point u	ℓ_n :	La distance entre le point k et le premier pôle d'échange S_1
Z :	La zone dans la ville	C_I :	La valeur du temps à l'intérieur du véhicule
x_k :	La distance de marche de l'origine au premier mode de transport	x_u :	La distance de marche du dernier mode de transport à la destination

TABLE VII-4 : Décomposition de coût total de déplacement en transport intermodal et non intermodal

Mode de déplacement		**Transport intermodal**		**Transport non-intermodal**
		Devant PE_1 / Derrière PE_n [521]	Section intermodale $(PE_1 \Rightarrow PE_n)$	O – D en direct
Coût Privé	**1.** Coût d'usage	$C_{1/D} = C_U(Z,i)\cdot(\ell_0 + \ell_n)$	$C_{1/I} = \sum_{n=1}^{n} C_U(Z,i)\cdot \ell_n$	$C_{1/OD} = C_U(Z,i)\cdot L$
	2. Coût du temps	$C_{2/D} = \left(x/S_i\right)\cdot C_{I(i,k)_{i=P}} + \left(\ell_0 + \ell_n/S_i\right)\cdot C_{I(i,k)}$	$C_{2/I} = \sum_{n=1}^{n}\left(\ell_n/S_i \cdot C_{I(i,k)} + \delta_n \cdot C_{E(i,k)}\right)$	$C_{2/OD} = x/S_i \cdot C_{I(i,k)_{i=P}} + L/S_i \cdot C_{I(i,k)}$
3. Coût public		$C_{3/D} = C_{PB}(Z,i)\cdot(\ell_0 + \ell_n)$	$C_{3/I} = \sum_{n=1}^{n} C_{PB}(Z,i)\cdot \ell_n$	$C_{3/OD} = C_{PB}(Z,i)\cdot L$
4. Coût externe		$C_{4/D} = C_{EN}(Z,i)\cdot(\ell_0 + \ell_n)$	$C_{4/I} = \sum_{n=1}^{n} C_{EN}(Z,i)\cdot \ell_n$	$C_{4/OD} = C_{EN}(Z,i)\cdot L$
Coût total partiel		$C_D = \sum_{j=1}^{4} C_{j/D}$	$C_I = \sum_{j=1}^{4} C_{j/I}$	$C_{OD} = \sum_{j=1}^{4} C_{j/OD}$
Ensemble		$C_{Total} = C_D + C_I$		$C_{Total} = C_{OD}$

P.-S. $x = x_k + x_u$ (La distance court de l'origine au premier mode et du dernier mode à destination)

$\delta_n = t_n + t_n^{'} + t_n^{''}$ (Le temps à l'extérieur du véhicule)

$L = \ell_{direct}$

Conformément à la table précédente, nous savons que le déplacement d'origine à destination n'utilise qu'un mode de transport et celui est un cas spécial dans le déplacement intermodal.

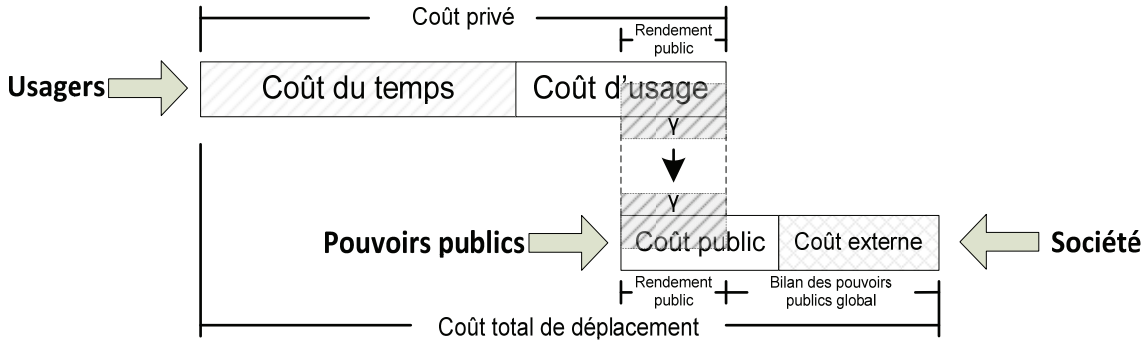
De plus, ces coûts sont des coûts moyens par mode et par O-D, mais qu'ils peuvent varier considérablement selon le trajet effectif effectué.

[52] PE : Pôle d'échange

7.7 Concept de diagnostic lié à la compétitivité des modes et aux mesures de transport

Après avoir établi un algorithme du coût total de déplacement (y compris le déplacement intermodal et non-intermodal), nous visons ensuite à présenter un concept de diagnostic lié à la compétitivité des modes et aux mesures de transport dans la mégapole. En effet, dans le cadre de développement durable, le développement des modes de transport doit prendre en compte les caractéristiques propres liées aux aspects différents (usagers, pouvoirs publics et société) afin de créer le bénéfice social maximal. Ces caractéristiques propres peuvent directement décider la compétitivité relative des modes dans la mégapole. C'est-à-dire, le concept de diagnostic de la compétitivité des modes peut être fondé sur la cohérence de développement des modes liée à ces aspects différents basés sur l'évaluation des coûts de déplacement, du fait que le développement des modes doit non seulement satisfaire la demande pour les usagers, mais aussi la capacité des pouvoirs publics et l'impact environnemental.

Selon la définition de la typologique des coûts de déplacement dans le chapitre dernier, le coût privé, qui comprend le coût d'usage et le coût du temps, joue sur les comportements des usagers ; le coût public (nommé le bilan des pouvoirs publics) est à la charge des collectivités et le coût externe relatif à l'impact environnemental concerne l'ensemble de la société, voir la table VII-7.



* Le bilan des pouvoirs publics global est les dépenses publiques plus le coût externe et moins les recettes publiques.

FIGURE VII-7 : La structure des coûts de déplacement

Ensuite, nous pouvons diviser ce modèle de diagnostic en trois dimensions : le choix individuel lié aux coûts à la charge des usagers (le coût privé), le budget de financement public lié aux dépenses publiques réelles[53] à la charge des pouvoirs publics et l'impact environnemental lié aux coûts à la chage de la société. En toute logique, le coût économique total (incluant les coûts externes) devrait être le critère de jugement premier. Toutefois, de pris une quinzaine d'années (en France et en Europe) les politiques conduites recherchent à ce coût global qui aux bénéfices qu'on peut utiliser de la minimisation des coûts externes. Il n'empêche que les usagers ¨gardant la main¨ sur leurs comportements, et que ceux-ci sont guidés par les coûts privés. Il n'empêche que le cintrainte financière sur les budgets publics est plus pesante de jour en jour, et c'est pourquoi nous concervons une approche en trois postes de coût (privé, pour les pouvoirs publics, externes) pour mener à bien les analyses.

A la suite de la définition de modèle de diagnostic à travers des dimensions, nous proposons un exemple dans la figure suivante afin d'expliquer la compétitivité entre *VP* et *TC* basée sur ces dimensions.

Si le développement de mode *TC* peut, par exemple, satisfaire les trois dimensions liées au choix individuel, au budget de financement public et à l'impact environnemental (la zone ¨A¨), cela signifie que le développement de *TC* est absolument cohérent et compétitif par rapport aux autres modes pour les activités différentes (usagers, pouvoirs publics et société).

<u>La zone A :</u> $C_{PV}(VP) > C_{PV}(TC)$, $C_{PB}(VP) > C_{PB}(TC)$ et $C_{EN}(VP) > C_{EN}(TC)$

De plus, dans les zones ¨B¨, ¨C¨ et ¨D¨, si le développement de mode ne satisfait que les deux des trois dimensions, il faut ensuite vérifier le coût total de déplacement[54] afin de connaître bien le niveau d'incohérence. Par exemple, le développement de *TC* lié à la zone ¨B¨ signifie qu'il est cohérent par rapport aux autres modes dans la dimension liée au choix individuel et à l'impact environnemental, mais incohérent dans la dimension lié au budget de financement public.

<u>La zone B :</u> $C_{PV}(VP) > C_{PV}(TC)$ et $C_{EN}(VP) > C_{EN}(TC)$, mais $C_{PB}(VP) < C_{PB}(TC)$

Dans ce cas, nous pouvons mettre en pratique des mesures de transport corrélatives afin de changer la situation incohérente liée au budget de financement public. C'est-à-dire, ce

[53] Le solde des recettes et des dépenses constitue le bilan pour les pouvoirs publics.

[54] $C_{Total(Z,i)} = C_{PV(Z,i)} + \{C_{PB} + C_{EN} - \gamma\}_{Z,i}$

modèle est aussi adapté d'être appliqué sur le diagnostic de la compatibilité des mesures de transport.

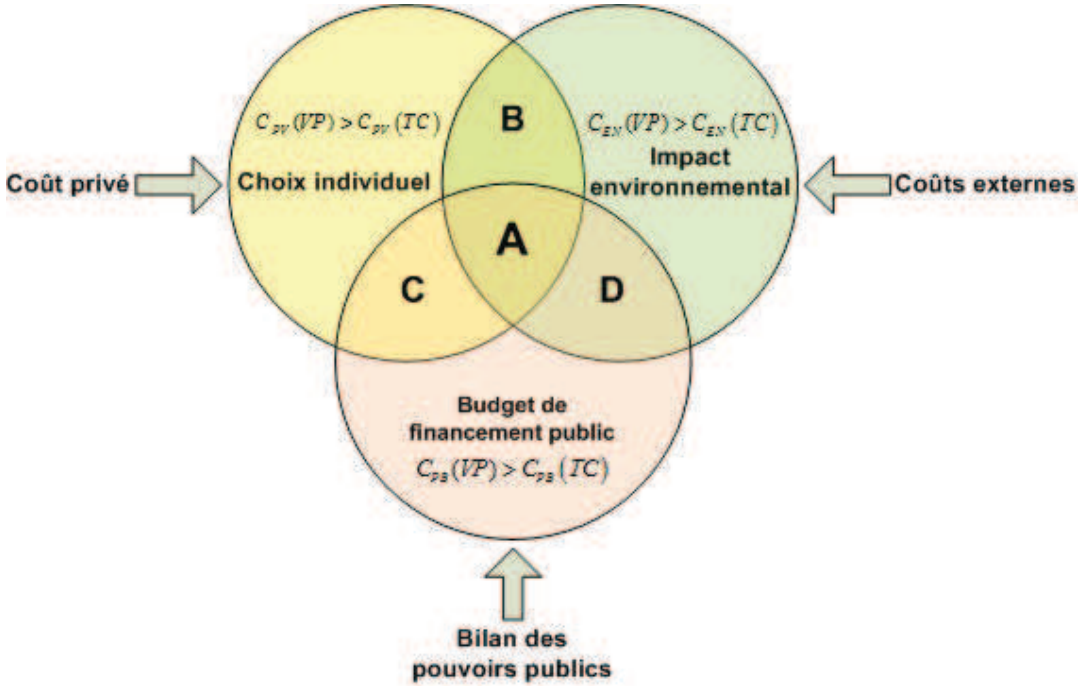


FIGURE VII-8 : Séhéma de la coherence du développement de mode basé sur les coûts

Source : Réalisé par l'auteur

Conformément à la description qualitative de la méthode de diagnostic sur la compétitivité des modes, nous voyons que l'analyse des coûts de déplacement peut répondre à plusieurs questions sur le développement de transport dans le cadre de développement durable à travers des aspects différents. C'est la raison pour laquelle on propose un modèle de diagnostic de la compétitivité des modes issu de l'évaluation des coûts de déplacement. Le résultat d'évaluation des coûts de déplacement seraensemble présenté dans la synthèse des coûts de déplacement. De plus, ce résultat sera ensuite appliqué dans la troisième partie pour mettre en examen la compatibilité des mesures de transport.

Dans l'ensemble, un mode de transport compétitif et cohérent, qui dépend de la condition géographique, des caractères des usagers et de l'économie individuelle, doit donner les services solides relatifs aux usagers et à la fois respecter le budget de financement public des pouvoirs publics et l'impact environnemental dans le cadre de développement durable.

CHAPITRE 8 : LE COUT DU TEMPS DE DEPLACEMENT

Selon la définition précédente du coût de déplacement, le coût privé consiste en deux coûts principaux : le coût du temps et le coût monétaire d'usage. C'est un coût direct de transport pour les usagers. Selon les résultats d'évaluation des coûts dans les études internationales, le coût du temps de déplacement atteint presque le tiers du coût global de déplacement. Pour cela, nous allons présenter le coût privé en deux chapitres, le premier chapitre va d'abord préciser le coût du temps de déplacement, et le deuxième chapitre vise à indiquer le coût d'usage.

Contrairement au prix et aux autres facteurs, le temps est absolument contraint puisque le voyageur ne peut pas augmenter le temps dépensé dans les déplacements à l'infini (*Golob*, 2000 ; *Bhat and Koppelman*, 1999). Les gains de temps sont une des motivations majeures des passagers choisissant un mode de transport. Cette valorisation s'effectue en recourant à la notion de valeur du temps. Par ailleurs, avant que nous commencions à définir le coût du temps de déplacement, nous devons d'abord connaître la relation entre la notion de valeur du temps, l'évolution de son développement et l'usage des modes, parce que cette connaissance nous permettra de faire plus précisément des hypothèses et des classements.

8.1 Le concept théorique de la valeur du temps

La notion de valeur du temps est issue de recherches anciennes. Dans la théorie traditionnelle, la valeur du temps est construite par le domaine de l'analyse économique. Les premières réflexions sur la valeur du temps portaient sur sa rareté, c'est-à-dire, la valeur du temps est liée à la rareté relative du temps et de l'argent : le consommateur, devant la double contrainte de rareté du temps et de l'argent, attribue une valeur monétaire au temps. La valeur du temps utilisée pour convertir en argent les gains de temps des usagers, est un élément essentiel du calcul des avantages des modes de transport. De plus, il y a deux types de valeurs[55] qui sont utilisées : la valeur révélée ou comportementale, et la valeur tutélaire. La valeur révélée, ou comportementale, est ce que les usagers attribuent implicitement à leur temps, et qu'ils révèlent au travers de leur comportement. Et la valeur tutélaire est ce

[55] Selon le rapport *GAC (OEST)*, il est indiqué qu'il existe de fait, pour les projets de transport, deux valeurs du temps : l'une révélée par les comportements, utilisée pour évaluer l'avantage des usagers ; l'autre dite ¨tutélaire¨, utilisée pour calculer l'avantage pour l'Etat. Cette seconde valeur est calculée à partir des salaires horaires moyens (y compris les charges y afférentes), auquel on affecte un coefficient réducteur selon les motifs de déplacement ; ce qui permet de calculer une valeur moyenne.

que l'État, dans sa sagesse, attribue au temps des citoyens. Une valeur tutélaire a été parfois utilisée. Un consensus s'est établi aujourd'hui pour utiliser une valeur révélée.

La recherche sur la valeur du temps peut être conceptualisée à porter des utilités marginales des temps de travail et de loisir.

L'économiste *Becker* (1965) a proposé que le coût d'activité comprenne non seulement la dépense monétaire et de ressource, mais aussi compte le coût du temps passé pour cette activité, le coût du temps ici peut être appelé le revenu abandonné, c'est-à-dire, on remplace du travail par une autre activité pendant ce temps là. *Beesley* (1965) a utilisé le coefficient de la variable de temps et le coefficient du coût relatif afin d'estimer la valeur du temps. *Johnson et Oort* (1969) a présenté la valeur du temps par rapport à l'utilité marginale n'égalant pas zéro. *Bradly et Gunn* (1990) ont déjà fait une recherche sur la valeur du temps par rapport au choix de mode de transport.

En réalité, cette valeur absolue du temps n'est jamais mesurée, car on n'observe que des choix dépendant des alternatives en présence, et l'on ne peut que comparer les désutilités relatives du temps pour différentes activités. Ces désutilités diffèrent de la valeur absolue du temps d'un terme exprimant le caractère contraint de l'activité. Si ce terme est nul, il s'agit d'une activité de loisir pur. Si ce terme est non nul, il représente la valeur du temps perdu pour cette activité contraignante, par rapport à une activité de loisir pur, et c'est donc cette notion qui doit servir pour la valorisation. Cette notion de valeur du temps est donc spécifique à l'activité pratiquée.

La recherche sur la valeur du temps dans le monde est en développement, donc il manque encore une façon ou une théorie que l'on peut accepter ensemble. De plus, la valeur du temps peut être affectée par de nombreux facteurs (le revenu, l'âge, le temps de travail, le motif de déplacement, le degré de confort, la distance de déplacement et la sécurité etc. par exemple). Par conséquent, les résultats de la valeur du temps définis par rapport à des régions différentes, avec des données d'enquête locale, présentent toujours beaucoup de différence. Mais, on peut également obtenir des résultats utiles à la faveur de comparaison et d'hypothèses raisonnables.

8.2 Revue des valeurs du temps proposés par la littérature

Quant aux études de préférences révélées ou déclarées, elles sont nombreuses, cependant leurs résultats sont encore dispersés jusqu'à ce jour là. On peut néanmoins confronter ces résultats d'études et les synthétiser pour en tirer de grandes tendances et des valeurs moyennes selon le motif de déplacement. Pour cela, nous pouvons lister ces quelques points importants après avoir observé ces recherches passées :

- La proportion de la valeur du temps par rapport au revenu est de 10% à 150%, l'écart de cette proportion est large, cependant, la plupart des estimations vont de 30% à 50% pour les déplacements urbains.
- La valeur de temps pour les déplacements professionnels est le plus important. Elle est suivie de la valeur du temps pour aller au travail, ensuite la valeur de temps pour le retour de l'activité travail vers le domicile, puis la valeur de temps pour aller à une activité de loisir. C'est-à-dire, la valeur de temps est influencée par le motif de déplacement.
- La recherche passée (*Beesley*, *Quarmby* et *Lee* et al.) a bien prouvé que la relation entre la valeur de temps et le revenu est proportionnelle, autrement dit, la valeur de temps s'accroît avec le revenu.
- La valeur de temps en véhicule motorisé est plus haute qu'en transport collectif selon les études du passé. Pour cela, on peut donc dire que le mode de transport et la valeur du temps sont dépendants[56]. Les passagers peuvent choisir un mode de transport selon leur capacité économique individuelle afin de gagner le plus grand de temps de déplacement.
- La valeur du temps augmente avec la durée du déplacement

TABLE VIII-1 : Les valeurs du temps proposées par la littérrature internationales depuis 1965

Auteur	Nationalité	Motif	Valeur du temps
Beesly (1965)	Royaume-uni	Travail-domicile	31 – 49 % du salaire
Becker (1965)	Etats-Unis	Travail-domicile	40 % du salaire
Quarby (1967)	Royaume-uni	Travail-domicile	20 – 25 % du salaire 2-3 (VdT d'attente/VdT en dans le véhicule)
Stopher (1968)	Royaume-uni	Travail-domicile	21 – 42 % du salaire
Oort (1969)	Etats-Unis	Travail-domicile	33 % du salaire
Thomas (1970)	Etats-Unis	Inter-urbain	40-85 % du salaire 1,82-3,94 $/h
Hoinville (1970)	Royaume-uni	Travail-domicile	0,72 £/h
Lee (1971)	Royaume-uni	Travail-domicile	30 % de salaire
Wabe (1971)	Royaume-uni	Travail-domicile	43 % du salaire 0,6225 £/h

[56] Cette corrélation peut être expliquée que les automobilistes ont en moyenne les revenus les plus importants, (par rapport aux enfant adolescents, utilisateurs massifs des transport collectifs par exemple), ce qui renvoie alors aux personnes plus qui aux modes en eux-mêmes.

Dawson (1972)	Irlande	Itinéraire différent	60-90 % du salaire
Talvitte (1972)	Etats-Unis	Travail-domicile	VdT dans le véhicule : 12 – 14 % du salaire, et VdT en dehors du véhicule est 7 fois plus que dans le véhicule
Hensher (1973)	Australie	Travail-domicile	27 % du salaire
Kraft (1974)	Etats-Unis	Inter-urbain	38 % du salaire
McDonald (1975)	Etats-Unis	Travail-domicile	45 – 78 % du salaire
Ghosh (1975)	Royaume-uni	Inter-urbain	73 % du salaire
Guttman (1975)	Etats-Unis	Leisure	63 % du salaire
O'Farrell (1975)	Irlande	Travail-domicile	86 % du salaire pour VdT dans le véhicule et 189 % du salaire en dehors.
Howe (1976)	Royaume-uni	Travail-domicile	1,36 £/h Voiture privée 1,11 £/h Bus
Hensher (1977)	Australie	Travail-domicile	39 % du salaire
Nelson (1977)	Etats-Unis	Travail-domicile	23-45 % du salaire
Hauer (1982)	Canada	Travail-domicile	67 – 101 % du salaire
Edmonds (1982)	Japon	Travail-domicile	42 – 49 % du salaire 4,18 $/h
Deacon (1985)	Etats-Unis	Loisir	52 – 254 % du salaire
Hensher (1985)	Australie	Travail-domicile	105 % du salaire 9,7 $/h
Guttman (1986)	Israël	Travail-domicile	59 % du salaire
Fowkes (1986)	Royaume-uni	Travail-domicile	27 – 59 % du salaire
Hau (1986)	Etats-Unis	Travail-domicile	46 % du salaire
Chui (1987)	Etats-Unis	Inter-City	82 % du salaire
Mohring (1987)	Singapour	Travail-domicile	60 – 129 % du salaire
MVA (1987)	Royaume-uni	Mode différent	8,7 €/h pour VdT route 13,1 €/h pour VdT rail
Suzuki (1989)	Japon	Motif différent	17,5-26,8 €/h
Sheman (1990)	Canada	Travail-domicile	93 – 170 % du salaire
Bradley (1990)	Pays-Bas	Mode différent	3,9-9,7 $/h
NEI (1990)	Pays-Bas	Motif différent	17,9 €/h motif professionnel 4,5 €/h motif non professionnel
Wardman (1998)	Royaume-uni	Travail-domicile Loisir	3,24 £/h 2,58 £/h
Hensher (2001)	Nouvelle-Zélande	---	5,94 $/h
Jiang (2003)	Japon	Travail-domicile	16,12 $/h pour femme 16,62 $/h pour homme
Mackie (2003)	Royaume-uni	Travail-domicile Niveau de revenu < £ 17,500 £ 17,500-35,000 > £ 35,000	3,96 £/h ---- 2,16 £/h 3,54 £/h 5,16 £/h
Jara-Diaz (2003)	Chili	Loisir	0,93-1,3 $/h

Il y a en outre beaucoup d'études financées par l'Union Européenne sur la valeur du temps. Ainsi le programme ¨*UNITE*¨ a proposé la valeur du temps *21*€ par heure par personne pour le transport routier (1998/affaires) et *4 €* par heure et par personne (loisir). L'étude de *HEATCO* a recommandé une valeur du temps similaire se basant sur le véhicule, par exemple, la valeur du temps est de *8.48* à *10.89* €/h pour les déplacements vers le travail. Par ailleurs, les valeurs du temps qui viennent d'être étudiées s'appliquent à l'évaluation de phénomènes physiques variés, qu'on doit analyser mode par mode. L'étude de la valeur du temps proposé par *HEATCO* visait à analyser la valeur du temps selon les paramètres de pays, de mode de transport, de motif de déplacement et de distance de déplacement.

Donc, la valeur du temps est présentée dans la table suivante en fonction du mode de transport et du motif de déplacement pour les 25 pays européens.

TABLE VIII-2 : Les valeurs du temps recommandées (moyen en *EU-25*)

Secteur/Motif	Unité	Automobile/Rail	Bus
Business	€ 2000/ passager-heure	23.82	19.11
Travail (Distance courte)		8.48	6.10
Travail (Distance longue)		10.89	7.83
Autre (Distance courte)		7.11	5.11
Autre (Distance longue)		9.13	6.56

Source : HEATCO, Deliveable 5- Tables 0-6 et 0-8.

8.2.1 Valeurs du temps en France

Les valeurs du temps du Ministère de l'Equipement sont régulièrement mises à jour. Les dernières en date sont données par le rapport *Boiteux* (2001). Il propose une valeur du temps en milieu urbain variant selon les motifs de *42%* du salaire brut ou *5.2 €* 1998/h pour les déplacements non liés au travail à *85%* du salaire brut ou *10.5 €* 1998/h pour les déplacements professionnels, avec une moyenne de *59%* du salaire brut ou *7.2 €* 1998/h pour l'ensemble des motifs. Pour l'Île-de-France, en tenant-compte des salaires plus élevés, les valeurs proposées sont plus élevées aussi, avec une moyenne de *8.8 €* 1998/h pour l'ensemble des motifs. Par ailleurs, plusieurs études menées par des économistes ont analysé la répartition des ménages en France en fonction de leurs revenus, voir la table VIII-3. L'hypothèse de travail est qu'en moyenne les gens ont trouvé un équilibre entre coût du

logement et coût des transports. En conclusion de ces études les personnes semblent considérer que le coût d'une heure passé dans les transports équivaut à environ 59% d'une heure de salaire brut, quel que soit le niveau socio-économique (*Science-décision*, 2006).

TABLE VIII-3: Valeurs horaires du temps en France

Auteur	**Zone géographique**	**année**	**Valeur (€)**	**Remarques** **Valeur par véhicule**
INRETS	Région parisienne	1988	9,15 10,67 28,2	Motif personnel Motif domicile-travail Motif professionnel
CETUR	Marseille et Grenoble	1993	4,57 à 9,15	Variable selon le motif
SNCF	France entière	1989	7,77 19,82	Utilisateurs de 2e classe Utilisateurs de 1e classe
MATISSE	France entière	1988	10,82 9,6 28,66	Voiture particulière Train 2e classe Train 1e classe
A. de Palma	Île-de-France	2001	9.87 11.80	VP TC

Source : Boiteux (2001) et De Palma

Dans notre recherche, nous nous référons aux valeurs du temps proposées par *Papon* (2002) après l'enquête nationale en France liées aux modes et aux revenues des individus et pour estimer le coût du temps en Île-de-France. En fait, la valeur du temps moyen en Île-de-France est théoriquement plus élevée que celle en France entière, grâce au niveau de revenu plus élevé en Île-de-France. Pour cela, nous pouvons utiliser les valeurs du temps en France proposées de *Papon* en multipliant un coefficient de revenu (*1.25*) entre Île-de-France et la France entière selon les données statistiques de revenu annuel publiées par l'*INSEE*[57]. Sur la table suivante est clairement indiquée la valeur du temps par rapport aux modes de transport liés au niveau de revenu en Île-de-France.

[57] Cf. http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=4&nivgeo=0&type=2 (Site de l'INSEE)

TABLE VIII-4: Valeur du temps par rapport aux modes (€ 2000/h)

Mode	Indice de revenu	Valeur du temps France	Valeur du temps Île-de-France
Cyclomoteur	0.72	5.3	6.6
Vélo	0.83	6.1	7.7
Marche	0.88	6.5	8.1
Voiture particulier – passager	0.93	6.9	8.6
Voiture particulier – conducteur	1.09	8.0	10.0
Transport collectif	1.00	7.3	9.2
Ensemble	1.00	7.4	9.2

* Le salaire moyen à l'échelle nationale par heure est 12.7 € 2000 par habitant.

Source : Papon F. (1999) D'après l'enquête sur les transports et communication INRETS-INSEE 1993-1994.

A la suite de la table VIII-4, nous pouvons observer que les valeurs du temps de modes non-motorisés et de mode moto sont relativement les plus basses des modes de transport, parce que leur revenu moyen est relativement plus faible.

8.2.2 Valeurs du temps à Taiwan

Les recherches sur la valeur du temps existent à Taïwan depuis les années 70 dans les départements de gouvernement, cependant, la plupart des recherches concernent plutôt la valeur du temps pour l'interurbain.

TABLE VIII-5: Valeur du temps à Taïwan

Auteur	**Année**	**Motif**	**Valeur (nt)**	**Remarques**
Council for economic planning and development	1970	Travail-Domicile	33 nt/h 96 nt/h	Moto Voiture
Nation Freeway bureau	1972	Travail-Domicile (Interurbain)	6 nt/h 26.4 nt/h 25.3 nt/h 56.9 nt/h 42.5 nt/h	Bus Rail Taxi Voiture Moto
Taiwan Railway Administration	1981	Mode de Rail (Interurbain)	36 nt/h	
Department of Transportation	1981	Travail-Domicile (Transport urbain)	24 nt/h 20 nt/h 118 nt/h	Bus (adulte) Bus (élève) Bussiness
Nation Freeway bureau	1988	Interurbain	70.8-103.2 nt/h	
Institute of Transportation, MOTC	1996	Interurbain	63.6 nt/h 99.6 nt/h	Distance courte Distance moyenne et longue

Guao (2007) a déjà proposé la valeur du temps dans le véhicule par rapport aux différents modes. Ici, la recherche a fait une hypothèse que la valeur du temps à l'extérieur du véhicule est 2 fois plus élevé que la valeur du temps dans le véhicule, sauf pour le mode de vélo pour lequel c'est 1.5 fois plus, en fonction des résultats des recherches précédentes. Donc, nous allons présenter la relation entre la valeur du temps à l'intérieur et l'extérieur du véhicule dans le paragraphe suivant.

TABLE VIII-6: Valeur du temps par rapport aux modes à Taipei (nt/h)

Mode	Marche	Vélo	Moto	Voiture	Taxi	Bus	Métro
Dans le véhicule	*84.2*	*84.2*	*69.6*	*69.6*	*69.6*	*56.4*	*56.4*
En dehors du véhicule	---	*112.8*	*140.2*	*140.2*	*140.2*	*112.8*	*112.8*

*Le salaire moyen par heure est 151 nt en 2001 par habitant.

Source : Guao (2007)

8.2.3 Valeurs du temps à Shanghai

Liu (2007) donne la valeur du temps moyenne à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule pour la municipalité de Shanghai dont la valeur à l'intérieur du véhicule est *13,90* yuan/h et la valeur à l'extérieur du véhicule est *17,70* yuan/h respectivement par rapport au salaire moyen de l'échantillon d'enquête *21,7* yuan/h[58].

TABLE VIII-7: Valeur du temps à l'intérieur/extérieur du véhicule selon les modes à Shanghai

Mode	Indice de salaire	Valeur du temps dans le véhicule (yuan/h)	Valeur du temps en dehors du véhicule (yuan/h)
Marche	0,67	11,85	----
Vélo	0,74	10,27	13,07
Moto	1,08	15,00	19,11
Voiture	1,24	17,24	21,95
Taxi	1,07	14,82	18,87
Bus	0,91	12,69	16,16
Métro	1,06	14,79	18,84
Moyen	**1,00**	**13,90**	**17,70**

Source : l'estimation faite d'après l'enquête sur les transports (Liu, 2007)

[58] A behavioral mode of work-trip mode choice in Shanghai, China Economic Review (*Gang, Liu*, 2007)

8.3 Valeur du temps en dedans/dehors du véhicule

Le temps de déplacement n'est pas toujours uniforme, au contraire, il comprend plusieurs composants définis, comme le temps de parcours, le temps d'attente, le temps de marche à pied et le temps de correspondance etc. Le temps de parcours est un composant du temps de déplacement sur lequel la recherche est plus complète que sur les autres composants dans le temps de déplacement. La valeur du temps à l'extérieur du véhicule est toujours plus élevée que la valeur du temps à l'intérieur du véhicule selon les recherches internationales passées.

Par ailleurs, le temps à l'intérieur du véhicule en transport en commun, est presque stable sauf accident, et est un facteur qui ne changera pas beaucoup à l'avenir, parce que la réduction du temps passé dans le transport en commun doit dépendre du progrès de technologie mécanique aujourd'hui. Donc, la plupart des recherches commencent à viser le temps de déplacement en dehors du véhicule depuis les dernières années. Pour encourager l'usage du transport collectif, nous visons à non seulement analyser la valeur du temps passé dans le véhicule, mais aussi nous devons considérer la valeur du temps à l'extérieur du véhicule.

En plus, la théorie fondamentale de la valeur du temps en dedans/dehors du véhicule est aussi été fondée sur la théorie économique classique. *Jara-Diaz* (1991) a induit la relation entre la valeur du temps en dedans du véhicule, la valeur du temps d'attente, la valeur du temps de marche et le revenu. *Liu* (2006) a généralisé cette approche afin d'établir une relation entre la valeur du temps en dedans/dehors du véhicule et le revenu[59].

Les principales recherches effectuées sur l'évaluation du temps de déplacement en dehors du véhicule comprennent le temps d'attente, le temps de marche, et le temps de correspondance dans le mode transport collectif. En général, la valeur du temps d'attente et du temps de marche est perçue comme temps négatif, excepté pour les voyages très longs. Elle est estimée environ *1.5* à *2.3* fois plus que la valeur du temps passé dans le véhicule.

---

[59] La valeur du temps dans le véhicule est $\frac{\partial U_{nj}/\partial t_{ij}}{\partial U_{nj}/\partial c_j} = \left(\beta_2/\beta_1\right)\cdot I_n$, où t_{ij} est le temps de déplacement dans le véhicule ; en plus β_1 et β_2 est les coefficients pour le coût de transport/le revenu et le temps de déplacement dans le véhicule. I_n est le revenu pour le voyageur n.

La valeur du temps en dehors du véhicule est $\frac{\partial U_{nj}/\partial t_{oj}}{\partial U_{nj}/\partial c_j} = \left(\beta_3/\beta_1\right)\cdot I_n$ où t_{oj} est le temps de déplacement en dehors du véhicule ; β_3 est son coefficient.

Nous présentons en premier lieu les résultats obtenus de recherche sur la valeur du temps en dehors du véhicule.

La recherche la plus précoce, *Quarmly* (1967), a déjà donné que les valeurs du temps d'attente et de marche sont au moins *2* et *3* fois plus élevés que celle du temps passé dans le véhicule. A la suite de la recherche de *Quarmly*, *Davies et Roger* (1973) ont proposé que la valeur du temps de marche soit *2,4* fois plus que la valeur du temps dans le véhicule, et la valeur du temps d'attente soit *2,7* fois plus.

De plus, *Daly et Zachary* (1975) ont trouvé que les valeurs du temps de marche et d'attente sont respectivement estimés *1,6* et *2,6* fois plus que la valeur du temps à l'intérieur du véhicule par rapport au bus et à la voiture particulière.

En 1977, *Daly et Zachary* ont encore proposé dans valeurs du temps de marche et d'attente de *0,9* et *3,5* fois plus que la valeur du temps dans le véhicule par rapport au transport en commun.

Bruzelius (1979) a indiqué que la valeur du temps de marche et d'attente est toujours évaluée *2* à *3* fois plus que la valeur du temps passé à l'intérieur du véhicule.

TRRL (1980) a montré que la valeur du temps moyen de marche est estimée à *2* fois plus que la valeur du temps passé dans le véhicule et la valeur du temps d'attente est environ *3* fois plus que le temps passé à l'intérieur du véhicule.

MVA et al. (1987), a conseillé une valeur du temps d'attente et de marche à pied de *2* fois le temps passé dans le véhicule.

Steer Davies Gleave (1997), a indiqué que la valeur du temps de marche à pied est toujours estimée vers *1,8* à *2,4* fois plus que le temps de parcours (le temps de déplacement dans le véhicule). Donc, la valeur du temps moyen de marche recommandé est simplement *2* fois plus que le temps de parcours, et la valeur du temps d'attente est indiquée le maximum étant *4,5* fois plus que le temps de parcours dans cet article, donc la valeur du temps moyen d'attente recommandé est environ 3 fois plus que le temps de parcours.

Wardman (2001) a trouvé que les valeurs du temps de marche, d'attente et de correspondance sont en moyenne *1,66 (± 0,12)*, *1,47 (± 0,18)* et *0,80 (± 0,08)* que la valeur du temps passé dans le véhicule.

La première recherche nationale en Allemagne (*Gunn et Rohr*, 1996) a estimé que les valeurs du temps de marche et la valeur du temps de correspondance en transport collectif liée aux trois motifs travail-domicile, affaires et autre motif sont respectivement *1,0 1,6* et

1,3 (la valeur du temps de marche liée aux trois motifs) fois la valeur du temps passé à l'intérieur du véhicule et *2,1 1,6* et *1,6* (la valeur du temps de correspondance liée aux trois motifs) fois la valeur du temps passé à l'intérieur du véhicule.

Au Pays-Bas, *Lange* (Long Distance Transport Model) a indiqué une valeur du temps de marche et de temps d'attente pondérée *1.9* fois plus que le temps de parcours (*MuConsult*, 1993). Dans le mode de transport multimodal en Belgique, la valeur du temps d'attente est pondérée *165 %* par rapport au temps de parcours, la valeur du temps de marche est également pondérée *150 %* par rapport au temps de parcours et la valeur du temps de correspondance est estimée environ *2* à *15* minutes qui dépend des caractéristiques de correspondance (*Walle S. V.*, 2006).

8.3.1 Temps à l'extérieur du véhicule en TC

Au-delà de la proportion entre la valeur du temps à l'extérieur et l'intérieur du véhicule, il y a des recherches ayant donné des chiffres mesurés pour le temps à l'extérieur du véhicule en transport collectif.

Wardman (2001), a approximativement analysé le temps de correspondance qui comprend le temps d'attente et de marche à pied, le temps est estimé à environ 18 minutes. En effet, Le temps de correspondance est évalué à *3.5* minutes à London Underground (*LT*, 1995). Cependant, *18* minutes de temps de correspondance sont estimées par les voyageurs qui font la correspondance à la station de train.

La recherche empirique au Royaume-Uni souligne que le temps d'attente à la station de bus est 3-4 minutes. Le temps d'attente à la station de métro est *5.4* minutes (*Hine et al.* 2001).

Krygsman (2004), a indiqué aux Pays-Bas que la distance d'arrivée à la station à pied et à vélo est de *0,55* km et *1,8* km, de plus, la distance de sortie de la station à la destination à pied et à vélo est *0,6* km et *2,4* km. En même temps, il indique que le temps moyen d'arrivée à la station de train, c'est-à-dire d'origine à station, à pied et à vélo est *8,6* minutes et *10,1* minutes, que le temps moyen de sortie de la station de train, de station à destination, à pied et à vélo est *9,3* minutes et *12,5* minutes. Cependant, pour le temps moyen d'arrivée et de sortie de la station de métro, de bus ou de tramway à pied est *5,9* minutes, parce qu'il y a peu de passagers qui prennent le vélo pour arriver à la station ou sortir de la station. Donc, il a déduit que le temps moyen d'arrivée à la station de train est 1,5 fois plus que le temps d'arrivée à la station de métro, de bus et de tramway, de plus, le temps de sortie de la station de train est 1,6 fois plus que le temps de sortie de la station de métro, de bus et de tramway.

O'Sullivan et Morrall (1996) a proposé que la distance d'arrivée à la station de train soit 2 fois plus longue que la distance d'arrivée à la station de bus. Tous ces travaux montrent l'importance de ces temps et de la valeur que les usagers y accordent.

8.4 Temps de déplacement des modes

Quant au temps de déplacement des modes, nous allons d'abord le présenter selon les modes différents (la marche à pied, le vélo, la moto, la voiture, le taxi, le bus et le métro) par rapport aux villes différentes (en Île-de-France, Taipei et Shanghai). Ici, nous recueillons les données d'enquête nationale et d'enquête locale et les rapports de recherche dans ces trois villes. Cependant, nous devons encore faire quelques hypothèses afin d'établir une plate-forme raisonnable de comparaison internationale.

8.4.1 Vitesse et temps des piétons

Khisty (1993) a indiqué que la distance maximale à pied est 400 m en Amérique du nord. De plus, il a déjà déduit une relation simple entre la vitesse, la distance et le temps de déplacement pour les pays développés et les pays en voie de développement.

Pour les pays développés :

$$d = 0.043v^{1.42}$$

$$T = 6.6d^{0.3}$$

Où T est le temps de déplacement (minute), d est la distance de déplacement (km) et v est la vitesse à pied (km/h).

Par exemple, si on suppose la vitesse moyenne est 4 km/h dans les pays développés, le temps de déplacement est *4.64* minutes et la distance de déplacement est *0.308* km en fonction des formules indiquées ci-dessus.

Pour les pays en voie de développement :

$$d = 0.22v^{1.48}$$

$$T = 19.74d^{0.36}$$

Donc, il a proposé que la distance maximale de marche à pied en pays développé soit 0.4 km et 2 km pour les pays en voie de développement. De plus, la distance maximale de vélo en pays développé est 1.5 km et 9 km pour les pays en voie de développement.

Si on suppose la vitesse moyen de marche est 4 km/h dans les pays en développement, le

temps de déplacement est *23.95* minutes et la distance de déplacement atteint *1.71* km.

TABLE VIII-8: La vitesse, la distance et le temps dans les pays développés et en développement

Mode	Pays développé			Pays en voie de développement		
	Vitesse	Distance	Temps	Vitesse	Distance	Temps
	km/h	*km*	*minutes*	*km/h*	*km*	*minutes*
Marche	**4**	**0.3**	**5**	**4**	**1.7**	**23**

Source : Khisty (1993)

Virkler (1998) a développé une méthodologie de prévision des temps de trajets de piétons le long d'artères urbaines et a comparé les résultats obtenus avec des mesures au centre-ville de *Brisbane* (Australie). La vitesse moyenne modélisée est de *3.97* km/h et la vitesse mesurée de *4.01* km/h.

Carré & julien (2000) ont analysé finement les séquences de marche quotidiennes de 51 sujets en Île-de-France. Leur vitesse moyenne de marche est de *4.7* km/h.

L'enquête nationale sur les transports et communication de 1993-1994 (*Papon* 1997) donne pour les déplacements à pied en semaine effectués à moins de 80 kilomètres du domicile par les personnes de six ans et plus résident en France métropolitaine une vitesse moyenne de *3.6* km/h.

De plus, pour analyser le temps de correspondance à la station de transport public, la vitesse piétonnière est un important facteur par rapport aux diverses caractéristiques de voyageurs. Par exemple, l'homme marche plus vite que la femme, la vitesse moyenne de marche dépend de l'âge. La densité de la foule peut influer la vitesse de marche, comme à l'heure de pointe à la station, la vitesse de marche est toujours lente, parce que la densité de foule est élevée. *Mitchell D. H.* (2001) a indiqué que quand la densité de foule atteint *5* pers. /m^2, on suppose que le mouvement s'arrête complètement.

Trengenza (1976) a présenté les courbes qui se basent sur la vitesse de marche et la densité de foule à la faveur des données d'enquête. *Yuhaski et Smith* (1989) a développé une courbe linéaire pour simuler la relation entre la vitesse de marche et la densité de foule en couloir.

En Île-de-France, nous pouvons nous référer aux données d'enquête globale de transport 2001-2002, du fait qu'elles ont bien indiqué que le temps moyen de déplacement à pied est *14* minutes et la distance moyenne de déplacement à pied est *0.6* km et la vitesse moyenne de déplacement à pied atteint *4* km/h en Île-de-France.

Hong (1998) a indiqué que le temps de déplacement à pied atteint *11,7* minutes et *14* minutes pour le centre ville. *Pan* nous a également montré que la durée d'un déplacement à pied dans la ville de Shanghai est *16,7* minutes.

8.4.2 Vitesse et temps des cyclistes

Lee (1997) a indiqué que le temps moyen en dehors du vélo dans la métropole de Taipei est *3.07* minutes dont *1.85* minutes pour la marche et *1.22* pour le stationnement.

Allen et al. (1998) ont effectué une excellente revue des vitesses véhiculaires libres des cyclistes. On peut observer aux Etats-Unis des vitesses moyennes de *19* km/h sur pistes cyclables, et entre *17.7* et *20.1* km/h sur bandes cyclables.

L'enquête sur les transports et communications (1993-1994) donne une vitesse moyenne porte-à-porte des déplacements à vélo de *9.7* km/h pour la France entière, valeur à prendre avec précaution étant donné l'arrondi à 5 minutes près que les personnes enquêtées font sur leur temps de déplacement, la faible durée moyenne de déplacement de *14* minutes (*Papon*).

Federal Highway Administration (1976) a indiqué que la vitesse moyenne en Chine est comprise entre *10* et *16* km/h suivant les lieux, avec une moyenne générale de *12* km/h ; une autre source pour la Chine donne une moyenne générale de *14* km/h ; une autre étude dans ce pays donne une vitesse de *18.2* km/h sur pistes séparées, et de *13.9* km/h dans la circulation générale.

Guan (2004) a donné une vitesse moyenne de *16.28* km/h sur pistes séparées, et de *14.21* km/h dans la circulation générale. De plus, le gouvernement en Chine a promulgué une règle de sécurité de trafic routier qui limite la vitesse maximum du vélo électrique à *15* km/h. En même temps, il a indiqué que la vitesse moyenne du vélo est *12* km/h.

TABLE VIII-9: La vitesse, la distance et le temps dans les pays développés et en développement

Mode	Pays développé			Pays en voie de développement		
	Vitesse	Distance	Temps	Vitesse	Distance	Temps
	km/h	*km*	*minutes*	*km/h*	*km*	*minutes*
Vélo	**12**	**1.5**	**7.5**	**12**	**9**	**45**

Source : Khisty (1993)

- **En Île-de-France :**

Selon le rapport de Vélib' après 18 mois de fonctionnement (*Lefebvre*, 2009)[60], il indique que la distance moyenne d'un déplacement est 3 km et la vitesse moyenne d'un déplacement n'est qu'environ 8 km/h.

- **Taipei :**

Quant au temps de déplacement à l'intérieur du véhicule à Taipei, il a déjà référé la recherche de *Khisty* que la vitesse du vélo dans les pays développés est *12* km/h et la distance moyenne est *1.5* km. De plus, *Lee* (1997) a fait une enquête sur le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule pour le mode vélo.

TABLE VIII-10: le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule

Le temps de marche	Le temps de stationnement
1,85 minute	**1,22** minute

Source : Lee, 1997

- **Shanghai :**

Le temps moyen de déplacement à vélo est *16.7* minutes (*Pan*, 2006) dont nous supposons ici que le temps à l'extérieur du véhicule est *2,2* minutes pour le stationnement et la marche. De plus, le temps moyen de déplacement à vélo dans le centre ville atteint *20,7* minutes.

La marche et le vélo sont deux modes souvent considérés comme gratuits : pourtant ils ont des coûts monétaires, supportés par leurs usagers. Mais du fait de leur faible vitesse, ils ont surtout des coûts en temps. La valorisation de ce temps dépend étroitement du degré d'inconfort perçu ou du plaisir ressenti en pratiquant ces modes, et est donc délicate. (*Papon* 2002)

8.4.3 Vitesse et temps des motos

En générale, le temps de déplacement en motos peut être divisé en deux parties principales : le temps de déplacement dans le véhicule et le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule, dont le temps de déplacement dans le véhicule peut être calculé par la distance de déplacement et la vitesse d'opération du véhicule. Pour le temps à l'extérieur du véhicule, il consiste au sens général en temps de stationnement et en temps de marche, autrement dit, le

[60] Publié dans la conférence société des ingénieurs de l'automobile (mars, 2009)

temps de marche d'origine à la place de moto et de la place de moto à destination.

Cependant, l'enquête globale de transport en 2001-2002 en Île-de-France n'a pas séparé entre le temps de déplacement et le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule, parce que la définition de la durée des déplacements dans cette enquête est marquée à partir des heures de départ et d'arrivée de chaque déplacement. Il s'agit de durées de déplacement porte-à-porte incluant, les temps de rabattement vers ces moyens, et le temps de marche entre le dernier moyen de transport et le lieu d'arrivée du déplacement. C'est-à-dire, le temps à l'extérieur du véhicule est compris dans le temps moyen de déplacement en moto en Île-de-France.

Pour cela, le coût du temps des véhicules motorisés en Île-de-France peut être sous-estimé un petit peu, parce que l'on ne considère qu'une valeur du temps générale. Nous présentons ci-dessous les chiffres corrélatifs par rapport aux villes selon les données d'enquête locale.

TABLE VIII-11: Temps de déplacement en moto dans les trois mégapoles

Article		Île-de-France	Shanghai	Taipei
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	9.1 [a]	11.87	8.39
	Vitesse moyenne de circulation (km/h)	22.5 [b]	20 [1]	28.67
	Temps dans le véhicule (minutes)	**24.5**	**35.6**	**17.6**
Hors de véhicule	Temps de marche moyen (minutes)	-----	-----	1.83
	Temps de stationnement moyen (minutes)	-----	-----	1.07
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**-----**	**2** [1]	**2.9**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**22.5**	**18.9**	**24.6**

[a] La distance moyenne de déplacement est une distance à vol d'oiseau.

[b] La vitesse moyenne en 2-roues motorisés en Île-de-France est estimée par la distance à vol d'oiseau et le temps moyen de déplacement. De plus, le temps à l'extérieur du véhicule est compté dans le temps dans le véhicule.

Source : EGT (Île-de-France) ; SCCTPI, 2004 (Shanghai); Taipei City Government, 2001(Taipei); Kao, 2006 (Taipei); [1]Supposé par l'auteur (Shanghai)

8.4.4 Vitesse et temps des voitures

Pour le temps de déplacement en voiture, nous pouvons également diviser en deux parties : le temps de déplacement dans le véhicule et le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule, y compris le temps de stationnement. De plus, le temps à l'extérieur du véhicule comprend non seulement le temps de stationnement, mais aussi le temps de marche

d'origine à véhicule et du véhicule à destination. Par ailleurs, en Île-de-France, nous pouvons indiquer le temps de déplacement respectif lié à la condition géographique en fonction des données d'enquête local en 2001.

TABLE VIII-12: Temps de déplacement en voiture dans les trois mégapoles

Article		Île-de-France			Shanghai	Taipei
		Paris	PC	GC		
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	6.3 [a]	5.3	7.2	20	18.5
	Vitesse moyenne de circulation (km/h)	13.5	13.6	20.4	27.6	29.22
	Temps dans le véhicule (minutes)	**28.2**	**22.8**	**21.2**	**43.48**	**38.0**
Hors de véhicule	Temps de marche moyen (minutes)	-----	-----	-----	-----	2.16
	Temps de stationnement moyen (minutes)	-----	-----	-----	-----	7.87
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**-----**	**-----**	**-----**	**10** [1]	**10.0**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**13.5**	**13.6**	**20.4**	**22.4**	**23.1**

[a] la distance moyenne de déplacement est une distance à vol d'oiseau

[b] En Île-de-France, le temps à l'extérieur du véhicule est compté dans le temps dans le véhicule.

Source : Les déplacements des Franciliens en 2001-2002, EGT (IDF) ; Source : SCCTPI, 2004 ; [1] Supposé par auteur (Shanghai) ; Source : Taipei City Government, 2001 (Taipei).

8.4.5 Vitesse et temps des taxis

En Île-de-France, nous utilisons d'abord les résultats de l'enquête de déplacement de taxi à Paris. Les résultats sont établit sur un échantillon de *4350* taxis pour la durée moyenne d'une course entre 7h et 21h un jour ouvrable. Plus de *190 000* courses par jour, soit *350 000* personnes transportées quotidiennement sur la zone de prise en charge des taxis parisiens. En moyenne, *55 000* kilomètres/an parcourus par chaque taxi. De plus, nous pouvons constater que la vitesse moyenne de taxi est plus faible que celle de voiture, parce que les taxis opèrent beaucoup à Paris (vitesse faible), et que la vitesse moyenne de la voiture intègre en fait beaucoup de déplacements en périphérie.

TABLE VIII-13: Temps de déplacement en taxi dans les trois mégapoles

Article		Île-de-France	Shanghai	Taipei
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	4.76 [a]	9.1	4.45
	Vitesse moyenne de circulation (km/h)	12	27.6 [c]	21.28
	Temps dans le véhicule (minutes)	**25.4**	**27.3**	**12.6**
Hors de véhicule	Temps d'attente moyen [b] (minutes)	-----	5	2.18
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**-----**	**5**	**2.2**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**12**	**16.8**	**18.0**

[a] La distance moyenne de déplacement est une distance à vol d'oiseau.

[b] Le temps d'attente en taxi est ici supposé que le voyageur n'utilise pas la télé-taxi en hélant le taxi dans la rue.

[c] Pour la vitesse du taxi dans la mégapole de Shanghai, nous supposons que c'est la même la vitesse que la voiture particulière.

Source : Mairie de Paris, 2006 (IDF) ; Source : SCCTPI, 2004 ; entretien avec le Pr. Pan Haixiao (Shanghai) ; Source : Taipei City Government, 2001(Taipei).

8.4.6 Vitesse et temps des bus

Métropole d'Île-de-France

TABLE VIII-14: Temps de déplacement de bus en Île-de-France

Article		Île-de-France	
		Paris	Banlieue
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	3.0	5.7
	Vitesse commerciale (km/h)	12.9	18.0
	Temps dans le véhicule (minutes)	**13.95**	**19.00**
Hors de véhicule	Temps de marche moyen (minutes)	3.75	5.25
	Temps d'attente (minutes)	3	5
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**6.75**	**10.25**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**8.7**	**11.7**

Source : RATP, 2003 et STIF, 2005

On sait que la vitesse des bus est faible du fait que la performance des bus est absolument plus faible que celle du rail, en particulière le bus roulant au milieu des villes a un débit horaire et une vitesse plus faible (un intervalle minimal de *6* à *8* minutes et une vitesse de *10* à *15* km/h). De même la vitesse commerciale moyenne des bus est comprise entre *15* et *20* km/h par rapport à la vitesse du métro qui atteint *20* à *35* km/h, et l'intervalle minimal de bus est compris entre *3* à *5* minutes par rapport à *1,5* à *3* minutes pour le métro (*Science-*

décision, 2006). De plus, l'écart entre les stations de bus est plus court que pour les autres modes de transport collectif, autrement dit, le temps de déplacement en bus est théoriquement plus élevé que les autres modes de transport collectif dans la même distance de déplacement à cause de la vitesse moyenne faible relative.

Métropole de Taipei

TABLE VIII-15: Temps de déplacement de bus en Taipei

Article		Taipei
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	7,9
	Vitesse commerciale (km/h)	22,88
	Temps dans le véhicule (minutes)	**20,72**
Hors de véhicule	Temps de marche moyen (minutes)	7,58
	Temps d'attente (minutes)	8,88
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**16,46**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**12.7**

Source : Taipei City Government, 2001

Métropole de Shanghai

TABLE VIII-16: Temps de déplacement de bus en Shanghai

Article		Shanghai
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	9,78
	Vitesse commerciale (km/h)	20
	Temps dans le véhicule (minutes)	**29.3**
Hors de véhicule	Temps d'attente et de marche (minutes)	26.7
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**26.7**
Vitesse moyenne de déplacement pour usagers (km/h)		**10.48**

Source : SCCTPI, 1998 ; entretien avec le Pr. Pan Haixiao et Kao, 2006

8.4.7 Vitesse et temps des métros

TABLE VIII-17: Temps de déplacement en transport du rail dans les trois mégapoles

Article		Île-de-France (Métro)	Île-de-France (RER)[1]			Shanghai[2]	Taipei
			Paris	PC	GC		
Dans le véhicule	Distance moyenne par déplacement (km)	5.0 [3]	8.7 [3]	10.2	17.70	10,14	7,68
	Vitesse commerciale de circulation (km/h)	27	41	43	47	20	33
	Temps dans le véhicule (minutes)	**10.9**	**12.7**	**14.1**	**22.5**	**30**	**13,6**
Hors de véhicule	Temps de marche moyen (minutes)	5.0	5.5	6.0	10	8	9,2
	Temps d'attente moyen (minutes)	3	5	10	15	4	6,3
	Temps à l'extérieur du véhicule (minutes)	**8.0**	**10.5**	**16.0**	**25.0**	**12**	**15,5**
Vitesse moyenne de déplacement d'usager (km/h) [4]		**15.84**	**22.46**	**20.33**	**23.34**	**15.0**	**15.81**

1. Le mode de Transport du rail en Île-de-France comprend le métro et le *RER*. De plus, les hypothèses sont tirées des travaux de *Margail* de 1993, les distances de rabattement/ diffusion de *250, 350* et *500* m pour un déplacement respectivement effectué à Paris, en petite couronne et grande couronne. Les temps d'attente pour *RER* sont évalués à *5, 10* et *15* minutes respectivement pour les trois zones proposées par *F. Margail*, 1993. De plus, selon les données de *Ratp* en 2004, l'intervalle moyen de la ligne A et B est 5 minutes dans la zone de Paris (un intervalle de 5 mn correspondait à une attente de 2.5 mn), mais la ligne A et B est toujours plus fréquent par rapport aux autres lignes. Pour cela, l'estimation du temps d'attente moyen proposée par *Margail* est quand même raisonnable dans notre étude.
2. Le temps à l'extérieur du véhicule à Shanghai est évalué selon le rapport de *SCCTPI* (2005).
3. La distance à vol d'oiseau.
4 Cette vitesse moyenne de déplacement d'usage est estimée par la distance de déplacement et le temps total de déplacement, y compris le temps dans le véhicule et le temps à l'extérieur du véhicule.

Source : Les déplacements des Franciliens en 2001-2002, EGT (IDF) et STIF, 2005 ; SCCTPI, 2004 ; entretien avec le Pr. Pan Haixiao (Shanghai) ; Taipei City Government, 2001(Taipei).

8.4.8 Bilan

Dans les tableaux ci-dessus, la vitesse moyenne indiquée en Île-de-France est la vitesse moyenne porte à porte et à vol d'oiseau, y compris donc les temps terminaux et sans tenir compte des détours, alors qu'à Taipei et à Shanghai, la vitesse moyenne est plutôt la seule vitesse commerciale. C'est la raison pour laquelle nous pouvons constater que la distance moyenne de déplacement des modes en Île-de-France (vol d'oiseau) est plus courte que celle dans la mégapole de Shanghai et Taipei.

A la suite de la description des caractéristiques propres liées au temps de déplacement des modes, nous visons à observer que la vitesse moyenne des véhicules dans les mégapoles

d'étude afin d'obtenir les deux points : l'un est la qualité de service des transports collectifs et l'autre est la fluidité des véhicules motorisés dans les mégapoles d'étude, voir la table suivante.

Tout d'abord, nous avons multiplié un coefficient *1.3* (avec un facteur distance / portée) pour la vitesse moyenne des déplacements en *VP* en Île-de-France, du fait qu'elles sont estimées par la distance à vol d'oiseau.

Pour la qualité de service des transports collectifs dans ces trois mégapoles (plutôt le bus et le métro), elles ont le presque même niveau de la qualité de service liée à la vitesse moyenne, y compris le temps à l'intérieur du véhicule et à l'extérieur du véhicule.

Quant à la fluidité des véhicules motorisés, la voiture dans ces trois mégapoles a le même niveau de fluidité routière liée à la vitesse moyenne. Cependant, en Île-de-France, la vitesse moyenne de moto est plus élevée que celle à Taipei ou à Shanghai, parce que la moto en Île-de-France peut rouler sur les voies express et la limite de la vitesse est relativement plus haute.

TABLE VIII-18: Comparaison de la vitesse moyenne en *VP* et en *TC* dans les mégapoles

Vitesse (Km/h)		Île-de-France	Shanghai	Taipei
Modes individuels	Moto	29.2	18.9	24.6
	Voiture	23.5[1]	22.4	23.1
TC	Bus	10.8[2]	10.5	12.7
	Métro	15.8	15.0	15.8
	RER	23.0	----	----

[1] la vitesse moyenne est 17.5 à Paris, 17.7 en PC et 26.5 en GC.

[2] La vitesse moyenne est 8.7 à Paris et 11.7 en banlieue.

Dans l'ensemble, les véhicules individuels sont plus rapides que les transports collectifs dans ces trois mégapoles, si on ne considère que la vitesse moyenne. De plus, la moto en Île-de-France semble être évidement plus compétitive que la voiture ou les transports collectifs par rapport à la mégapole de Taipei, parce que la moto en Île-de-France peut rouler sur les voies express.

C'est-à-dire, la moto en Île-de-France a aussi une bonne condition relative au marché potentiel à développer selon l'aspect de l'efficacité temporelle de déplacement, surtout pour remplacer certains déplacements en voiture dans la ville. Elle paie cet avantage en insécurité.

8.5 Comparaison des coûts du temps

Après avoir présenté les données d'enquête sélectionnées, nous pouvons retenir une hypothèse de valeur du temps et calculer le coût du temps par modes dans les mégapoles d'étude en fonction de la différente valeur du temps et les caractéristiques de la mobilité.

Les tables VIII-20 à 22 donnent les estimations des coûts du temps par voyageur-km selon les paramètres corrélatifs liés au temps de déplacement et à la valeur du temps pour les modes dans les trois métropoles d'étude.

De plus, pour Île-de-France, une estimation par type de liaison est en outre fournie en utilisant la valeur du temps différente par modes (ex. la valeur du temps pour la voiture est *10* €/h ; pour la moto est *6.6* €/h et pour *TC* est *9.2* €/h), voir la table VIII-19 suivante. Les modes individuels apparaissent en moyenne mieux plus que les transports collectifs, mais avec les vitesses et les distance différentes selon les territoires et les types de modes (moto ou voiture, bus, ou rail). De plus, on retiendra ces données de la vitesse et de la distance par liaison et par mode en Île-de-France pour analyser l'approche désagrégée dans la synthèse du coût de déplacement.

TABLE VIII-19: Coût du temps de déplacement par liaison de déplacement en Île-de-France

Mode / Zone	VP (voiture)			TC			Moto		
	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)
Paris-Paris	7,40	3,00	1,35	6,60	3,49	1,39	10,40	3,03	0,63
PC-PC	12,60	4,48	0,79	10,60	7,95	0,87	19,90	7,30	0,33
GC-GC	20,70	6,39	0,48	14,00	11,23	0,66	19,00	6,77	0,35
Paris-PC	12,80	7,71	0,78	11,30	9,14	0,81	21,00	9,21	0,31
Paris-GC	24,90	22,12	0,40	21,60	25,26	0,43	35,90	23,33	0,18
PC-GC	23,20	15,32	0,43	19,30	21,44	0,48	30,00	15,59	0,22

Source : EGT en Île-de-France, 2001

TABLE VIII-20: Coûts du temps de déplacement en Île-de-France

Article	Unité	Marche	Vélo	Moto	Voiture		
					Paris	PC	GC
Distance de déplacement moyenne	(km)	*0.6*	*2.9*	*9.1*	*6.3*	*5.3*	*7.2*
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	*2.8*	*8,0*	*22.5*	*13.5*	*15.6*	*20.4*
Valeur du temps dans le véhicule	(€/h)	*8.1*	*7.7*	*6.6*	*10.0*	*10.0*	*10.0*
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(€/voy.km)**	**2.89**	**0.96**	**0.29**	**0.74**	**0.64**	**0.48**

Article	Unité	Taxi	Bus [a]		TC [a]	TC (RER) [a]		
			Paris	Banlieue	Métro	Paris [c]	PC	GC
Distance de déplacement moyenne	(km)	*4.76*	*3.0*	*5.7*	*5.0*	*8.7*	*10.2*	*17.7*
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	*12*	*12.9*	*18.0*	*27.4*	*41*	*43*	*45*
Valeur du temps dans le véhicule	(€/h)	*10.0*	*9.2*	*9.2*	*9.2*	*9.2*	*9.2*	*9.2*
Temps à l'extérieur du véhicule	(minute)	----	*6.75*	*10.25*	*8.3*	*10.5*	*16.0*	*25.0*
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(€/voy.km)**	**0.83**	**1.13**	**0.92**	**0.83**	**0.60**	**0.69**	**0.63**

[a] La valeur du temps à l'extérieur du véhicule est supposée ici à 1.5 - 2 fois de la valeur du temps à l'intérieur du véhicule.

[b] Le temps à l'extérieur du vélo, moto, voiture est déjà compté dans le temps à l'intérieur du véhicule en Île-de-France. De plus, il n'y a pas le temps à l'extérieur du taxi pour les voyageurs.

[c] Coût du temps rapporté à la condition géographique pour les déplacements inter à chaque zone

Source : Estimation faite par l'auteur d'après les données de l'EGT, STIF, RATP et SNCF

TABLE VIII-21: Coûts du temps de déplacement dans la mégapole de Taipei

Article	Unité	Marche	Vélo	Moto	Voiture
Distance de déplacement moyenne	(km)	0.5	1.5	8.39	18.5
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	3	12	28.67	29.22
Valeur du temps dans le véhicule	(nt/h)	84.2	84.2	69.6	69.6
Temps à l'extérieur du véhicule	(minute)	-----	3.07	2.9	10.03
Valeur du temps en dehors du véhicule	(nt/h)	-----	112.8	140.2	140.2
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(nt/voy.km)**	**28.1**	**10.9**	**3.23**	**3.64**

Article	Unité	Taxi	Bus	Métro
Distance de déplacement moyenne	(km)	4.45	7.9	7.68
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	21.28	22.88	33.78
Valeur du temps dans le véhicule	(nt/h)	69.6	56.4	56.4
Temps à l'extérieur du véhicule	(minute)	2.18	16.46	15.5
Valeur du temps en dehors du véhicule	(nt/h)	140.2	112.8	112.8
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(nt/voy.km)**	**4.41**	**6.38**	**5.46**

Source : Estimation faite par l'auteur

TABLE VIII-22: Coûts du temps de déplacement en mégapole de Shanghai

Article	Unité	Marche	Vélo	Moto	Voiture
Distance de déplacement moyen	(km)	0.84	3.9	11.87	20
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	3	12	20	27.6
Coût du temps dans le véhicule	(RMB/h)	11.85	10.27	15.00	17.24
Temps à l'extérieur du véhicule	(minute)	-----	2.2	2	10
Coût du temps en dehors du véhicule	(RMB/h)	-----	13.07	19.11	21.95
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(RMB/voy.km)**	**3.95**	**0.98**	**0.80**	**0.81**

Article	Unité	Taxi	Bus	Métro
Distance de déplacement moyen	(km)	9.1	9.78	10.14
Vitesse de déplacement moyenne	(km/h)	20	20	20
Coût du temps dans le véhicule	(RMB/h)	14.82	12.69	14.79
Temps à l'extérieur du véhicule	(minute)	5	26.66	12
Coût du temps en dehors du véhicule	(RMB/h)	18.87	16.16	18.84
Coût du temps unitaire par voy.-km	**(RMB/voy.km)**	**0.91**	**1.37**	**1.12**

Source : Réalisé par l'auteur

8.6 Synthèse sur le coût du temps

Les coûts de déplacement, y compris le coût à l'intérieur et l'extérieur du véhicule, sont calculés par le produit du temps de déplacement à l'intérieur et l'extérieur du véhicule pondérés par la valeur du temps à l'intérieur et l'extérieur du véhicule. A la suite des tables VIII 20, 21 et 22, ces résultats calculés sont succintement représentés par les tables VIII-23, 24 et 25.

Nous reprenons ici les deux lignes sur le coût du temps estimé par déplacement et par voyageur-km, afin de comparer mutuellement le coût du temps unitaire lié aux modes de transport dans les mégapoles.

TABLE VIII-23: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement en Île-de-France

Coût unitaire	Marche	Vélo	Moto	Voiture			Bus		Métro	RER		
				Paris	PC	GC	Paris	Ban*		Paris	PC	GC
Coût par déplacement (€/dép.)	1.73	2.78	2.64	4.66	3.89	3.52	3.69	5.24	4.15	5.22	6.83	10.4
Coût par km (€/voy-km)	***2.89***	***0.96***	***0.29***	***0.74***	***0.64***	***0.49***	***1.13***	***0.92***	***0.83***	***0.6***	***0.69***	***0.63***

* Ban : Banlieue comprend PC et GC en Île-de-France

Mode non-motorisé | Véhicule motorisé | Transport collectif

Source : Réalisé par l'auteur

TABLE VIII-24: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement à Taipei

Coût de déplacement	Marche	Vélo	Moto	Voiture	Taxi	Bus	Métro
Coût par déplacement (nt/dép.)	14.05	16.30	27.09	67.38	19.61	50.38	41.94
Coût par km (nt/voy-km)	***28.1***	***10.9***	***3.23***	***3.64***	***4.41***	***6.38***	***5.46***

Mode non-motorisé | Véhicule motorisé | Transport collectif

Source : Réalisé par l'auteur

TABLE VIII-25: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement à Shanghai

Coût de déplacement	Marche	Vélo	Moto	Voiture	Taxi	Bus	Métro
Coût par déplacement (Yuan)	3.32	3.82	9.54	16.15	8.32	13.39	11.36
Coût par km (yuan/voy-km)	***3.95***	***0.98***	***0.80***	***0.81***	***0.91***	***1.37***	***1.12***

Mode non-motorisé | Véhicule motorisé | Transport collectif

Source : Réalisé par l'auteur

On notera deux points qui montrent une particulière :

- Le coût du temps en moto est peu différent que celui de la voiture à Taipei et Shanghai, ce n'est pas la voiture qui fait le succès de ce mode ;
- Les coûts en temps de la voiture et des transports publics sont peu différents à Paris et très différents en Île-de-France.

8.7 Avantage et inconvénient selon le coût du temps

A la suite d'estimation du coût du temps de déplacement rapporté au voyageur-km et au mode pour les trois mégapoles dans les tableaux VIII-23, 24 et 25, nous visons à constater d'abord le lien entre la répartition modale et le coût du temps de déplacement afin de montrer l'importance temporelle dans le choix modal des passagers.

Selon la table VIII-26, nous pouvons observer qu'il y a tout à fait la situation différente de répartition modale pour les mégapoles d'étude. En Île-de-France, la voiture est le plus importante de rôle de transport dans la ville (*44%*), le mode de vélo est le plus populaire dans la ville de Shanghai (*25%*) et la proportion d'usage de la moto et de la voiture à Taipei atteint environ *29%* et 20%.

Pour cela, nous pouvons faire une hypothèse avant de comparer la répartition modale et le coût du temps de déplacement respectif dans la mégapole.

- ❖ Le mode de transport, qui est plus attrayant, a le coût du temps de déplacement plus économique ;
- ❖ Sinon, c'est le coût d'usage monétaire qui décide le comportement de passager pour le choix modal de transport

TABLE VIII-26: Part modale du transport urbain dans les trois mégapoles

	Non-motorisé		**Motorisé**			**Transport collectif**	
	Marche	Vélo	Moto	Voiture	Taxi	Bus	Métro*
Île-de-France *(2002)*	34.1%	---	2.1%	**43.9%**	< 1%	6.7%	12.7%
Shanghai *(2004)*	29.2%	**25.2%**	10.6%	11.3%	5.2%	16.0%	2.5%
Taipei *(2005)*	5.4%	2.1%	**28.7%**	20.0%	1.8%	24.8%	17.2%

* Y compris le métro et *RER* en Île-de-France

Source : EGT, DREIF (2001) en l'Ile-de-France ; SCCTPI (2005) à Shanghai et Transportation Comprehensive Planning Data on Taipei Metropolitan (2003) à Taipei.

Pour cela, nous calculons le taux de coût du temps rapporté au voyageur-km et de coût du temps par déplacement rapport au déplacement par rapport à celui de la voiture pris égale à 1

en Île-de-France, par rapport à celui du vélo pris égale à 1 pour la ville de Shanghai et par rapport à celui de la moto pris égale à 1 à Taipei, parce que ces trois modes jouent respectivement les premiers rôles de transport dans ces trois mégapoles. Dans cette logique, nous pouvons constater l'attraction relative entre les modes.

En général, les véhicules motorisés sont relativement les modes plus économiques sous l'aspect du coût du temps rapporté au voyageur-km.

Selon la figure VIII-1, nous pouvons d'abord constater un phénomène des modes en Île-de-France : le coût du temps rapporté au voyageur-km pour l'usage des véhicules motorisés (voiture et moto) est plus économique que celui pour l'usage des transports collectifs et des modes non-motorisés, notamment le coût du temps pour la moto est le plus économique.

Bien que le mode moto ait l'avantage relatif lié au coût du temps de déplacement, la répartition modale pour l'usage de moto est encore faible (2%). Dans cette logique, le développement de l'usage de moto semble aussi être un chemin potentiel pour remplacer certaine place de voiture en Île-de-France. En revanche, il nous faut réfléchir aussi cette mesure liée au développement de la moto avant d'analyser les coûts externes, du fait que l'usage de la moto semble être plus négatif en fonction de l'aspect de l'externalité (voir le résultat des études : *Litman*, *IWW/INFRA* etc.). En effet, il y a les deux points faibles pour inciter l'usage de moto : l'un est la sécurité, les accidents routiers liés à l'usage de moto sont normalement plus élevées que la voiture. C'est la raison pour laquelle le coût externe relatif à l'accident pour l'usage de moto est relativement beaucoup plus élevé que les autres modes (voir le chapitre 11). L'autre est la difficulté de management routier liée à la voie séparée et au stationnement.

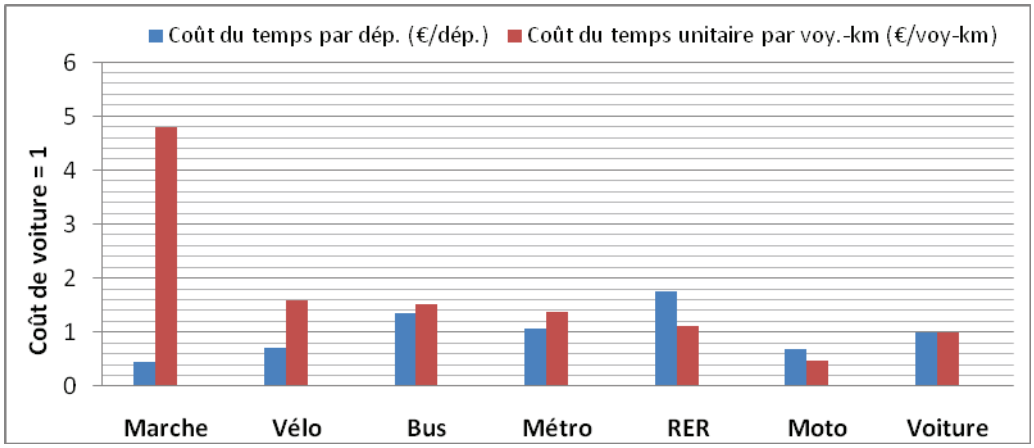


FIGURE VIII-1: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes en Île-de-France

Selon la figure VIII-2, nous pouvons observer le coût du temps de déplacement pour l'usage des véhicules motorisés est plus économique que les transports collectifs, et que les modes non-motorisés sont beaucoup moins compétitifs en fonction du coût de temps.

En effet, la ville de Taipei a encore très peu de voies cyclables et piétonnes pour l'instant et l'environnement du climat à Taïwan est un autre facteur important pour l'usage des modes non-motorisés, parce que l'on doit considérer la dépense énergétique dans le climat tropical.

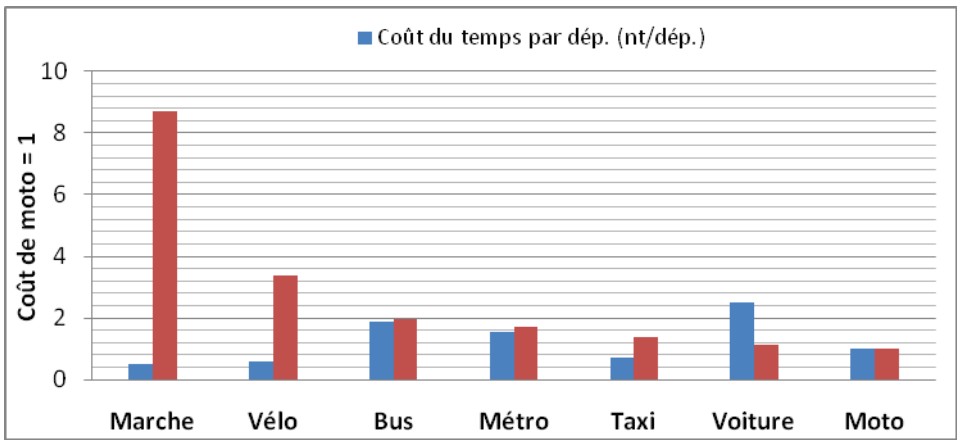


FIGURE VIII-2: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Taipei

De la mégapole de Shanghai, on trace trois observations à la suite de la figure VIII-3 : le premier lieu, le coût du temps rapporté au voyageur-km pour l'usage de bus est le plus économique, en revanche, le coût du temps rapporté au voyageur-km pour l'usage de métro est relativement plus élevé que celui pour l'usage des bus et des véhicules motorisés. La moto à Shanghai possède aussi l'avantage relatif en fonction du coût du temps. Le troisième lieu, l'usage de vélo à Shanghai semble être plus attractif par rapport à celui dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei.

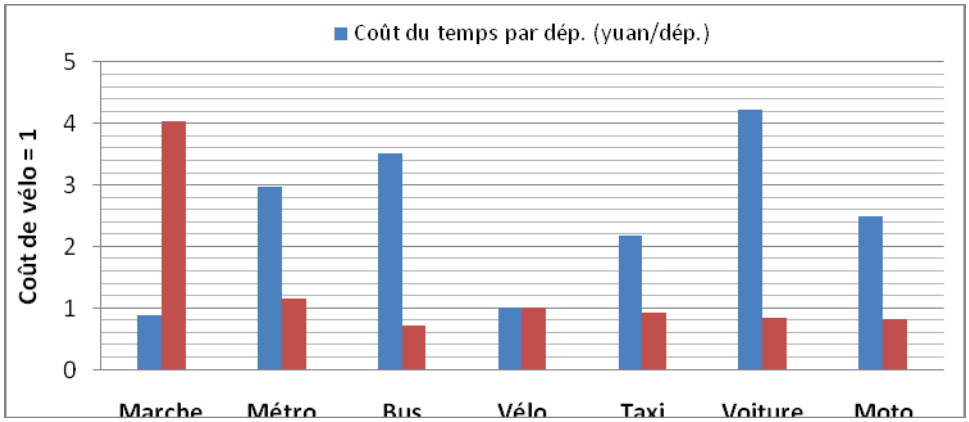


FIGURE VIII-3: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Shanghai

En effet, le vélo à Shanghai est toujours un mode très utilisé (25%), bien que son coût du temps lié à la vitesse faible soit élevé que les véhicules motorisés et le bus. Ce phénomène sur l'usage de vélo à Shanghai peut être expliqué en deux raisons : l'une est les contraintes de coût monétaire coûteux liées à l'usage des véhicules motorisés (voiture et moto) à cause de l'écart énorme entre les revenus pour les habitants, l'autre est la capacité faible de réseau du

transport collectif. Par contre, ces contraintes du coût monétaire liées à l'usage des véhicules motorisés pour les cyclistes laissent peut-être une opportunité potentielle aux transports publics dans la mégapole de Shanghai.

Par ailleurs, nous confrontons aussi la part modale rapportée au voyageur-kilomètre et le coût du temps ensemble dans ces villes afin de démontrer que le facteur de coût du temps peut refléter le choix modal des voyageurs à présent en fonction de la distance de déplacement. Donc, nous pouvons observer sur les trois figures suivantes que le mode du véhicule motorisé est plus fréquent pour les déplacements quotidiens à présent, parce que la distance de déplacement des véhicules motorisés est plus longue que les autres. Par contre, la part modale des modes non-motorisés, y compris à vélo et à pied, rapportée au voyageur-kilomètre sont quand même plus basse que les autres modes sauf en mégapole de Shanghai, parce que la distance de déplacement de vélo à Shanghai est plus longue (3.9km) que celle de vélo en Île-de-France et en mégapole de Taipei. Par ailleurs, le coût du temps pour le mode à pied est le plus élevé que les autres. C'est-à-dire, nous pouvons dire que le mode motorisé est plus populaire grâce au coût du temps de déplacement économique.

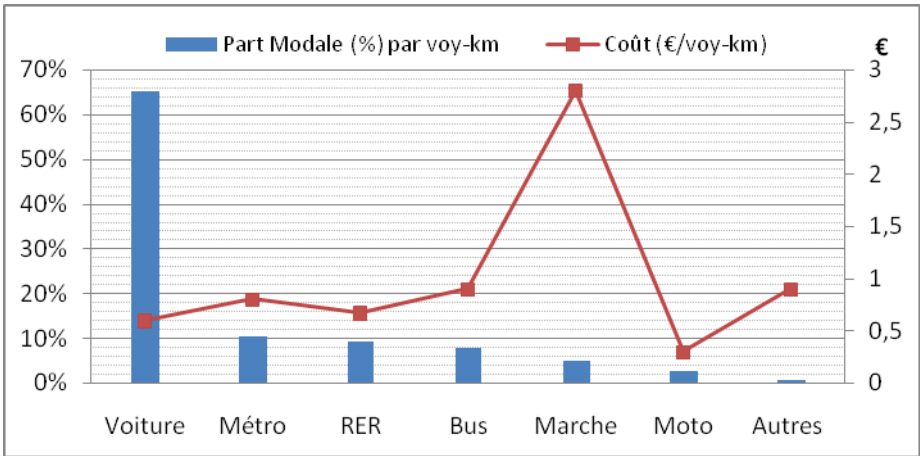


FIGURE VIII-4: Part modale et coût du temps des modes en Île-de-France

Quant à la mégapole de Taipei, les véhicules motorisés occupent la plupart des trafics rapportés au voyageur-km à Taipei par rapport au transport collectif, de plus, le coût du temps pour l'usage des véhicules motorisés est aussi plus économique que celui pour l'usage des transports collectifs. Autrement dit, le choix modal des individus a une relation faible avec le coût du temps des modes.

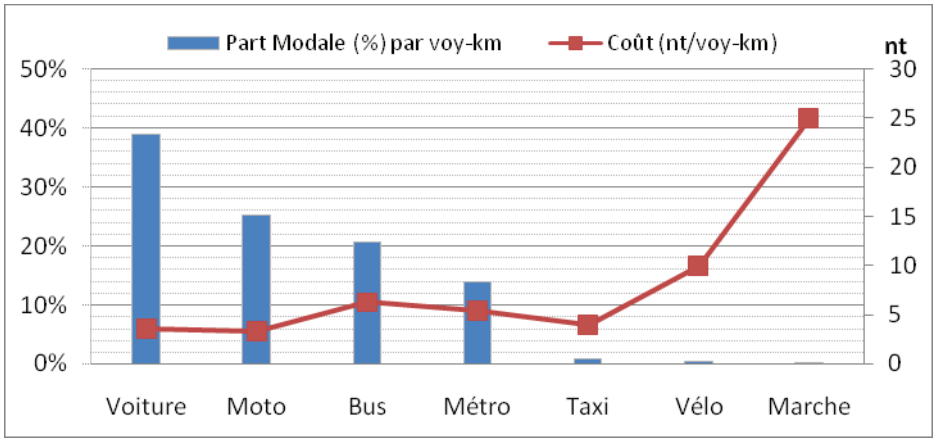


FIGURE VIII-5: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Taipei

La municipalité de Shanghai est une ville économique la plus importante en Chine, donc le revenu moyen à Shanghai est plus élevé que dans les autres villes chinoises. Bien qu'elle ait le plus haut salaire par rapport aux villes chinoises, la part modale du mode non motorisé occupe encore *60* % selon le taux d'utilisation des modes et *17.45%* selon la proportion de voyageur-kilomètre. Cependant, le coût du temps pour les modes non-motorisés est relativement plus élevé que les autres modes.

De plus, le bus à Shanghai occupe la deuxième place selon la part modal rapporté au voyageur-km, bien que son coût du temps soit plus élevé que les autres véhicules motorisés et le vélo. De plus, nous voyons que les véhicules motorisés sont aussi plus attractifs par rapport aux autres modes pour les individus en fonction du coût de temps, comme en Île-de-France et à Taipei.

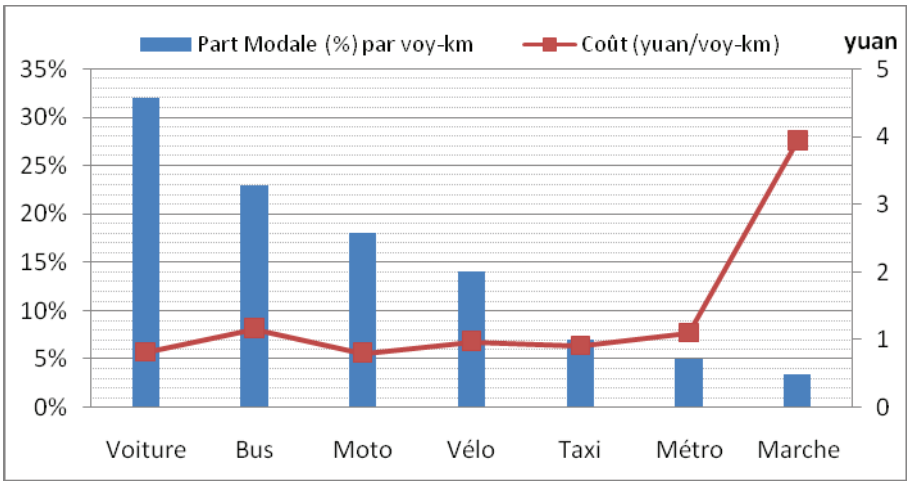


FIGURE VIII-6: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Shanghai

8.8 Bilan

Après avoir présenté la comparaison entre le coût du temps et la part modale en fonction des paramètres de déplacement liés à la vitesse, à la distance et à la valeur du temps par modes, nous avons constaté que le facteur du temps peut efficacement influer sur le choix modal des usagers. Ce résultat peut aussi reflechir un lien entre le revenu des usagers, le choix modal et la vitesse de véhicule dans les mégapoles d'étude.

Pour évaluer le coût du temps dans la synthèse du coût total de déplacement liée à l'analyse de la compétitivité des modes dans notre recherche, nous ne prenons en compte que la valeur du temps moyenne pour tous les modes dans les mégapoles d'étude. Pour cela, nous retiendrons la valeur du temps ***10 €/h*** pour Île-de-France, ***65 nt/h*** pour Taipei et ***13.9 yuan/h*** pour Shanghai en fonction du résultat d'analyse empirique.

CHAPITRE 9 : LE COUT MONETAIRE POUR LES USAGERS

Selon la définition du coût total de déplacement dans le chapitre 7, la dépense du véhicule est un coût interne et monétaire. De plus, nous pouvons également distinguer ces coûts d'usage détaillés selon le coût fixe et le coût variable. Pour cela, le coût d'usage peut être ici défini principalement en deux composants : le premier composant est le coût fixe d'usage, donc il comprend en le coût de la détention du véhicule (estimé par le coût d'amortissement annuel du véhicule etc.), le coût d'assurance et le coût de la taxe annuelle sur le véhicule etc. Le deuxième composant est le coût variable d'usage qui est influencé par la fréquence d'usage, il comprend principalement le coût de l'exploitation du véhicule, y compris le coût d'entretien du matériel, les frais d'essence et le coût de parking et l'abonnement du transport collectif.

Le coût d'usage pour les automobilistes occupe environ *41*% du coût total de déplacement en fonction de la recherche de *Litman* (1996) aux États-Unis, dont le coût de détention atteint la moitie du coût d'usage de déplacement. Autrement dit, le coût de détention relatif au coût fixe est le deuxième coût le plus élevé après le coût du temps par rapport aux autres coûts dans un déplacement. Cependant, pour utiliser le mode marche, les passagers n'ont pas besoin de régler le coût de possession. De plus, le coût de détention des modes de transport collectif est imputable à la responsabilité des collectivités, par contre, il est nul du côté de voyageurs.

Nous allons en premier lieu présenter la classification du coût d'usage dans les paragraphes suivants selon les modes de transport, le composant décomposé, et les mégapoles. Pour évaluer le coût d'usage dans la mégapole de Shanghai, nous proposons un processus d'évaluation plus simple par rapport à celui en mégapole d'Île-de-France et de Taipei à cause des données incomplètes.

9.1 Coût de détention

Pour présenter le coût d'usage, nous procédons en deux parties : l'un, c'est le coût de détention, et l'autre, c'est le coût variable d'usage. Le coût de détention, qui signifie le coût invariable par an (voir la table VII-1), est principalement constitué par le coût d'acquisition du véhicule et la dépense d'assurance etc. En effet, le coût d'acquisition ne signifie pas le coût d'achat du véhicule, par contre il se focalise sur le coût d'usure et d'amortissement. En général, le coût d'usure et d'amortissement peut être calculé par le coût d'acquisition initial et la durée de vie du véhicule. Tous les modes ont un coût d'usure et d'amortissement, excepté le coût d'acquisition de la marche qui est supposée comme nul dans notre recherche. Donc, nous allons montrer le processus d'évaluation pour le coût d'acquisition ci-dessous selon les modes de transport.

9.1.1 Mode non-motorisé

Au regard de leur coût en temps, les dépenses monétaires des modes non-motorisés sont modestes. On peut en général négliger ces dépenses pour les modes non-motorisés du fait que ce coût est trop petit par rapport les autres, pour le marche notamment. Cependant, elles sont bien réelles en réalité et il ne faut pas les considérer comme nulles. Donc, on va ici essayer de tenir compte au sens large d'abord des dépenses d'usage pour les modes non-motorisés.

Les modes non-motorisés ne comprennent que deux modes : le mode à pied et le mode de bicyclette. Nous n'explorons pas le coût d'acquisition pour le mode à pied, parce que le coût est presque nul, si on ne considère pas l'amortissement des chaussures. Par ailleurs, ce coût d'usage pour le mode à pied est trop faible par rapport au coût du temps. Donc, nous ne présentons ici que le coût fixe d'usage de la bicyclette pour le mode non-motorisé.

- **En Île-de-France :** Selon le rapport de *Papon* (2002), il est indiqué que le coût d'acquisition varie de moins de *150* € à plus de *1500* € en France. L'article du journal officiel de la république française du décret du 28 mai 1990 pour le personnel civil des administrations fixe à *1073* F au 1er juillet 1999 l'indemnité de première mise de bicyclette, soit *165* € en 2000. Le prix moyen des bicyclettes d'importation, représentant *41*% du marché français en 2000 est de *645* F, ce qui compte-tenu de la *TVA* et des marges des distributeurs, peut représenter *165* € en 2000. La durée de vie moyenne du vélo peut être estimée à *7.44* ans. Donc, le coût d'amortissement peut représenter *22* €/an. Pour un cycliste régulier parcourant 2000 km par an, le coût d'amortissement atteint ***0.012* €/voy.-km,** c'est donc la valeur que nous retiendraons après pour estimer le coût privé.
- **À Taipei :** Selon les données statistiques annuelles du ministère de l'économie, le prix moyen d'exportation d'une bicyclette atteint *109.02* $ (US dollars) en 2007 dont il comprend *10* % de taxe d'exportation. C'est-à-dire, le prix moyen local est *99.1* $, soit environ *3171* nt[61]. Elle indique aussi que la durée de vie de bicyclette électrique peut atteindre 6 à 8 ans, de plus, nous pouvons supposer que la durée de la vie pour la bicyclette traditionnelle est plus un petit peu plus long que pour la bicyclette électrique. Donc, la durée de la vie de la bicyclette estimée est au moins de 8 ans et le coût d'amortissement d'annuité est de *473* nt/an pour un vélo. Pour estimer la distance totale annuelle de déplacement en vélo, nous supposons que les utilisateurs qui prennent le vélo pour les journées ouvrables de domicile à travail ont environ 10 km (aller-retour) par jour[62], donc nous pouvons calculer que le coût de détention en vélo est ***0.237 nt/voy.-km***.
- **À Shanghai:** Pour évaluer le coût d'usage de la bicyclette à Shanghai, il nous faut viser à estimer les deux : bicyclette traditionnelle et bicyclette électrique. En fait, nous pouvons constater que le prix moyen d'exportation[63] d'une bicyclette était *36.6* dollars américain, soit environ *249* yuans, selon les données statistiques d'exportation en Chine. Quant au vélo électrique, le prix moyen d'exportation arrivait à *240* dollars américains, soit *1632* yuans. De plus, la durée de la vie de la bicyclette traditionnelle est estimée de 8 ans, et de 6 ans pour la bicyclette électrique. Donc, le coût d'amortissement de la bicyclette traditionnelle et électrique peut représenter *37.2* yuans/an et *302.7* yuans/an.

[61] nt : le monnaie taïwanais (1 USD = 33 NT environ en 2007).

[62] Nous supposons qu'il y a 200 jours d'utilisation du vélo par an, et la distance moyenne d'un déplacement aller-retour est 10 km. Autrement dit, il y a totalement 2000 km/an/vélo dans la mégapole de Taipei.

[63] Selon les données statistiques d'exportation, en 2007 il y a totalement *59.22* millions de bicyclette d'exportation et le prix total était *2.166* milliards dollars américain. Autrement dit, le prix moyen d'un vélo est *36.6* dollars américain. Quant au vélo électrique, il y a *0.25* millions de bicyclette d'exportation et le prix d'exportation total était *60.97* millions, c'est-à-dire, le prix moyen d'un vélo électrique est *240* dollars américain en 2007.

D'ailleurs, la distance totale annuelle de déplacement de la bicyclette traditionnelle est estimée de *1950* km/an[64] et *3000* k/an pour le vélo électrique. Donc, nous pouvons estimer que le coût de détention unitaire en vélo traditionel et vélo électrique est ***0.02 yuan/voy.-km*** et ***0.1 yuan/voy.-km***.

9.1.2 Mode motorisé

Le mode motorisé comprend principalement les trois modes : moto, automobile et taxi. Le coût d'acquisition est un coût fixe interne, qui se traduit par un amortissement, auquel il fait rajouter l'assurance. De plus, nous devons aussi tenir compte d'autres coûts internes, comme le carburant et la taxe sur le carburant etc.

A. Moto

En premier lieu, le coût de la moto doit être différencié par la dimension de la cylindrée, parce que le coût de la dépense du carburant, du montant de l'assurance et des frais de pièces détachés pour l'entretien sont tout à fait différents en fonction de la dimension de la cylindrée. Donc, il nous faut considérer à la fois le cyclomoteur et la motocyclette.

- **En Île-de-France :** les dépenses pour les deux-roues motorisés doivent être divisées en deux catégories : l'une est les cyclomoteurs, dont la cylindrée est inférieur ou égale à 50 cc, qui ne sont pas soumis à immatriculation ; l'autre est les motocyclettes, dont la cylindrée est supérieure à 50 cc, qui sont soumis à immatriculation. Selon le compte-rendu de *STIF*, les dépenses d'investissement correspondant aux achats de véhicules pour le mode deux roues sont estimées sur la base d'un prix catalogue moyen pour les motocyclettes et les cyclomoteurs.

  Donc, dans la table IX-1, les dépenses d'investissement ont été calculées à partir de coût moyen. De plus, le coût d'acquisition est évalué sous forme d'une annuité d'amortissement. Á cause des données disponibles en Île-de-France, on ne calcule pas respectivement le coût unitaire pour le cyclomoteur et la motocyclette. Par ailleurs, nous pouvons supposer que le prix d'achat moyen pour les deux-roues motorisés (neufs) est environ *2500* € (*TTC*) en fonction des données observées liées à la cylindrée de véhicule sur le site[65] dont nous ne considérons que la cylindrée est de 50 cm^3 à 150 cm^3, voir l'annexe F.

  De plus, nous pouvons constater que le coût d'assurance pour l'usage de moto est relativement plus élevé, du fait que ce coût lie à l'insécurité spécifique du mode.

[64] On suppose que les usagers de vélo traditionnel utilisent son vélo 250 jours par an et 3.9 km de distance moyenne de déplacement.

[65] http://www.scooter-station.com/

TABLE IX-1: le coût de détention des deux-roues (moyenne cyclo/moto) en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc total en Île-de-France [1]	(milliers)	393
Kilométrage moyen par véhicule [2]	(km/an)	4139
Annuité d'amortissement [3]	(€ 2003/an/véh)	343.1
Assurance [4]	(€ 2003/an/véh)	458.0
Coût unitaire par véh-km	(€ 2003/véh.km)	0.193
Coût fixe de détention par voyageur-km [5]	**(€ 2003/ voy-km)**	**0.193**

[1] Le parc total en deux-roues comprend le cyclomoteur et motocyclette dont le parc de cyclomoteur est *130 000* et le parc de motocyclette est *260 000* en 2003 (*STIF*, 2005).

[2] Le kilométrage moyen par véhicule est estimé pour le cyclomoteur et la motocyclette dont le kilométrage annuel par cyclomoteur est *2600* km/an et *4900* km/an pour motocyclette (*STIF*, 2005).

[3] La durée de la vie de moto est 9 ans pour la moto neuve.

[4] Les frais d'assurance représentent au total une dépense de *180* millions d'€, *STIF 2005*

[5] Le taux d'occupation de moto est 1 personne par véhicule (*STIF*, 2005)

[6] La distance à vol d'oiseau moyenne en deux-roues en Île-de-France est *9.1* km

Source: STIF (2001 et 2005); Gallez (2000)

- **Taipei :** Dans la mégapole de Taipei, la moto peut se définir par les deux formes : l'une est la moto légère, ça veut dire la cylindrée moyenne du moteur est inférieur à 50 cc (cyclomoteur) et l'autre est la moto lourde, la cylindrée de moteur étant supérieur à 50 cc. (Motocyclette). Donc, la structure de distribution des motos atteintes *40* % pour le cyclomoteur et *60* % pour la motocyclette en 2000 dans la mégapole de Taipei. (*MOTC*, 2001)

  Nous pouvons constater que le coût d'amortissement occupe beaucoup plus de proportion du coût de détention pour les motos dans la mégapole de Taipei (*78*% du coût fixe d'usage total). Par ailleurs, nous voyons que la distances de déplacement annuel par moto dans la mégapole de Taipei et de Shanghai est plus élevée que celle en Île-de-France, du fait que la moto est le mode plus utilisée par rapport aux autre modes de transport urbain (environ *30*% à Taipei et *11*% à Shanghai), voir le chapitre 4 et 5 dans la première partie.

  En effet, nous pouvons observer que le kilométrage total pour l'usage de moto à Taipei est plus élevé que celui en Île-de-France. De plus, le coût d'assurance est relativement plus faible en comparaison de l'amortissement par rapport au coût d'assurance en Île-de-France.

TABLE IX-2: le coût de détention en moto à Taipei en 2000

Type	Moto (< 50 cc)	Moto (> 50 cc)	Moyen
Assurance (nt/an/véh.)	941	1031	995
Amortissement (nt/an/véh.)	4415	5741	5210.6
Taxe d'immatriculation [a] (nt/an/véh.)	300	450	390
Ensemble (nt/an/véh.)	5656	7222	6595.6
Distance moyenne annuelle par moto (km)			6151.3
Distance moyenne de déplacement (km)			8.4
Taux d'occupation			1.07
Coût fixe de détention par voy-km (nt/voy-km)			**1.00**

[a] Y compris les deux taxes : l'une est la taxe d'immatriculation et l'autre est la taxe de carburant pour l'usage de la moto à Taiwan qui est régulièrement réglée par an rapporté au la volume de cylindré.

Source: MOTC (2001)

- **Shanghai :** Dans la mégapole de Shanghai, le coût de détention de la moto peut être également estimé selon le coût d'amortissement, d'assurance et de maintenance voirie.

  Selon les données d'exportation en Chine, le prix moyen d'une moto est *700* dollars américain, soit *4 760* yuans, en 2006 (toutes cylindrées confondues), donc le coût d'amortissement est *882.8* yuans/an, si la durée de la vie est de 6 ans.

  De plus, la dépense d'assurance moyenne annuelle par moto est *300* yuans et la taxe de maintenance de voirie est *200* yuans par an par une moto.

TABLE IX-3 : le coût de détention en moto à Shanghai en 2004

Type	Valeur en 2004
Amortissement (yuan/an/véh.)	882.8
Dépense d'assurance (yuan/an/véh.)	300
Taxe annuelle a (yuan/an/véh.)	200
Ensemble (yuan/an/véh.)	1382.8
Distance moyenne annuelle par moto (km)	6450
Coût fixe de détention par voy-km (yuan/voy-km)	**0.214**

[a] Cette taxe annuelle pour les modes de véhicules motorisés base sur la dépense de maintenance de voirie

Source : SCCPTI, 2004

D'ailleurs, la distance totale annuelle de déplacement par moto est environ *6450* km (*SCCTPI*, 2004), donc le coût de détention de la moto est ***0.214*** yuan/voyageur-km.

B. Automobile

Selon la définition du coût fixe, le coût de détention en automobile comprend principalement

le coût d'acquisition, le coût d'assurance et les taxes. Donc, nous allons également ici indiquer le coût de détention en automobile en trois parties principales : le coût d'amortissement annuel, le coût d'assurance annuelle et le coût de taxe de carburant annuelle.

- **En Île-de-France :** Le coût de possession est évalué sous forme d'une annuité d'amortissement, dont la valeur est mise à jour en fonction de l'évolution du prix des véhicules neufs. Le coût lié à l'achat de voitures d'occasion n'est pas pris en compte dans le calcul ici. Donc, on suppose que tous les véhicules du parc sont achetés neufs et qu'ils ont une durée de vie de 12 ans (*Gallez,* 2000).

  La formule (23) montre la relation entre l'annuité d'amortissement et le prix des véhicules neufs. Donc, l'annuité d'amortissement A est estimée sur la base d'un coût initial C_t correspondant au prix des véhicules neufs[66] en t donnée par le *CCFA*, et avec un taux d'actualisation[67] de *8* %, valeur arrêtée par le Commissariat Général du Plan pour les investissements public. Donc, la formule peut être représentée ci-dessous.

$$C_t = \sum_{1}^{n} \frac{A}{(1+0.08)^n} \tag{23}$$

  Par ailleurs, les dépenses d'assurance, les taxes, vignettes sont estimées à partir de la valeur du compte transport, rapportée aux véhicules-kilomètres.

  En Île-de-France, la dépense d'immatriculation des voitures particulières est calculée d'après le montant global collecté par la région. De plus, le montant des vignettes collectées par les départements est fourni par la direction générale des impôts. Les dépenses d'assurance sont calculées d'après le produit du parc voiture particulière par la prime unitaire pour la région. Et les dépenses pour l'obtention du permis de conduire sont calculées sur la base d'un coût moyen d'un permis multiplié par le nombre de permis délivrés dans l'année.

[66] Selon le rapport du *STIF* (Compte déplacement de voyageurs en Île-de-France en 2003), il est indiqué que le prix moyen d'achat d'une automobile neuve était de 20200 euros (*TTC*) en 2003.

[67] La notion d'actualisation s'appuie sur l'idée que la valeur d'un euro aujourd'hui n'est pas la même que celle d'un euro dans quelques années.

TABLE IX-4: le coût de détention en automobile en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc VP en Île-de-France [1]	(million 2003)	*4.943*
Voyageurs x kilomètres (2003)	(millions voy.km)	*55 000*
Kilomètres total (millions véh.km) [2] en Île-de-France	(millions véh.km)	*43 000*
Coût d'acquisition		
Coût d'achat initial (neuf) [3]	(€/véh. en 2003)	*20 200*
Durée de vie	(année)	*12*
Annuité d'amortissement	(€/véh. en 2003)	*3291.0*
Autres coûts fixes d'usage [4]		
Coût de charges fixes	(million €2003)	*5682*
Coût de charges fixes par véhicule	(€/véh en 2003)	*1149.5*
Coût de stationnement [5]		
Coût annuel de stationnement à domicile	(€/véh./an)	*960*
Coût de détention unitaire par véh.-km [6]	(€ 2003/ véh-km)	**0.435**
Coût de détention unitaire par voy.-km [7]	(€ 2003/ voy-km)	**0.340**

[1] le parc de voitures particulières en région d'Île-de-France est 16.8% du parc national en France en 2003.

[2] Ici, pour l'ensemble des dépenses hors carburant et stationnement, on utilise un coefficient d'imputation tenant compte du fait qu'une partie seulement du kilométrage annuel est réalisée en Île-de-France ; ce coefficient, qui est égal à environ ***0.7***, est obtenu à partir du rapport entre le kilométrage moyen en Île-de-France et le kilométrage moyen France entière. Le coût de détention par km est calculé sur le km total (Ile-de-France et hors Ile-de-France) du véhicule.

[3] Nous reprenons ici les documents du *STIF*, Il s'agit d'une valeur élevée.

[4] Il s'agit de l'assurance et de taxe (carte grises) et de frais financier. (voir *STIF*, 2005)

[6] La distance moyenne de déplacement en automobile en Île-de-France est 6.4 km, voir *DREIF* 2001

[5] Le prix mensuel de stationnement est estimé 120€/mois/voiture à Paris, 80€/mois/voiture en *PC* et 60€/mois/voiture en *GC*. Pour cela, nous estimons le prix annuel moyen de stationnement pour un voiture en Ile-de-France à la faveur du prix moyen de 80€/mois/voiture dans notre étude. Il convient de noter qu'une part des véhicules, ceux qui stationnent sur voirie, ne subissent pas ce coût. Un véhicule pense en bénéficiant des favorités de stationnement sur voirie ne pese qu'environ 100 euros par an.

[7] C'est le kilométrage total annuel effectué en Île-de-France, de plus, le nombre moyen de passager par voiture est *1.28* (hors taxis) selon *STIF* 2002-2003

Source : Estimations faites d'après STIF/DREIF/RATP/SNCF, 1999 et STIF, 2001 et 2005

- **Taipei :** Selon les données de l'*Institute of Transportation* à Taiwan, nous pouvons obtenir les dépenses régulières annuelles pour les utilisateurs d'automobile dans la ville de Taipei. De plus, les nombres d'automobiles sont classés par la capacité de la cylindrée de moteur.

TABLE IX-5: Distribution des automobiles selon la cylindrée de moteur

Type	< 1800 cc	1801-2400 cc	> 2400 cc	Ensemble
Nombre	707013	300973	99780	1107766
%	63.8 %	27.2 %	9 %	100 %

Source : Institute of Transportation, MOTC (2000)

Donc, nous pouvons ensuite calculer l'ensemble du coût annuel, y compris le prix d'assurance, d'amortissement et les taxes, en fonction de la pondération des proportions d'automobiles. De plus, nous devons ajouter le coût fixe d'usage lié au stationnement à domicile. Pour cela, *Guo* (2007) a indiqué le loyer mensuel moyen de stationnement à domicile est *3606* nt à Taipei. De plus, la distance moyenne annuelle par voiture à Taipei ne comprend que la distance dans la mégapole de Taipei à cause des données insuffisantes, donc, l'estimation du coût de détention en automobile à Taipei est normalement surestimée.

TABLE IX-6: Le coût de détention en automobile à Taipei en 2000

Article	< 1800 cc	1801-2400 cc	> 2400 cc	Coût moyen [a]
Assurance (nt/véh.)	3655	3739	3930	3702.5
Amortissement (nt/véh.)	44549	65133	148169	59432.5
Taxe d'immatriculation [c] (nt/véh.)	11920	17440	23850	14484
Ensemble (nt/véh.)	60124	86312	175949	77619
Prix de stationnement annuel par véhicule [b] (nt/véh.)				43000
Distance moyenne annuelle par voiture (km)				12048.54
Distance moyenne de déplacement (km)				18.50
Taux d'occupation				1.72
Coût de détention unitaire par voy.-km (nt/voy-km)				**5.56**

[a] Coût moyen est la proportion de l'automobile selon la capacité de cylindrée de moteur x divers coût

[b] Le prix de stationnement à domicile à Taipei (loyer moyen)

[c] Taxe d'immatriculation comprend aussi la taxe de carburant liée à la volume de cylindrée.

Source: Institute of Transportation, MOTC (2000)

- **Shanghai :** Selon les données *Shanghai Statistical Yearbook*, le prix moyen d'achat d'une voiture est *226 215* yuans en 2007 à Shanghai, y compris *10* % de taxe d'achat. C'est-à-dire, le coût d'amortissement annuel est *25 735* yuans par an (la durée de la vie de voiture est supposée en 12 ans). De plus, le coût de détention de l'automobile

comprend également les dépenses d'assurances, de maintenance de voirie[68] et la taxe d'immatriculation, donc ils sont respectivement de *3000*, *1280* et *1000* yuans par an et par voiture[69]. De plus, il nous faut considérer le coût de détention lié au prix d'immatriculation, parce qu'il y a un système de l'enchère d'immatriculation à Shanghai. Selon la description du prix d'immatriculation dans le chapitre 4, le prix moyen d'immatriculation à l'enchère atteint *30000* yuans en 2004, donc, il y a *2500* yuans par an si la durée de vie de voiture est 12 ans. Par ailleurs, le loyer mensuel moyen de stationnement est supposé *400* yuans (*4800* yuans/an). Pour cela, coût de détention unitaire est ***1.86 yuan/voyageur-km*** dont le taux d'occupation est 2.5 voyageurs par voiture[70] et la distance total annuelle de déplacement est *8235* km par véhicule.

C. Taxi

Tout d'abord, nous ne calculons les coûts de détention en taxi que pour cohérence avec l'automobile, sachant que l'usager ne perçoit que les coûts variables liés au tarif. Pour cela, nous présenterons les coûts en taxi sous la partie de coût d'usage (voir le chapitre *9.2.2*). Par contre, le processus d'évaluation des coûts fixes d'usage en taxi pour le conducteur est présenté dans l'annexe G.

9.1.3 Transport en commun

Quant au coût privé du transport en commun, il ne consiste principalement qu'en la dépense de billets ou d'abonnements, parce que le coût d'infrastructure et de matériel roulant etc. appartient tout à fait au coût public. C'est-à-dire, dans le cadre du coût privé des voyageurs, il n'y a aucun coût fixe de transport en commun imputé aux utilisateurs.

Par ailleurs, la dépense des billets de transport en commun, qui appartient à un coût variable, dépend de la distance de parcours et du nombre d'utilisations quotidiennes. Donc, le coût de détention du transport collectif est considéré comme nul pour les utilisateurs selon la définition typologique du coût.

9.2 Coût variable d'usage

Le coût variable d'usage comprend principalement le coût d'exploitation des véhicules (entretien, carburant etc.) et le coût de stationnement (notamment pour les véhicules motorisés individuels hors domicile), les billets ou abonnements pour les transports en commun et les éventuels péages. Nous allons en priorité présenter le processus d'estimation du coût variable d'usage lié aux modes dans les mégapoles d'étude.

---

[68] Taxe annuelle perçue pour la maintenance de voirie.

[69] *HU Yong-Ju*, (2005) Study on the Methods of Quantifying the Trip Costs of Urban Traffic Modes, College of Traffic Engineering, Northeast Forestry University.

[70] Selon l'enquête locale à Shanghai (*SCCTPI*, 2004), le taux d'occupation en voiture est *3.1* voyageurs par voiture. Cependant, nous n'utilisons que *2.5* voyageurs par voiture du fait que le chiffre *3.1* voyageurs par voiture n'est pas très raisonnable.

9.2.1 Modes non-motorisés

Pour le coût d'usage du mode à pied, il est relativement supposé nul. En revanche, nous devons considérer le coût variable du mode à pied lié à la dépense des instruments réguliers (l'amortissement de chaussures etc.). Cependant, l'évaluation du coût variable lié à la marche à pied est très variable, du fait qu'il comprend beaucoup de paramètre variable, comme le caractère des voyageurs, la situation des voiries etc. Donc, nous ne visons qu'à calculer les dépenses variables d'usage pour le mode de vélo dans les mégapoles d'étude.

- **En Île-de-France :** Selon le rapport de *Papon* (2002), on peut rapporter le coût variable du vélo, il a également indiqué que le coût d'entretien est *0.024* €/km, plus *0.028* €/km pour les accessoires et les vêtements, donc le coût variable d'usage en vélo est en tout ***0.052 €/voyageur-km***, cette valeur est retenue pour la synthèse d'après dans notre recherche.

- **Á Taipei :** Quant au coût variable d'usage en vélo à Taipei, il n'existe pas de valeur exacte proposée, donc nous devons faire une hypothèse raisonnable afin d'estimer ce coût. Tout d'abord, nous pouvons constater que la proportion entre le coût variable et le coût fixe du vélo traditionnel en Île-de-France et à Shanghai est presque de 2. Pour cela, nous pouvons estimer que le coût variable d'usage de vélo est aussi 2 fois plus que le coût fixe d'usage de vélo par voyageur et par kilomètre pour la mégapole de Taipei. Autrement dit, le coût variable d'usage est ***0.474 nt/voy.-km***.
- **Á Shanghai :** Quant au coût variable d'usage en vélo à Shanghai, nous pouvons reprendre la donnée publiée dans le journal (China news) pour que la dépense moyenne annuel un vélo. C'est-à-dire, le coût variable d'usage unitaire du vélo traditionnel est ***0.04 yuan/voy.-km*** (Distance de déplacement annuelle est de 1950 km/an). Par ailleurs, le coût variable d'usage du vélo électrique comprend deux parties : d'une est la dépense régulière de batterie et l'autre est la dépense de charge électrique. Selon *Weinert, Ma et al*. (2007)[71], le coût unitaire de batterie est $*34*/batterie, de plus, une batterie peut supporter la distance de *10 000* km de déplacement. Quant au coût unitaire de charge électrique, il est $*0.08*/kWh et 100 km de déplacement consomment *1.3*kWh. De plus, la dépense régulière de pièces détachées peut être estimée comme pour le vélo traditionnel (***0.04*** yuan/voy.-km). C'est-à-dire, le coût variable d'usage unitaire de vélo électrique est ***0.08 yuan/voy.-km***.

9.2.2 Mode motorisé

Le coût variable[72] d'usage pour les modes motorisés comprend généralement le coût de carburant et le coût d'entretien des véhicules qui sont toujours estimés à partir d'une valeur moyenne issue du compte transport de voyageur pour le déplacement, rapportée aux véhicules-kilomètres et aux voyageurs-kilomètres.

---

[71] Weinert, J. X., C. T. Ma, et al. (2007). "The Transition to Electric Bikes in China: Effect on Travel Behaviour, Mode Shift, and User Safety Perceptions in a Medium-Sized City." Transportation Research Record.

[72] Le coût variable signifie principalement le coût d'usage doit dépendre du kilométrage de déplacements à l'instar des dépenses de carburant et d'entretien et d'accessoires.

A. Moto

- **En Île-de-France :** le coût variable pour la moto comprend principalement deux parties : l'une est les dépenses de carburant et l'autre est constitué des dépenses d'entretien et d'accessoires.

TABLE IX-7: le coût variable d'usage en moto en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc total en Île-de-France	(milliers)	393
Kilométrage moyen	(km/an)	4139
Dépense de carburant [1]	(M€ 2003)	82
Dépense d'entretien et d'accessoires	(M€ 2003)	81
Coût variable par véhicule	(€ 2003/an/moto)	414.76
Taux d'occupation	(voy./véhicule)	1.0
Coût variable d'usage par voy.-km	(€ 2003/ voy-km)	**0.100**

[1] Les dépenses de carburant sont calculées sur la base du kilométrage annuel moyen, des consommations unitaires par type de véhicule en parcours urbain et du parc correspondant, par exemple, 3.3 litres/100km pour le cyclomoteur et 4.4 litre/100 km pour la motocyclette.

Source: STIF, 2005

- **Taipei :** La structure de la distribution des motos est 40% pour la moto légère (< 50 cm^3) et 60% pour la moto lourde (> 50 cm^3) en 2000 à Taipei (*MOTC*, 2001). Pour la mégapole de Taipei, nous visons à diviser le coût variable d'usage en deux parties : l'une ne comprend que le coût kilométrique unitaire de stationnement[73] et l'autre consiste en les coûts de carburant et d'entretien. Cependant, le coût de stationnement en moto n'atteint que *10*% du coût variable d'usage en moto. Autrement dit, la dépense monétaire de stationnement n'est pas encore un facteur important pour influer sur le choix modal de transport à Taipei.

TABLE IX-8: le coût variable d'usage en moto à Taipei en 2000

Article	Moto (< 50 cm^3)	Moto (> 50 cm^3)	Coût moyen
Carburant (nt/an/véh.)	5527	6597	6169
Entretien (nt/an/véh.)	2189	2965	2655
Stationnement [1] (nt/an/véh.)	881	1001	953
Ensemble (nt/an/véh.)	8597	10563	9777
Distance moyenne annuelle par moto (km)			6151.29
Distance moyenne de déplacement (km)			8.4
Taux d'occupation			1.07
Coût variable d'usage par voy.-km (nt/voy-km)			**1.49**

[1] y compris aussi la dépense de péages et les frais d'amendes. De plus, la dépense de stationnement ici est le stationnement hors de domicile.

Source: MOTC

[73] On suppose que le prix de stationnement qui comprend potentiellement le coût d'opération du parc de stationnement et le coût de mis en place.

- **Shanghai :** Dans la mégapole de Shanghai, le coût variable d'usage en moto ne consiste qu'en deux dépenses principales : la dépense de carburant et d'entretien, bien qu'il y a aussi la dépense de stationnement etc. Le prix de carburant (l'essence) arrive à *6.20* yuan/litre en 10/2008[74], si *3* litres d'essence peut supporter 100 kilomètre de distance, le coût de carburant unitaire est donc de *0.17* yuan/voyageur-km. De plus, la dépense d'entretien de moto peut être supposée égale à *500* yuans par an (y compris la dépense régulière des pièces détachées et de lubrifiant etc.), le coût unitaire d'entretien est donc de *0.078* yuan/voyageur-km. Autrement dit, le coût variable d'usage de moto à Shanghai est ***0.25 yuan/voyageur-km***.

B. Automobile

- **En Île-de-France :** Dans la table IX-9, nous devons aussi séparer le coût variable d'usage en deux parties afin de refléter le coût unitaire de stationnement et le coût unitaire sans stationnement. En fait, le coût de stationnement pour l'automobile en Île-de-France n'atteint que *16*% du coût variable d'usage en automobile. En revanche, la dépense de carburant est importante par rapport aux coûts d'entretien et stationnement.

TABLE IX-9: le coût variable d'usage en automobile en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc VP en Île-de-France	(million 2003)	4.943
Voyageurs x kilomètres en Île-de-France (2003)	(millions voy.km)	55 000
Kilomètres total (millions véh.-km)	(millions véh.km)	43 000
Coût de carburant	(M€ 2003)	3 107
Dépenses d'utilisation [3]	(M€ 2003)	1 121
Stationnement [1]	(M€ 2003)	1 040
Entretien	(M€ 2003)	2 100
Taux d'occupation	(voy./ véhicule)	1.28
Coût unitaire de stationnement [2]	(€ 2003/ voy-km)	0.018
Coût unitaire d'entretien et de carburant	(€ 2003/ voy-km)	0.115
Coût variable d'usage par voy.-km	(€ 2003/ voy-km)	**0.133**

[1] y compris aussi la dépense de péages et les frais d'amendes. De plus, le coût de stationnement sur voirie est estimé à partir de coûts horaires dépendant de la zone, et de la durée prédéfinie pour le type de déplacement. On distingue le stationnement hors voirie (gratuit, mis à disposition par l'employeur pour les trajets domicile-travail) du stationnement payant hors voirie (payant, pour les déplacements domicile-achats/loisirs, au taux horaire de 10 F/h à Paris, 5 F/h en petite couronne et gratuit en grande couronne en 1998). (*STIF*, 2001)

[2] Ce coût de stationnement hors domicile, parce que le coût de stationnement à domicile est compris dans le coût fixe.

[3] Les dépenses d'utilisation comprennent le graissage, les amendes et les péages en Île-de-France

Source : Estimations faites d'après les données du STIF, 2001 et 2005

[74] Cf. China National Petroleum Corporation (http://www.cnpc.com.cn/eng/)

- **Taipei :**

TABLE IX-10: Distribution des automobiles selon la capacité de cylindrée du moteur

Type	< 1800 cc	1801-2400 cc	> 2400 cc	Ensemble
Nombre	707013	300973	99780	1107766
Taux	63.8 %	27.2 %	9 %	100 %

Source: Institute of Transportation, MOTC (2000)

TABLE IX-11: le coût variable d'usage en automobile à Taipei en 2000

Article	< 1800 cc	1801-2400 cc	> 2400 cc	Moyen
Carburant (nt/an/véh.)	23936	33472	35157	27520
Entretien (nt/an/véh.)	20518	26497	33155	23269
Stationnement (nt/an/véh.)	15065	21218	28229	17910
Ensemble (nt/an/véh.)	59519	81187	96541	68700
Distance moyenne annuelle par voiture (km)				12048.54
Distance moyenne de déplacement (km)				18.50
Taux d'occupation				1.72
Coût de stationnement par déplacement hors domicile (nt/voy-km)				0.87
Coût d'entretien et de carburant par déplacement (nt/voy-km)				2.45
Coût variable d'usage par voy.-km (nt/voy-km)				**3.32**

Source: Institute of Transportation, MOTC (2000)

Selon la table IX-11, nous observons que le coût de stationnement rapporté au kilomètre- passager occupe *26*% du coût variable d'usage à Taipei. Ce phénomène nous donne un signe que le coût de stationnement à Taipei est plus perceptible pour les usagers que le coût de celui-ci en Île-de-France pour les usagers.

Les politiques de transport (règle tarifaire de stationnement etc.) dans la mégapole de Taipei et en Île-de-France vont évidement donner des résultats différents du fait que les usagers d'automobile en Île-de-France et à Taipei ont sûrement un niveau de perception différent des divers coûts et des politiques.

- **Shanghai :** Quant au coût variable d'usage d'automobile, il nous faut considérer les dépenses : carburant, entretien, stationnement et péage. Le rapport de *China Industrial Map* (2005) indique une consommation de *9.51* litre de carburant pour 100 kilomètre. C'est-à-dire, le coût de carburant unitaire est de *0.59* yuan/km. Pour évaluer la dépense d'entretien, de stationnement et de péage etc. nous pouvons référer le rapport de *Hu* (2005)[75] qui a présenté *1200* yuans/an pour la dépense de stationnement hors

[75] *HU Yong-Ju* (2005), Study on the Methods of Quantifying the Trip Costs of Urban Traffic Modes, College of Traffic Engineering, Northeast Forestry University

domicile (*100* yuans/mois) et *2000* yuans/an pour la dépense de péage et *2400* yuans pour l'entretien régulier annuel. Donc, nous pouvons estimer que le coût variable d'usage en automobile est ***0.51 yuan/voyageur-km*** avec un taux d'occupation est *2.5* voyageurs par voiture.

C. Taxi

- **En Île-de-France :** Les dépenses de fonctionnement sont évaluées à partir des données fournies par la Fédération Nationale des Artisans du Taxi (*FNAT*), y compris le coût d'entretien, de salaire de conducteur, de carburant et de remboursements d'emprunts, comme sur la table suivante. Cependant, ce coût variable d'usage est plutôt le coût perceptible pour le conducteur (propriétaire ou locataire du véhicule), voir l'annexe E. Quant au coût variable perceptible d'usage, il nous faut tenir compte des frais payés réels par les voyageurs.

  Pour cela, il nous faut tenir compte le coût variable perceptible de taxi sou l'aspect de voyageur, parce que le coût privé, qui comprend le coût du temps et d'usage, appartient au coût ressenti par voyageurs dans la classification typologique de notre recherche. Donc, nous visons à présenter le règle de tarif du taxi en Île-de-France ci-dessous : en principal, les taxis utilisent deux principes de tarification en Île-de-France, d'une part, pour les taxis parisiens, d'autre part, pour tous les taxis hors de Paris.

TABLE IX-12: Tarif du taxi en mégapole d'Île-de-France

Zone			Prise en charge	KM			
				A	B	C	D
Paris	75	Paris	2.20	0.86	1.12	1.35	----
PC	92	Hauts-de-Seine	2.00	0.67	1.01	1.34	2.01
	93	Seine-Saint-Denis	2.00	0.64	0.89	1.28	1.78
	94	Val-de-Marne	1.60	0.73	1.10	1.46	2.19
GC	77	Seine-et-Marne	2.20	0.70	0.94	1.40	1.88
	78	Yvelines	1.80	0.67	1.00	1.34	2.00
	91	Essonne	2.10	0.68	1.02	1.36	2.04
	95	Val-d'Oise	2.40	0.62	0.93	1.24	1.86

Source : Fédération Nationale des Artisans du Taxi, 2007

Selon la classification de tarif applicable du taxi en Île-de-France, nous pouvons estimer le coût variable d'usage pour la distance moyenne de déplacement de taxi selon les zones en Île-de-France. Nous prenons compte le coût d'usage de taxi rapporté au voy.-km à la faveur des données de *STIF*. Pour cela, le coût variable d'usage de taxi est ***1.42 €/voy.-km*** (le coût d'usage perceptible de voyageur).

- **Taipei :** Quant au coût d'usage perceptible de taxi pour les voyageurs, nous pouvons d'abord présenter les tarifs applicables aux taxis en mégapole de Taipei, comme la table suivante :

TABLE IX-13: Tarif du taxi en mégapole de Taipei

Jour (6 :00-23 :00)		Nuit (23 :00-6 :00)		Férié (la fête de nouvel an)	Frais complémentaire
Prise en charge	70 nt/1.25km	Prise en charge	70 nt/1.25km	Jour : + 20 nt/déplacement	Mettre vos bagages dans le coffre de véhicule (+10 nt)
Km	20nt/km	Km	20nt/km		
Heure	5 nt (1m40s) [a]	Heure	5 nt (1m40s) [a]	Nuit : + 40 nt/déplacement	
		20 nt/déplacement			

[a] la cumulation de la vitesse de roulage du véhicule < 5km/h est arrivée 1m40s.

Conformément au tarif du taxi représenté, nous pouvons montrer que le tarif réel d'un déplacement moyen (4.45km) se monte à *134* nt/déplacement dans la journée, et à *154* nt/déplacement dans la soirée (après 23 : 00). Si le tarif du taxi d'un déplacement dans la journée, le coût variable unitaire par voyageur-kilomètre est ***16.1 nt/voy-km*** pour le coût ressenti de voyageur.

- **Shanghai :** Le coût variable d'usage en taxi ne comprend qu'en fait le prix de service selon le Tarif du taxi. En fait, le prix du taxi a été ajusté à partir du 11 mai 2006 : le prix initial est passé de *10* yuans à *11* yuans pour les trois premiers kilomètres. Ensuite, le prix est fixé par kilomètre et ajusté de *2* yuans à *2.1* yuans après les trois premiers kilomètres, comme la table suivante :

TABLE IX-14 : Tarif du taxi en mégapole de Shanghai

Distance / Heure	0 - 3 kilomètre	3 - 10 kilomètre	Plus de 10 kilomètre
Jour (5:00 -23:00)	11 yuans	2.1 yuan/km	3.2 yuan/km
Nuit (23:00 - 5:00)	14 yuans	2.7 yuan/km	4.1 yuan/km

[a] la cumulation de l'attente du véhicule de 5 minutes égale le tarif d'un kilomètre.

Pour évaluer le coût unitaire d'usage en taxi pour les voyageurs, nous pouvons savoir que la distance moyenne de déplacement en taxi dans la mégapole de Shanghai est *6.1* km en 2006 (voir le chapitre de Shanghai dans la partie I), donc le prix de ce déplacement est normalement de *19.4* yuans/déplacement (*11* yuans plus *2.1* yuans multiplié par 4), si on suppose ce déplacement dans la journée. Autrement dit, le coût variable d'usage de taxi est ***1.9 yuans/voyageur-km*** dans la mégapole de Shanghai dont le taux d'occupation de véhicule est 1.7 personnes par taxi[76].

[76] Selon *SCCTPI* en 2004.

9.2.3 Transport en commun

Le coût variable d'usage pour le mode transport collectif correspond aux dépenses liées à l'achat de billets ou d'abonnements par les utilisateurs. De plus, le mode transport collectif peut être divisé en deux : le bus et le rail.

A. Bus

- **En Île-de-France :** Pour estimer le coût variable d'usage de transport collectif en Île-de-France, nous devons connaître la structure des recettes de transport collectif. Les recettes totales du transport collectif comprennent principalement les trois titres : Titre zonaux[77] (y compris carte orange, intégrales et imagine R etc.), billets et autres titres.

  Cependant, il est très difficile de séparer les recettes des titres zonaux selon les modes de transport collectif (*RER*, Métro et Bus) en Île-de-France. Pour cela, la comptabilité analytique de la *RATP* nous donner la répartition des recettes totales du trafic par réseau (*Gueguen-Agenais*, 2008) :

TABLE IX-15: Répartition des recettes par réseau de *RATP*

Mode	Métro	RER	Bus
Part des recettes (%)	43.02%	22.40%	34.58%

Source : Comptabilité analytique RATP, 2003

Donc, nous appliquons ensuite cette répartition aux recettes tarifaires de 2003 pour *RATP* (*1561.50* millions d'euros *TTC*) et nous estimons des recettes unitaires par voyageur-km pour l'usage de bus est de ***0.22*** €/voy.-km en fonction des recettes tarifaires (*539.96* millions d'€) et des trafics totaux (*2469.30* millions voy.-km) pour le bus.

- **Taipei :**

TABLE IX-16: Coût variable d'usage en Bus à Taipei en 2002

Type	Valeur en 2002
Recettes totales des billets (Million nt)	8 753.112
Distance de déplacement (10^6 voy.-km)	4 936.7
Distance moyenne de déplacement (km)	7.9
Taux d'occupation	22.96 [1]
Coût variable d'usage par voy.-km (nt/voy-km)	**1.77**

[1] En 2004, le nombre de service en bus atteignait *27.2* millions fréquences par an et ils chargeaient totalement *624.9* millions de voyageurs par an, autrement dit, le taux d'occupation était *22.96* en 2004.

Source: Taipei City Government, 2005

[77] Le total titres zonaux comprend les cartes orange mensuelles, les cartes orange hebdomadaires, les cartes intégrales et Imagine R

- **Shanghai :** Le coût d'usage de bus peut être estimé par le prix d'usage. Le prix du bus à Shanghai est divisé en deux parties, l'une est le prix du bus dans le centre ville et l''autre est le prix du bus en banlieue. Le prix du bus est *2* yuans avec climatiseur et d'1 yuan sans climatiseur dans le centre ville. Le prix du bus en banlieue dépend de la distance de déplacement ; le prix initial est de 1 yuan, ensuite de *0.2-0.25* yuan par kilomètre. Comme la distance moyenne de déplacement du bus est 9.78 km (voir le chapitre10), le prix de ce déplacement en bus est toujours *2* yuans pour ce déplacement dans la zone centrale et *3* yuans pour ce déplacement dans la banlieue. Donc, le coût variable unitaire d'usage du bus est ***0.3 yuan/voyageur-km***.

B. Rail

- **En Île-de-France :** le rail en Île-de-France comprend le réseau de métro et le réseau de *RER*, nous pouvons estimer le coût variable rapporté aux kilomètres-voyageurs en métro et en *RER* selon les trois recettes des billets (titre zonaux, billets et autres titres). Pour estimer le coût d'usage en rail en Île-de-France, nous pouvons aussi appliquer la répartition aux recettes tarifaires de 2003, voir la table IX-15. Donc le coût variable d'usage en rail (métro et *RER*) est évalué par les recettes tarifaires et le trafic par mode, voir la table suivante.

TABLE IX-17: Coût variable d'usage en rail en Île-de-France

Recette \ Mode	**Métro**	**RER**
Recettes tarifaires (Millions € en 2003)	671.72	349.82
Trafic (10^6 voy.-km en 2003)	6014.9	4084.1
Coût variable d'usage par voy.-km (€/voy-km)	**0.11**	**0.09**

* On fait l'hypothèse d'un coût d'usage identique à celui du RER-RATP et pour le coût de RER-SNCF

Source: RATP, 2003

- **Taipei :** quant au réseau de rail dans la mégapole de Taipei, il n'existe maintenant que le réseau de métro.

TABLE IX-18: Coût variable d'usage en métro à Taipei en 2002

Type	**Valeur en 2002**
Recettes totales du trafic (nt 2004)	7 789 059 000
Distance totale en voy.-km	2 742 372 258
Distance moyenne de déplacement (km)	7.68
Taux d'occupation (en 2004)	513 1
Coût variable d'usage unitaire par voy.-km (nt/voy-km)	**2.84**

[1] En 2004, il y a totalement *360 729 803* voyageurs par an en métro à Taipei et à la fois *703 307* fréquences de services en métro par an. C'est-à-dire, il y a *513* voyageurs par train en 2004.

Source : Taipei Metro Yearbook 2005

- **Shanghai :** Quant au coût variable d'usage du métro, la mesure d'estimation est la même que celle du bus en mégapole de Shanghai, le prix du métro est de 3 yuans pour les distances de déplacement inférieurs à six kilomètres, ensuite d'1 yuan par dix kilomètres supplémentaires. Donc, si la distance moyenne est *10.14* km (voir le chapitre 10), le prix de ce déplacement est environ *4* yuans. C'est-à-dire, le coût variable unitaire d'usage du métro est ***0.39 yuan/voyageur-km*** dans la mégapole de Shanghai.

9.3 Coût total d'usage des modes

Selon les résultats calculés des coûts fixes et variables d'usage des modes ci-dessus, nous pouvons organiser ensemble le coût fixe et le coût variable pour le coût d'usage total dans les tableaux IX-19 à 21. Le coût unitaire d'usage de déplacement rapporté au voyageur-kilomètre pour les modes motorisés dans ces trois mégapoles est plus fort que pour les modes non-motorisés et le mode transport collectif (surtout le coût d'usage en automobile est trois à cinq fois plus haut que celui en rail). Le coût du transport collectif est assez attractif en termes du côté des voyageurs.

De plus, nous constatons ici sur le coût unitaire d'usage rapporté au voyageur-kilomètre en taxi est sans doute le plus haut que pour les autres modes, ce phénomène peut refléter que l'usage du taxi en Île-de-France est une dépense de déplacement luxueuse par rapport aux autres modes selon l'évaluation du coût d'usage. Et le coût fixe d'usage pour les voyageurs est nul, ce coût appartient au coût à la charge du conducteur.

D'ailleurs, on peut comparer ces coûts unitaires évalués avec la distribution d'usage des modes en fonction du niveau de salaire pour observer la relation essentielle entre le coût d'usage des voyageurs et le comportement d'usage des modes en mégapole.

TABLE IX-19: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes en Île-de-France

Mode	**Coût fixe** (€/voy-km)	**Coût variable** (€/voy-km)	**Coût d'usage** (€/voy-km)
Marche	----	----	----
Vélo	0.012	0.052	**0.064**
Moto	0.193	0.100	**0.293**
Voiture	0.340	0.133	**0.473**
Taxi	----	1.420	**1.420**
Bus	----	0.220	**0.220**
Métro	----	0.114	**0.114**
Rail	----	0.090	**0.090**

Source : Réalisé par l'auteur

Le coût unitaire d'usage de déplacement rapporté au voyageur-kilomètre en voiture dans la mégapole de Taipei et de Shanghai est également plus haut que pour les autres modes (5 à 6 fois plus élevé que le coût unitaire d'usage en métro et bus). Sauf l'automobile, l'autre mode de véhicule motorisé (moto) est beaucoup plus économique que l'automobile.

En effet, le niveau d'attraction de la moto et du métro est proche sous l'aspect des individus lié au coût d'usage dans la mégapole de Taipei et de Shanghai.

Par ailleurs, nous manquons pour l'instant des données concernées afin d'estimer le coût d'usage à pied, donc nous le négligeons temporellement dans notre recherche. D'ailleurs, le coût d'usage à pied est très faible par rapport au coût du temps.

TABLE IX-20: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes à Taipei

Mode	**Coût fixe** (nt/voy-km)	**Coût variable** (nt/voy-km)	**Coût d'usage** (nt/voy-km)
Marche	----	----	----
Vélo	0.237	0.474	**0.71**
Moto	1.00	1.49	**2.49**
Voiture	5.56	3.32	**8.88**
Taxi	----	16.1	**16.10**
Bus	----	1.77	**1.77**
Rail	----	2.84	**2.84**

Source : Réalisé par l'auteur

TABLE IX-21: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes à Shanghai

Mode		**Coût fixe** (nt/voy-km)	**Coût variable** (nt/voy-km)	**Coût d'usage** (nt/voy-km)
Marche		----	----	**----**
Vélo	Trad.	0.02	0.04	**0.06**
	Elec.	0.10	0.08	**0.18**
Moto		0.214	0.25	**0.46**
Voiture		1.86	0.51	**2.37**
Taxi		----	1.90	**1.90**
Bus		----	0.30	**0.30**
Métro		----	0.39	**0.39**

* Trad. : Vélo traditionnel ; Elec. : Vélo électrique

Source : Réalisé par l'auteur

9.4 Synthèse du coût privé à la charge des usagers

Nous présentons ici le coût privé total qui est constitué par le coût du temps et le coût d'usage afin d'estimer le comportement de choix modal des individus, parce que le coût privé, qui est un des coûts de déplacement les plus perceptibles pour les usagers, peut directement montrer le niveau d'attraction des différents modes pour les passagers.

Nous pouvons observer que le coût du temps joue un rôle important pour le véhicule dans les trois métropoles. Le temps, toujours plus élevé pour les transports collectifs que pour les modes individuels, peut néanmoins être composé sur certains cas pour un coût d'usage plus faible. C'est nettement le cas à Taipei et à Shanghai.

Enfin, l'écart du coût du temps pour la voiture et la moto est différent dans ces mégapoles. En Île-de-France, le coût du temps de moto semble être beaucoup plus faible que celui de voiture, grâce à la vitesse moyenne de moto élevée par rapport à celle de voiture. Au contraire, le coût du temps de moto et de voiture est très proche dans la mégapole de Taipei et de Shanghai, du fait que la vitesse moyenne de moto est aussi proche que la vitesse moyenne de voiture dans ces deux mégapoles. Les raisons sont double : la limite de vitesse de moto dans ces deux villes est plus faible par rapport à la voiture et à la fois la moto ne roule pas dans la voie expresse, elle ne roule que dans les voies banales urbaines. Cet avantage absolu de la moto en Île-de-France ne se trouvait pas pour un usage important, en raison de la perception d'insécurité de ce mode.

Conformément aux descriptions du coût privé, la réduction du temps de déplacement est probablement une direction efficace de la politique de transport afin d'encourager l'usage du transport collectif et du vélo. La mise en place de pôles d'échange, l'amélioration de la qualité de correspondance, l'intégration du système informatique de transport et la combinaison du système des billets du transport collectif, sont des exemples d'actes qui pourraient améliorer l'attractivité des transports publics.

Enfin, le coût unitaire d'usage des modes motorisés est toujours le plus élevé excepté le mode à pied et de taxi, du fait que le coût variable d'usage en taxi est très coûteux et le coût du temps à pied est très élevé (la vitesse faible).

TABLE IX-22: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes en Île-de-France

Mode / Coût	**Marche**	**Vélo**	**Moto**	**Voiture**	**Bus**	**Métro**	**RER**
Coût du temps (€/voy-km)	3.57	1.25	0.44	0.55	1.00	0.83	0.62
Coût d'usage (€/voy-km)	----	0.064	0.293	0.527	0.22	0.11	0.090
Ensemble (€/voy-km)	**3,57**	**1,31**	**0,73**	**1, 077**	**1,22**	**0,94**	**0,71**

* Le coût du temps pour *TC* (y compris le bus, le metro et le *RE*R) est 0.7 €/voyageur-km

Source: réalisé par l'auteur

TABLE IX-23: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes dans la mégapole de Taipei

Mode / Coût	Marche	Vélo	Moto	Voiture	Bus	Métro
Coût du temps (nt/voy-km)	37.6	10.9	3.23	3.64	6.38	5.46
Coût d'usage (nt/voy-km)	---	0.71	2.49	8.88	1.77	2.84
Ensemble (nt/voy-km)	**37.6**	**11.61**	**5.72**	**12.52**	**8.15**	**8.30**

Source : réalisé par l'auteur

TABLE IX-24: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes dans la mégapole de Shanghai

Mode / Coût	Marche	Vélo		Moto	Voiture	Bus	Métro
Coût du temps (yuan/voy-km)	3.95	0.98		0.80	0.81	1.37	1.98
Coût d'usage (yuan/voy-km)	---	0.06 [1]	0.18 [2]	0.46	2.37	0.30	0.39
Ensemble (yuan/voy-km)	**3.95**	**1.04**	**1.16**	**1.26**	**3.18**	**1.67**	**2.37**

[1] Vélo traditionnel [2] Vélo électrique

Source : réalisé par l'auteur

Par ailleurs, le mode à pied convient toujours pour les distances courtes de déplacement, parce que le coût privé à pied est trop élevé rapporté aux voyageur-kilomètres par rapport aux autres modes mécanisés.

Ces résultats d'évaluation pour le coût privé dans les tables IX-22, 23 et 24 pour les mégapoles d'étude seront retenus dans la synthèse du coût total de déplacement après.

9.4.1 Comparaison entre la répartition modale et le coût privé

La table IX-25 présente le lien entre la répartition modale et le coût privé rapporté au voyageur-kilomètre en Île-de-France, à la mégapole de Taipei et à la mégapole de Shanghai, afin d'expliquer la relation entre le choix modal et le coût privé des modes. En fait, nous pouvons d'abord constater que le coût privé rapporté aux voyageur-kilomètres en voiture dans ces trois mégapoles est certes plus élevé que celui des transports collectifs et de moto, du fait que le coût d'usage de voiture est toujours plus élevé que les autres modes sous l'aspect des voyageurs. Mais, la part modale de voiture rapporté au voyageur-kilomètre dans ces trois mégapoles reste toujours élevé (environ 67% en Île-de-France, 39% en mégapole de Taipei et 32% en mégapole de Shanghai) par rapport au transport collectif et mode non-motorisé. Pour

expliquer cette contradiction entre la répartition modale et le coût privé, nous pouvons observer que la voiture est surtout fréquemment utilisée dans les zones qui n'ont pas le réseau solide de transport public. Par exemple, en Île-de-France, il y a *80* % des circulations automobiles qui se font sur des liaisons entre communes de banlieue.

En revanche, la moto est bien présentée le lien cohérent entre la répartition modale et le coût privé dans les mégapoles de Shanghai et de Taipei. C'est la raison pour laquelle nous pouvons constater que la plupart des villes asiatiques ont le même problème de 2 ou 3 roues motorisées dans le système de transport urbain, voir le chapitre 2. Au contraire, ce mode est encore peu utilisé pour les déplacements quotidiens en Île-de-France, bien qu'il ait le coût privé le plus économique pour voyageurs.

Par ailleurs, le niveau de l'attraction de transport collectif lié au coût privé à la faveur du choix individuel par rapport au véhicule motorisé est toujours différent dans ces trois mégapoles d'étude. En Île-de-France, le transport de rail (métro et *RER*) est relativement plus compétitif que les véhicules motorisés et le bus, et ce mode occupe *20*% de part modale rapporté au voyageur-km. Dans la mégapole de Taipei, le niveau de l'attraction de métro et de bus est presque identique. De plus, les transports collectifs à Taipei, occupent *34*% part modale, sont plus compétitifs que la voiture et moins attractif que la moto en fonction de l'analyse du coût privé à la charge des usagers. Quant au transport public dans la mégapole de Shanghai, le métro semble être un mode moins économique par rapport au bus et à la moto. De plus, la part modale de métro à Shanghai n'arrive que 3.6% en 2004, mais le réseau est encore peu développé. Au contraire, l'usage de bus à Shanghai est un mode plus économique pour voyageur, de plus, ce mode occupe *22*% de part modale.

Quant à l'usage de vélo dans ces trois mégapoles, le marché reste faible dans la mégapole d'Île-de-France et de Taipei (moins de 1%), parce que le coût privé est élevé (à cause du coût du temps élevé). En revanche, ce mode est relativement plus attractif dans la mégapole de Shanghai grâce au coût privé plus économique.

TABLE IX-25: Comparaison de la répartition modale et du coût privé dans les mégapoles

Île-de-France			**Taipei**			**Shanghai**		
Mode	Part modale (%) [1]	Coût privé (€/voy-km)	Mode	Part modale (%)	Coût privé (nt/voy-km)	Mode	Part modale (%)	Coût privé (yuan/voy-km)
Voiture	67,55%	1.08	Voiture	38,84%	12.52	Voiture	32,11%	3.18
Métro	10,45%	0.94	Moto	25,28%	5.72	Bus	22,23%	1.67
RER	9,37%	0.71	Bus	20,57%	8.15	Moto	17,88%	1.26
Bus	4,83%	1.22	Métro	13,87%	8.30	Vélo	13,96%	1.04
Marche	4,92%	3.57	Vélo	0,33%	11.61	Métro	3,60%	2.37
Moto	2,54%	0.73	Marche	0,28%	37.6	Marche	3,49%	3.95

[1] Part modale (%) selon voyageur-km.

Source: Réalisé par l'auteur

A la suite de description du lien entre la part modale et le coût privé, nous pouvons constater que le coût privé lié à la valeur monétaire peut donner une référence raisonnable de choix modal aux voyageurs. Cependant, il y a quand même d'autres facteurs de décision qui

peuvent influer le choix modal des voyageurs, comme le niveau de confort de transport, l'accessibilité de transport public et l'infrastructure pour le mode non-motorisé etc.

Dans l'ensemble, le coût privé (coût généralisé) est toujours présenté dans la théorie classique de la modélisation des demandes de voyageur afin de simuler le choix modal de voyageur, cependant, il faut aussi tenir compte des coûts publics et des externes dans le contexte de développement durable, parce que les usagers des véhicules motorisés ne règlent pas toujours suffisamment leurs responsabilités sociales, notamment les coûts liés à l'externalité. Pour cela, si on considère le coût d'ensemble dans un déplacement selon les modes, le résultat évalué peut nous donner une autre piste de réflexion pour le développement de transport urbain à venir.

9.5 Les coûts à la charge des employeurs pour leurs employés en Île-de-France

A la suite de l'évaluation du coût privé par modes dans les mégapoles, il nous faut préciser, en Île-de-France, certains coûts privés à la charger des employeurs pour leurs employés. En effet, les employeurs contribuent à la prise en charge partielle des dépenses de déplacements vers le travail de trois façons :

- Lorsqu'ils fournissent un espace de stationnement à leurs employés
- En payant le versement transport
- En remboursant 50% des frais d'abonnement aux transports collectifs des employés

En premier lieu, pour la fourniture de stationnement à la charge des employeurs pour leurs employés, la table suivante donne des éléments afin d'estimer cette dépense.

TABLE IX-26 : Estimation de dépense de stationnement à la charge des employeurs

Articles		Paris	Reste Île-de-France
1.	Nombre d'actifs (million)	1.6	3.4
2.	% d'actifs ayant à leur disposition un espace de stationnement hors voirie	33%	71%
3.	% d'actifs ayant à leur disposition un stationnement qui viennent à travailler en voiture	24%	66%
4.	Valeur d'une place par an (€/an)	1440	840
5.	Valeur des places potentielles (million €)	553	1885
6.	Valeur des places occupées (million €)	182	1338

* $(5) = (1 \times 3 \times 4)$ et $(6) = (1 \times 2 \times 3 \times 4)$

Selon la table au-dessus, on peut estimer que la contribution des employeurs au stationnement des employés est comprise entre 1.5 (0.182+1.338) et 2.4 (0.553+1.885) milliards d'euros en Île-de-France. Pour cela, on peut estimer une moyenne de *1.9* milliards d'euros pour la dépense liée aux employeurs pour le stationnement des employés. De plus, rapportée aux 43 milliards de véhicule-km en automobile en Île-de-France en 2003, ceci représente une

contribution de *0.044* €/véh.-km ou *0.034* €/voy.-km pour la dépense unitaire de stationnement à la charge des employeurs. Ce coût est un coût privé, même si les employés ne le payent pas. Pour cela, on le compte dans le coût privé pour l'usage d'automobile dans notre modèle.

En deuxième lieu, pour l'usage des transports publics pour les salariés, les employeurs contribuent à hauteur de 2.9 milliards d'euros dont 2.3 milliards d'euros liés au versement transport et 0.6 milliards d'euros liés au remboursement de la moitié des abonnements des salariés. Donc, rapporté aux 24.3 milliards voyageur-km en transport public, ceci représente une contribution de *0.12* €/voy-km pour l'usage de transport collectif en Île-de-France.

Cette contribution doit elle être considérée comme un coût public ou un coût privé ? Toutes les positions sur ce sujet sont défendables. Par principe, ces dépenses sont des dépenses obligatoires et on pourrait donc les rangers dans les coûts publics. Ces dépenses contribuent à modérer les circulations automobiles, et on peut estimer qu'elles profitent aux automobilistes aussi.

C'est la raison pour laquelle nous adopterons ici un point de vue intermédiaire :

- Les 0.6 milliards d'euros liés aux remboursements des abonnements sont considérés comme une prise en charge privée, à ajouter aux recettes privées. Cette dépense est en effet directement liée à l'usage des transports publics pour les actifs. Autrement dit, cette dépense peut aussi être comptée dans le coût privé.
- Les 2.3 milliards d'euros liés au versement transport permettent quant à eux de proposer un système de transport collectif en l'usage d'offre et le tarif aux usagers du système d'une part, et à modérer les congestions pour les usages de l'automobile de l'autre. Dans une approche comptable, nous affecterons le montant correspondant aux transports collectifs en nous réservant dans une approche économique d'affecter une partie de ce montant aux automobilistes.

CHAPITRE 10: LE COUT PUBLIC

Nous regroupons ici les coûts d'investissement et de fonctionnement de la voirie et des transports publics. Nous les approchons dans une optique comptable (liée aux flux monétaires constatés) puis dans une approche économique (liée à l'amortissement des capitaux).

Dans notre recherche, nous supposons d'abord dans notre évaluation que le mode à pied ne comprend aucun coût public, bien qu'il y ait quand même le coût des trottoirs. De plus, le mode vélo n'a que le coût public de la consommation d'espace dans le coût public qu'on négligera.

D'ailleurs, nous devons aussi évaluer les recettes (nommées le rendement public), y compris aussi les recettes fiscales et les recettes de billets, qui viennent diminuer les coûts publics afin d'éviter les doubles comptes dans le coût privé et public. Le coût brut relatif aux dépenses totales de fonctionnement et d'investissement, diminué des recettes des transports (y compris la fiscalité spécifique) est le coût public net qui est normalement à la charge des pouvoirs publics, voir la figure X-1.

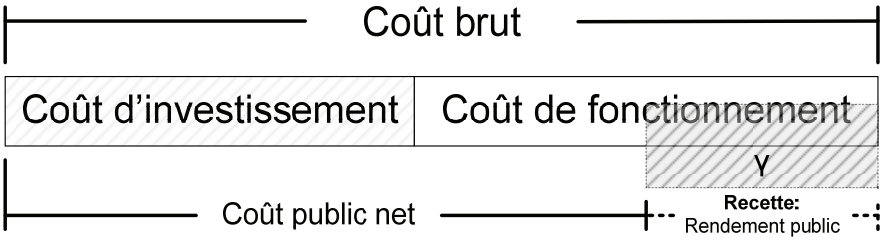


FIGURE X-1: La structure des coûts publics

10.1 Les coûts publics liés à l'usage de la voirie

Le coût public occasionné par l'usage des véhicules motorisés peut principalement être divisé en deux dépenses : la première est la dépense de fonctionnement, et la deuxième est la dépense d'investissement et du foncier. Donc, nous pouvons recomposer les coûts publics liés aux véhicules motorisés en trois parties : les coûts de fonctionnement ; les coûts d'investissement et les recettes qui viennent en déduction des coûts d'exploitation.

- **Les coûts de fonctionnement** : le coût d'entretien de la voirie existante est estimé de manière globale sur l'ensemble du réseau routier, en faisant le rapport entre la dépense annuelle et le nombre de véhicules-kilomètres parcourus.

- **Les coûts d'investissement** : les coûts d'investissement et du foncier liés à la création de nouvelles voies routières pour la route recouvrent deux types d'usage de la voirie :

  - Un usage en circulation, correspondant aux acquisitions foncières et aux coûts de construction des infrastructures des voiries.

- Un usage en stationnement, correspondant au coût de la consommation d'espace[78] pour les stationnements sur voirie.

- **Le rendement public** : les recettes liées aux déplacements en véhicule motorisé, les recettes à prendre en compte sont : le stationnement et la fiscalité spécifique (hors *TVA*) sur les détentions de véhicule et leur utilisation.

Qin (1996) a indiqué l'architecture du coût public de voirie selon la catégorie financière, voir la figure X-2.

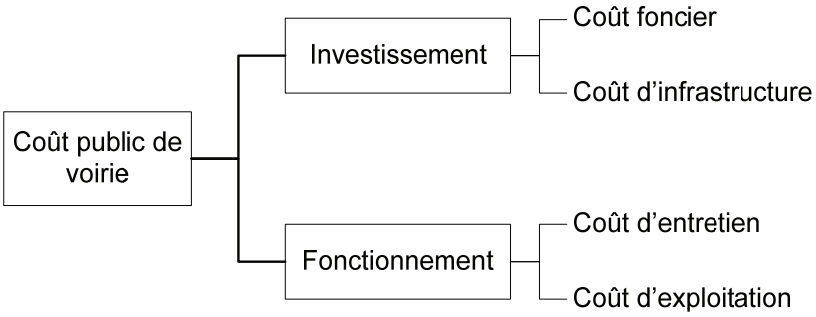


FIGURE X-2: Distribution du coût public des voiries

Source: Qin (1996)

A la suite de la définition générale du coût public liée aux dépenses de fonctionnement et d'investissement au-dessus, nous pouvons présenter les méthodes d'évaluation des coûts publics.

Tout d'abord, l'évaluation des coûts de fonctionnement de réseaux routiers est relativement simple, quand elle est retracée dans les budgets des collectivités, ce qui est le cas en Île-de-France.

L'évaluation des coûts d'investissement est beaucoup moins simple. Elle peut reposer sur une approche économique ou sur une approche comptable, et les résultats obtenus différent sensiblement.

- L'approche comptable est relativement simple : elle consiste à évaluer les flux annuels d'investissement dans le réseau routier, et à les rapporter à l'activité qu'ils supportent. Concentrée sur les dépenses de l'année, elle ignore l'amortissement des dépenses passées comme d'éventuelles nécessités de dépenses futures. Elle prend acte de destination de la voirie aux usages circulations, et ne cherche pas à évaluer les coûts fonciers. Appliquée à l'Île-de-France, elle présentait un coût d'investissement de

[78] L'espace est un bien rare et très convoité en zone urbaine dense. Son partage entre les diverses fonctions urbaines (habitants, activités productives, voirie, espaces verts et récréatifs etc.) est un choix politique majeur influant directement sur les conditions de vie des citadins. La voirie et les parcs de stationnement occupent une part importante de l'espace urbain et les citadins supportent de moins en moins le stationnement anarchique et les coupures du tissu urbain occasionnées par les voies rapides. L'efficacité du transport urbain en termes d'espace consommé est très différente selon les modes.

0.0138 €/véh.km en 2003. Elle est bien adaptée à l'analyse d'un système stabilisé, n'ayant pas à faire face à des croissances importantes de circulation.

- L'approche économique : elle estime la valeur du stock de capital existant, en déduit un coût d'amortissement annuel, et ajoute à ce coût foncier lié à la consommation d'espace. Elle est adaptée à un système non stabilisé où les pouvoirs publics doivent développer les réseaux et où chaque km marginal induit des coûts de développement importants.

Les résultats de l'approche comptable et l'approche économique se rapprochent quelque peu lorsqu'on ajoute les coûts de la consommation d'espace au fonctionnement annuel. On verra enfin que les estimations diffèrent fortement, puisque l'approche comptable donne une estimation de 2 à 12 fois plus faible que l'approche économique pour le cas de l'Île-de-France (voir le chapitre suivant).

L'approche comptable reflète un coût moyen lié au réseau existant. Elle se montre bien adaptée au cas de l'Île-de-France, car les trafics ne croissent plus dans cette région, et les décideurs publics ne souhaitent plus développer le réseau routier.

L'approche économique, où le coût du foncier est pris en compte, semble être plus adaptée au cas de Taipei et surtout de Shanghai, où les réseaux sont plus récents et non encore amortis, et où les pouvoirs publics continuent à développer les routes pour faire face aux perspectives de croissance des trafics.

A la suite de la description des approches sur l'évaluation du coût public lié à l'usage des voiries, nous pouvons respectivement estimer ce coût public qui comprend le coût de fonctionnement et d'investissement, pour la mégapole d'Île-de-France et de Taipei à la faveur de l'approche comptable et économique dans les chapitres suivants. Quant à la mégapole de Shanghai, les données statistiques liées au financement public ne sont pas disponibles. Pour cela, nous négligeons d'abord l'évaluation du coût public pour la mégapole de Shanghai dans notre recherche.

10.1.1 En Île-de-France

Selon la classification du coût public au-dessus, nous pouvons représenter dans l'ensemble en deux parties : le coût de fonctionnement et le coût d'investissement.

10.1.1.1 Le coût de fonctionnement

En 2003, les collectivités publiques ont consacré *1.5* milliards d'euros pour les dépenses de voirie affectées aux déplacements de personnes[79] dont *862* millions pour les dépenses de fonctionnement. Donc, le coût public lié à la dépense de fonctionnement annuelle rapporté au véhicule-km et voyageur-km est de ***0.02 €/véh.-km*** et de ***0.016 €/voy.-km*** en Île-de-France en 2003.

[79] La voirie est utilisée par différents types d'usagers, dont des poids lourds. Selon le rapport du *STIF*, *1.5* milliards représentent les dépenses affectables aux seules voitures particulières pour les déplacements de personnes (Source : *STIF*).

10.1.1.2 Le coût d'investissement

Pour évaluer le coût public lié aux dépenses d'investissement, nous pouvons montrer les résultats d'évaluation de ce coût en deux approches : l'approche comptable et économique, voir la table suivante.

TABLE X-1: Calcul des coûts d'investissement en route en Île-de-France

	Île-de-France		
1. Approche comptable			
Dépenses d'investissement (million € 2003)	596		
Trafic de VP (10^6 véh.km en 2003)	43 000		
Coût d'investissement par véh.-km (€/véh.-km)	**0.0138**		
2. Approche économique			
a.1 Réseau existant			
Dépenses d'investissement (million € 2003)	596		
Trafic de VP (10^6 véh.km en 2003)	43000		
Coût d'investissement par véh.-km (€/véh.-km)	**0.0138**		
a.2 Coût de la consommation d'espace	**Paris**	**PC**	**GC**
Prix du m^2 de foncier [1] (€/m^2)	1650	820	330
Annuité d'amortissement [2] (€/m^2)	115.63	57.47	23.12
Nombre d'heures d'occupation par an (h)	3600	3600	3600
Coût horaire du m^2 (€/h.m^2)	0.0321	0.0160	0.0064
Consommation d'espace en circulation (m^2.h/véh-km)	2.81	3.00	4.67
- Coût foncier unitaire en circulation (€/véh.-km)	**0.090**	**0.048**	**0.030**
Consommation d'espace en stationnement (m^2.h/véh.)[5]	9	9	9
- Coût foncier unitaire en stationnement (€/véh.)	0.289	0.144	0.058
a.3 Voie nouvelle/trafic écoulé [3]			
Coût d'investissement d'un km (million € 2003)	141	66	28
Annuité d'amortissement (million €)	9.88	4.63	1.96
Nombre de véhicules-km annuels (10^6 véh-km) [4]	60	32	24
Coût d'investissement unitaire (€/véh.-km)	**0.1647**	**0.1447**	**0.0817**
Approche Comptable			
Coût d'investissement par voy.-km (€/voy-km)	**0.011**		
Approche Economique			
Coût d'investissement lié à la voirie existante (a.1+ a.2) (€/voy-km) (1) [6]	0.081	0.048	0.034
Coût d'investissement lié à la voie nouvelle (a.3) (€/voy-km) (2)	0.129	0.114	0.064
Moyenne du coût d'investissement (€/voy-km) (3) = (1+2)/2	**0.105**	**0.081**	**0.049**

[1] La valorisation de l'espace (de circulation ou de stationnement) est effectuée à partir d'un calcul d'actualisation,

dont les modalités générales ont été décrites plus haut. Le taux d'actualisation est égal à 8 %. Par ailleurs, il est estimé une valeur résiduelle en fin de période pour le foncier non amortissable (*STIF*, 2005).

[2] Concernant le foncier qui n'est pas amortissable, il est estimé une valeur résiduelle en fin de période. La période d'étude est de 50 ans.

[3] Pour estimer le coût d'investissement des voies nouvelles, on considère le coût de réalisation de ce type de voirie qui inclut le foncier et l'aménagement des voies si l'on avait à les construire aujourd'hui. Les hypothèses retenues pour les coûts de réalisation d'un kilomètre de voirie rapide sont différenciées par zone géographique. L'annuité d'amortissement est ensuite rapportée aux véhicules × km annuels sur une section d'un km (*STIF*, 2005). Donc, la dépense d'investissement annuelle sur la voirie rapide est évaluée à partir de l'annuité d'amortissement du coût de construction d'un kilomètre de voie nouvelle, rapportée au trafic annuel sur une section de un kilomètre sur cette même voie.

[4] Véhicules x km annuels sur une section d'un km (*STIF*, 2005)

[5] Le coût de consommation d'espace de voirie (coût calculé comme pour la voirie locale), *STIF* (2005)

[6] Pour estimer le coût de consommation d'espace dans le coût d'investissement lié à la voirie existante, on ne considère que la consommation d'espace en circulation.

Source: STIF 2005, GALLEZ 2001

Selon le processus d'estimation du coût d'investissement, nous pouvons constater que le coût d'investissement lié à l'approche comptable (*0.011*€/voy.-km en 2003) donne une estimation de 4 à 10 fois plus faible que le coût d'investissement lié à l'approche économique en Île-de-France, parce que le coût de la consommation d'espace lié au foncier occupe l'essentiel du coût d'investissement selon la méthode économique. C'est-à-dire, en Île-de-France, le coût d'investissement doit prendre en compte ***0.011*** €/voy.-km en fonction de l'approche comptable, du fait que la croissance des trafics routiers n'augmente plus en Île-de-France aujourd'hui. D'ailleurs, les voies nouvelles seront très rares en Île-de-France, nous ne retenons que l'évaluation sur réseau existant liée à l'approche économique.

Encadré 1 : L'évaluation de la consommation d'espace

La consommation d'espace constitue en milieu urbain une caractéristique essentielle du mode de fonctionnement des systèmes de transport. Dans les zones agglomérées, l'espace est rare, donc cher, mais sa consommation par les modes de transport ne compte pas systématiquement de contrepartie pécuniaire, en dehors des emplacements de stationnement payants sur voirie publique : en ce sens, elle constitue une externalité du système de transport.

Une unité appropriée à la mesure de la consommation d'espace en circulation a été mise au point par *Marchand* (1992). Le m^2×heure tient compte à la fois de la surface utilisé par un véhicule et du temps pendant lequel cette surface est occupée. Après avoir décrit et critiqué les hypothèses de calcul qui servent de base à la prise en compte de la consommation d'espace dans l'estimation des coûts de déplacement. Pour calculer la consommation d'espace-temps de circulation (CEC), la formule générale suivante pour le mode i :

$$CEC_{v,d} = \left(l \cdot D_d\right) \Big/ Q\left(V_d\right) \cdot n$$

Où l est la largeur de la voie utilisée (en m) ; D_d est la distance du déplacement (en m) et $Q\left(V_d\right)$ est la valeur du débit moyen de la voie pour la vitesse V_d (en véh/h) dont $Q\left(V_d\right)$ est supposé par $\left(\rho \cdot V_d\right)$ (ρ est la densité observée sue la voie), voir l'annexe G. n est le taux d'occupation du véhicule (en nombre de personnes)

A la suite de la formule générale, nous estimons la consommation d'espace-temps de circulation par zone en fonction des paramètres corrélatifs respectifs :

- La largeur moyenne de la voie dans la zone urbaine est supposée constante, et fixée à 3.5 mètres.
- La vitesse moyenne par zone est 13.5 km/h à Paris, 15.6 km/h en PC et 20.4 km/h en GC.
- Le taux d'occupation des voitures est 1.28 en Île-de-France

10.1.2 Mégapole de Taipei

Pour calculer le coût public lié à l'usage des voiries dans la mégapole de Taipei, nous visons aussi à présenter en deux parties et en deux approches : le coût de fonctionnement et le coût d'investissement ; l'approche comptable et l'approche économique.

10.1.2.1 Le coût de fonctionnement

En ce qui concerne le coût de fonctionnement, nous pouvons constater que le montant des dépenses des voiries annuelles liées à l'automobile atteint *8072.22* millions nt en 2002 selon les données de *MOTC* [80]. Donc, nous pouvons estimer le coût de fonctionnement rapporté au véhicule-km et au voyageur-km à ***0.222*** nt/véh.-km et ***0.132*** nt/voy.-km en 2002 (trafics total en voiture est *39309* millions véhicule-km et le taux d'occupation est *1.7* personnes par voiture).

10.1.2.2 Le coût d'investissement

Pour évaluer le coût d'investissement lié à l'usage des voiries, nous développons aussi les deux approches (comptable et économique) afin d'évaluer respectivement ce coût pour la mégapole de Taipei. Pour les dépenses publiques relatives à l'investissement des voiries routières, nous nous référons aux données financières annuelles publiées par les collectivités de Taipei City et Taipei Country. Donc, les résultats évalués sont présentés dans la table suivante :

[80] *MOTC* : Ministry of Transportation and Communication (Taiwan)

TABLE X-2: Calcul des coûts d'investissement en route dans la mégapole de Taipei

Valeur en 2002	**Mégapole de Taipei**	
1. Approche comptable		
Dépenses d'investissement (Millions nt 2002)	12399.8	
Trafic total de voiture (10^6 véh.km)	9507.6	
Coût d'investissement par véh.-km (nt/véh.km)	**1.304**	
2. Approche économique		
a.1 Réseau existant		
Dépenses d'investissement (Millions nt 2002)	12399.8	
Trafic total de voiture (10^6 véh.km)	9507.6	
Coût d'investissement par véh.-km (nt/véh.-km)	**1.304**	
a.2 Coût de la consommation d'espace	**Taipei City**	**Taipei Country**
Prix du m^2 de foncier [3] (nt/m^2)	20529	6379
Annuité d'amortissement [3] (nt/m^2)	1439	447
Nombre d'heures d'occupation par an (h)	3600	3600
Coût horaire du m^2 (nt/h.m^2)	0.3997	0.1241
Consommation d'espace en circulation [2] (m^2.h/véh.km)	3.47	8.15
- Coût foncier unitaire en circulation (nt/véh.-km)	**1.387**	**1.011**
Consommation d'espace en stationnement (m^2.h/véh) [4]	9	9
- Coût foncier unitaire en stationnement (nt/véh)	3.597	1.117
Approche Comptable		
Coût d'investissement par voy.-km (nt/voy.-km)	**0.767**	
Approche Economique		
Coût d'investissement par voy.-km (nt/voy.-km) [6]	**1.583**	**1.362**

[1] La distance annuelle moyenne d'une voiture à Taipei est *12048* km/an dont il n'y a que 60% de la distance annuelle moyenne dans le territoire de Taipei.

[2] La vitesse moyenne est supposée *19* km/h dans la zone centrale et *24* km/h dans la banlieue.

[3] Le prix de foncier moyen se réfère aux données publiées par «Department of Land Administration, *M.O.I* ». De plus, pour le prix du foncier moyen, nous recueillons les données foncières publiées nationales, cependant, nous constatons que le prix de foncier moyen présente un grand écart entre Taipei City et Taipei Country (*20 529* nt/m2 pour la zone centrale et *1 379* nt/m^2 pour la zone de banlieue en 2004).

[4] La consommation d'espace en stationnement est référée comme Ile-de-France.

[5] [6] Pour estimer le coût de consommation d'espace dans le coût d'investissement lié à la voirie existante, on ne considère que la consommation d'espace en circulation.

Source : Estimation d'après les données de MOTC

A la suite de l'évaluation du coût d'investissement liée aux deux approches, nous pouvons observer que le coût d'investissement lié à l'approche comptable représente respectivement une estimation de 2.1 et 1.7 fois plus faible que le coût d'investissement lié à l'approche

économique. Les trafics à Taipei augmentent (mais cette croissance devient de plus en plus faible depuis une dizaine d'années). Pour cela, le coût d'investissement à Taipei est raisonnablement évalué par l'approche économique. En revanche, le résultat du coût d'investissement lié à l'approche comptable peut représenter une situation future lorsque les trafics ne croissent plus à Taipei.

10.2 Le coût public lié aux transports en commun

Le coût public pour le mode transport collectif peut également se focaliser sur les coûts d'investissement et de fonctionnement parmi lesquels les coûts d'investissement peuvent être évalués par l'approche comptable et économique.

En ce qui concerne l'évaluation du coût de fonctionnement en transport en commun, elle est simple à estimer en utilisant les comptes des collectivités et des entretiens.

Quant à l'évaluation du coût d'investissement, l'approche comptable est aussi relativement simple car elle peut être retracée dans les dépenses annuelles publiques des collectivités. En revanche, l'évaluation du coût d'investissement liée à l'approche économique doit prendre en compte les trois postes principaux : le coût de l'infrastructure, le coût du matériel roulant et le coût de l'espace de circulation. Chacune de ces dépenses a été estimée à partir d'un calcul d'actualisation tenant compte des durées de vie des infrastructures, des équipements ou du foncier.

- **Le coût de l'infrastructure**, évalué séparément pour les types différents de réseau ferrés, comme le métro ou bien le train régional etc. On distingue plusieurs types d'investissements selon leur nature : le génie civil est les équipements ; on peut associer à ces différents postes un coût initial et une durée de vie.
- **Le coût du matériel roulant** est estimé à partir de l'annuité d'amortissement des véhicules sur chacun des réseaux. Le coût unitaire est obtenu en multipliant l'annuité d'amortissement d'un véhicule par le volume global du parc, et en rapportant ce montant du trafic exprimé en termes de kilomètres-passagers.
- **Le coût de la consommation d'espace de circulation** est estimé pour les autobus qui circulent sur la voirie. La méthode de calcul est identique à celle qui a été utilisée pour la voiture particulière.

10.2.1 En Île-de-France

Le coût public du transport public est décomposé en deux parties principales : le coût de fonctionnement et le coût d'investissement, comme la présentation du coût public lié à l'usage des voiries.

10.2.1.1 Le coût de fonctionnement

Le calcul du coût de fonctionnement se fait rapportant les charges d'exploitation hors amortissement aux voyageurs-km du réseau considéré. En effet, les dépenses de fonctionnement des transports en commun recouvrent les charges de personnel, d'énergie, de matières et autres charges externes.

Pour évaluer ce coût lié aux réseaux différents (*Métro*, *RER* et *Bus RATP*, *RER SNCF* et *Bus OPTILE*), nous partons des coûts de fonctionnement par réseau de la *RATP* grâce à sa comptabilité analytique, et par réseau de la *SNCF* et *OPTILE* à la faveur des données du *STIF* liées au compte déplacement des voyageurs en Île-de-France. De plus, le *STIF* indique qu'il y a en tout *5.76* milliards d'euros en 2003 dont *61*% des dépenses de fonctionnement pour *RATP* ; *32*% pour *SNCF* et *RFF* et *7*% pour *OPTILE*. Donc, nous pouvons estimer le coût de fonctionnement rapporté au voyageur-km par réseau en Île-de-France, voir la table X-3 suivante :

TABLE X-3: Estimation des coûts de fonctionnement des transports collectifs en IDF

Mode / Type	Valeur en 2003			Ensemble
	Métro	**RER** [1]	**Bus** [2]	
Fonctionnement (million € 2003)	1470.0	2543.8	1760.7	5756
Trafic (10^6 voy.-km en 2003)	6014.9	14130.1	3877.3	24022
Coût de fonctionnement par voy.-km (€ 2003/ voy-km)	**0.244**	**0.180**	**0.454**	**0.240**

[1] Y compris *RER RATP* et *RER SNCF*

[2] Y compris le Bus *RATP* et le Bus *OPTILE*

Source: STIF, 2005 et RATP, 2003

10.2.1.2 Le coût d'investissement

Pour évaluer le coût public lié aux dépenses d'investissement, nous devons également prendre en compte ce coût lié aux deux approches d'évaluation : l'approche comptable et économique, afin de refléter le coût récurrent et le coût de développement.

- Le coût d'investissement lié à l'approche comptable : En ce qui concerne les coûts d'investissement, le *STIF* évalue à *1.1* milliards d'euros en 2003 dont *160* millions d'€ concerne l'extension des réseaux, *434* millions d'€ concerne le matériel roulant et *434* millions d'€ pour le maintien du potentiel et la modernisation des réseaux. Donc, le coût d'investissement unitaire moyen pour le transport public est de ***0.045***€/voy.-km (le trafic total 2003 de la *RATP,* la *SNCF* et *OPTILE* est estimé à *24.3* milliards de voyageur-km). Cependant, il est difficile de séparer cette dépense d'investissement entre les différents réseaux. Par ailleurs, nous pouvons constater que ce coût d'investissement rapporté au voyageur-km est plus faible que le coût de fonctionnement en transport public, parce que la croissance du réseau de transport public en Île-de-France est faible.
- Le coût d'investissement lié à l'approche économique : Selon la description générale de l'évaluation du coût public liée à l'approche économique, nous pouvons estimer ce coût en trois parties : les coûts d'infrastructure, les coûts de matériel roulant et les coûts de la consommation d'espace. Pour cela, nous pouvons renvoyer aux valeurs proposées par le *STIF*, voir les tables suivantes.

TABLE X-4: Estimation des coûts d'infrastructure pour les réseaux de transport collectif en Île-de-France

Coût \ Mode (RATP)	**Métro**	**RER Souterrain**	**RER de Surface**
Coût des infrastructures [1]			
1. Génie civil			
Durée de vie (années)	50	50	50
Coût initial (million €/km en 2003)	79	141	34
Annuité d'amortissement (million €)	6.19	11.03	2.66
Longueur de ligne en 2003 (km) [2]	217.7	30.9	84.2
Trafic (million voy.km en 2003) [3]	6014.9	2106.4	2282.0
Coût unitaire (€/voy.-km)	**0.224**	**0.162**	**0.098**
2. Equipement lourds			
Durée de vie (années)	20	20	20
Coût initial (million €/km en 2003)	17	28	14
Annuité d'amortissement (million €)	1.48	2.45	1.22
Longueur de ligne en 2003 (km)	217.7	30.9	84.2
Trafic (million voy.km en 2003)	6014.9	1985.3	2150.8
Coût unitaire (€/voy.-km)	**0.054**	**0.038**	**0.048**
3. Equipement légers			
Durée de vie (années)	10	10	10
Coût initial (million €/km)	17	19	8
Annuité d'amortissement (million €)	2.17	2.43	1.02
Longueur de ligne en 2000 (km)	217.7	30.9	84.2
Trafic (million voy.km en 2000)	6014.9	1985.3	2150.8
Coût unitaire (€/voy.-km)	**0.079**	**0.038**	**0.040**
Coût d'infrastructure par voy.km (€/voy.-km)	**0.357**	**0.238**	**0.186**

[1] On utilise le même raisonnement que pour la voirie rapide en considérant le coût actuel de réalisation d'un km pour chacun des modes. Les charges d'investissement pour l'infrastructure n'ont de sens pour nos déplacements types que pour le métro, le *RER* de surface et le *RER* souterrain (*STIF*, 2001).

[2] La longueur des lignes *RER* (115.1 km) ne compte que le *RER* de la *RATP*, parce qu'elle peut suffisamment refléter le coût d'infrastructure pour les autres tronçons de *RER* de la *SNCF*.

3 Selon le compte déplacement des voyageurs en Ile-de-France en *2005*, il y a 48% des voyageurs-km du *RER RATP* s'effectuent sur la partie en souterrain, par contre, il reste 52% des voyageurs-km sur la partie en surface. Autrement dit, il y a 2106.4 voyageurs-km sur la partie en souterrain en 2003 et 2282.0 voyageurs-km sur la partie en surface en fonction du volume de trafic est 4388.4 voyageurs-km en 2003.

Source: STIF, 2005, RATP, 2002

Le coût du matériel roulant en Île-de-France est estimé à partir de l'annuité d'amortissement des voitures sur chacun des réseaux hors bus de grande couronne (déjà compris dans le coût d'exploitation). Le coût unitaire est obtenu en multipliant l'annuité d'amortissement d'une voiture par le volume global du parc, et en rapportant ce moment au trafic exprimé en termes de kilomètres-passagers. Le processus d'estimation est montré dans la table X-5.

TABLE X-5: Estimation des coûts de matériel roulant pour les réseaux de transport collectif en Île-de-France

Type	Métro	RER	Bus
Coût du matériel roulant			
Durée de vie d'une voiture (années)	35	35	12
Coût d'un véhicule (million € 2003) [2]	1	2	0.2
Volume du parc (2003)	3510	1071	4000
Annuité d'amortissement (million €) [1]	0.074	0.147	0.0228
Coût global annuel du parc (million €)	258.2	157.57	91.01
Trafic (million voy.km en 2001)	6014.9	4084.1	2469.3
Coût de matériel roulant par voy.-km (€ /voy.-km)	**0.043**	**0.039**	**0.037**

[1] L'annuité d'amortissement d'une voiture de métro, *RER* ou bus standard (y compris renouvellement et valeurs résiduelles) est multipliée par le nombre total de voitures du parc *RATP* et rapportée au nombre de voyageurs × km du réseau considéré.

La formule de calcul est : $A = C_t \cdot \left[\frac{1 - 1/1.08}{1.08 \cdot \left(1 - 1/1.08^n\right)} \right]$

[2] Le coût d'une voiture de métro et *RER* est le prix moyen d'achat (neuf) en € hors taxe et le coût d'une voiture d'autobus est le prix avec taxe (*STIF*, 2005).

Source: RATP, 2002; STIF, 2005

Pour évaluer les coûts de la consommation d'espace pour les autobus, la méthode de calcul est identique à celle qui a été utilisée pour l'automobile, et l'on distingue deux coûts unitaires pour la consommation d'espace liés à l'autobus sur une voie banalisée ou dans un couloir réservé. Les paramètres relatifs liés à l'estimation de la consommation d'espace sont montrés dans l'encadré 2 suivant. Le prix horaire du mètre carré suivant la localisation est le même que celui a été utilisé pour le coût de la consommation d'espace de voiture.

TABLE X-6: Estimation des coûts de la consommation d'espace pour bus en Île-de-France

Type	Paris	Petite Couronne	Grande Couronne
Coût de la consommation d'espace [1]			
Consommation d'espace (m^2.h/voy.km)	0.45	0.47	0.74
Consommation d'espace (m^2.h/voy.km) en TCSP [2]	0.49	0.69	1.50
Prix du m^2 de foncier en 2001 (€/m^2)	1650	820	330
Annuité d'amortissement (€/m^2) [3]	115.63	57.47	23.13
Nombre d'heures d'occupation par an (h)	3600	3600	3600
Coût horaire du m^2 (€/h.m^2)	0.032	0.016	0.007
Coût de la consommation d'espace (€/voy-km)	**0.014**	**0.008**	**0.005**
Coût de la consommation d'espace (€/voy-km) TCSP	**0.016**	**0.012**	**0.010**

[1] Nous avons ici choisi d'affecter l'ensemble de ces dépenses à la voiture particulière dans la mesure où les véhicules particuliers en Île-de-France, représentent 43 milliards de véhicule-km, contre près de 148 millions de véhicule-km pour les autobus.

[2] *TCSP*: Transport collectif en site propre

[3] La durée de la vie est estimée à 50 ans.

Source: STIF, 2005

Encadré 2 : L'évaluation de la consommation d'espace

Selon la formule générale de la consommation d'espace-temps (CEC), nous pouvons ici donner les paramètres corrélatifs liés au bus en voie banale et en voie réservée.

- La largeur moyenne de la voie dans la zone urbaine est supposée constante, et fixée à 3.5 mètres pour la voie banale et 4.5 mètre pour la voie réservée.
- La vitesse moyenne par zone est 8.7 km/h à Paris, 10.2 km/h en *PC* et 11.7 km/h en *GC* pour le bus en voie banale. De plus, la vitesse moyenne pour le bus en voie réservée est supposée 1.5 fois plus rapide que le bus en voie banale. (Cf. La consommation d'espace-temps des divers modes de déplacement en milieu urbain, *Héran*, 2008)
- Le taux d'occupation du bus peut se référer aux données de *STIF* (2005) pour le taux de remplissage moyen des bus dont 27.2 voyageurs pour 100 places à Paris et 25.1 voyageurs pour 100 places en banlieue (bus *RATP*) et 15.4 voyageurs pour 100 places en banlieue (bus *OPTILE*). Autrement dit, le taux d'occupation des bus peut être supposé de 19 voyageurs par bus à Paris, 17 voyageurs par bus en *PC* et 11 voyageurs par bus en *GC*, si un bus a 70 places disponibles (selon 4 personnes/m^2). De plus, dans notre recherche, nous supposons que le taux d'occupation des bus en voie réservée est supposé 1.3 fois plus que celui en voie banale.

Après avoir estimé le coût d'investissement lié aux trois coûts principaux à la faveur de l'approche économique, nous pouvons les mettre ensemble dans la table X-7 en constatant que le coût d'investissement lié l'approche comptable est de 1 à 9 fois faible que celui lié à l'approche économique.

TABLE X-7 : Coût d'investissement lié à l'approche économique en transport public en Île-de-France

Valeur en 2003	**Métro**	**RER**	**Bus**
Coût d'infrastructure par voy.-km	0.357	0.186 - 0.238 [1]	----
Coût de matériel roulant par voy.-km	0.043	0.039	0.037
Coût de la consommation d'espace par voy.-km	----	----	0.005 - 0.016 [2]
Moyenne du coût d'investissement (€/voy.-km)	**0.400**	**0.234**	**0.046**

[1] ¨0.186¨ pour *RER* surface et ¨0.238¨ pour *RER* souterrain. En effet, *RER* souterrain, qui n'occupe que environ 17% de la longueur totale des lignes en km (pour *RER* A et B), est toujours concentré dans la zone de Paris, voir les statistiques annuelles de *RATP*, 2003.

[2] Y compris le bus en voie banale et en voie réservée.

10.2.2 La mégapole de Taipei

Notre calcul du coût public en transport public à Taipei est aussi divisé en deux parties : le coût de fonctionnement et le coût d'investissement lié aux approches différentes.

10.2.2.1 Le coût de fonctionnement

Quant au coût de fonctionnement des transports collectifs dans la mégapole de Taipei, nous utilisons ici des données issues de *Taipei MRT Yearbook* et *Taipei City Government*. En fait, le coût de fonctionnement des transports collectifs consiste en deux termes : l'un est la dépense d'exploitation et l'autre est la dépense d'administration.

TABLE X-8: Estimation des coûts de fonctionnement des transports collectifs à Taipei

Type	**Valeur en 2004**	
	Métro	**Bus**
Dépense de fonctionnement (Millions nt 2004)	8572.1	10512
Distance totale en voy.-km (millions nt/voy.-km)	2742.4	4 936.7
Coût de fonctionnement par voy.-km (nt 2004/ voy-km)	**3.13**	**2.12**

* Y compris les dépenses sur opération et l'administration

Source: MRT Yearbook, 2005 et Taipei city government, 2005

10.2.2.2 Le coût d'investissement

Quant au coût d'investissement, nous visons à évaluer ce coût en deux approches : l'approche comptable et l'approche économique.

❖ Le coût d'investissement lié à l'approche comptable : Selon les dépenses annuelles d'investissement relatives au métro et au bus publié par les collectivités locales, nous pouvons estimer le coût d'investissement lié à l'approche comptable dans la table X-9.

TABLE X-9: Estimation des coûts d'investissement des transports publics à Taipei

Valeur en 2004	**Métro**	**Bus**
Dépense sur investissement (Millions nt 2004)	6338.5	740.7
Distance totale en voy.-km (nt/voy.-km)	2 742 372 258	4 936 700 000
Coût d'investissement par voy.-km (nt 2003/ voy-km)	**2.31**	**0.15**

Source: MRT Yearbook, 2005 et Taipei city government, 2005

❖ Le coût d'investissement lié à l'approche économique : A la suite du processus d'évaluation du coût d'investissement lié à l'approche économique proposé pour la mégapole d'Île-de-France, nous devons aussi évaluer ce coût en trois parties: en premier lieu c'est le coût de matériel roulant, nous recueillons les tableaux de financement par *Taipei Metro Yearbook* (2005) et le rapport de *Chung* (2005). En deuxième lieu, ce sont les coûts d'infrastructures, nous nous référons aux données publiées par le gouvernement de Taipei. Quant à la troisième partie du coût public, c'est le coût de la consommation d'espace surtout pour le mode autobus, les données concernées sur le prix du foncier proviennent des données annoncées par le *Department of Land Administration* (2006).

TABLE X-10: Estimation des coûts de matériel roulant pour les réseaux de transport en commun dans la mégapole de Taipei

Type	**Métro**	**Bus**
Coût du matériel roulant		
Durée de vie d'une voiture (années)	35	12
Coût d'un véhicule (million nt 2003)	20	4.0
Annuité d'amortissement (million nt)	1.47	0.455
Coût global annuel du parc (million nt)	662	0.455
Trafic annuel total (million voy.-km)	2440.7	1.69 [1]
Coût de matériel roulant par voy.-km (nt /voy.-km)	**0.271**	**0.269**

[1] Trafic annuel total pour un bus

Source: Taipei Metro Yearbook, 2005 et Chung (2006)

Conformément à la table X-10, le coût unitaire de matériel roulant des autobus et du métro rapporté aux voyageurs-kilomètres est très proche, parce que le taux d'occupation moyen du métro est plus élevé que celui de l'autobus (bien que l'annuité d'amortissement de métro soit plus élevée que celle de bus).

Par ailleurs, dans l'estimation des coûts d'infrastructures pour les réseaux de transport collectif dans la mégapole de Taipei, nous utilisons les hypothèses en France pour la durée de vie sur le génie civil et les équipements afin d'estimer les coûts d'infrastructure à Taipei.

TABLE X-11: Estimation des coûts d'infrastructures pour les réseaux de transports collectifs dans la mégapole de Taipei

	Métro	**Bus (TCSP)** [1]
Coût des infrastructures		
1. Génie civil		
Durée de vie (années) [2]	50	50
Coût initial (Md nt)	196.05	0.299
Annuité d'amortissement (Md nt)	13.739	0.021
Distance totale de service (km)	8 213 819	59 093 280
Distance moyenne de déplacement (km)	7.68	7.9
Taux d'occupation	651	27.83
Coût unitaire (nt/voy.km)	**2.565**	**0.013**
2. Equipement		
Durée de vie (années)	20	
Coût initial (Md nt)	54.66	
Annuité d'amortissement (Md nt)	4.773	
Distance totale de service (km)	8213819	
Distance moyenne de déplacement (km)	7.68	
Taux d'occupation	651	
Coût unitaire (nt/voy.km)	**0.893**	
Coût d'infrastructure unitaire (nt/voy.km)	**3.458**	**0.013**

[1] L'autobus en *TCSP* n'est qu'inséré dans la ville de Taipei (Taipei city)

[2] Selon *MRT* Taipei, on définit que la durée de la vie d'infrastructure peut être supposée de 50 ans.

Source: Department of Rapid Transit Systems, Taipei City Government

Pour le coût d'infrastructure d'autobus en *TCSP*, nous ne considérons ici que le coût de génie civil, du fait qu'il y a très peu de coûts d'équipements. Quant à l'estimation des coûts de la consommation d'espace par les autobus, nous utilisons le prix de foncier moyen qui est recensé par *Department of Land Administration* pour les régions de Taipei City et de Taipei Country.

TABLE X-12: Estimation des coûts de la consommation d'espace par les autobus dans la mégapole de Taipei

Type \ Zone	Taipei City	Taipei Country
Coût de la consommation d'espace		
Consommation d'espace [1] (m^2.h/voy.km)	0.41	0.45
Consommation d'espace (m^2.h/voy.km) en TCSP	0.53	1.15
Prix du m^2 de foncier [2] (nt/m^2)	20529	3379
Annuité d'amortissement (nt/m^2)	1439	236
Nombre d'heures d'occupation par an (h)	3600	3600
Coût horaire du m^2 (nt/h.m^2)	0.39	0.07
Coût foncier unitaire (nt/voy.km)	**0.160**	**0.032**
Coût foncier unitaire (nt/voy.km) en TCSP	**0.210**	**0.081**

[1] La vitesse moyenne de bus en voie banale est supposée *10* km/h dans la zone centrale et *17* km/h dans la banlieue (la moyenne dans la mégapole de Taipei est *12.9* km/h). De plus, la vitesse de bus en voie réservée est *1.5* fois plus rapide que celle en voie banale. De plus, le taux d'occupation de bus est supposé *20* voyageurs par bus en voie banale et *30* voyageurs par bus en voie réservée.

[2] Le prix de foncier moyen se réfère aux données publiées par le Department of Land Administration, *M.O.I.*

À la suite de l'évaluation des trois postes de coûts d'investissement liée aux trois coûts, nous pouvons comparer les résultats d'évaluation liés à l'approche comptable et à l'approche économique, voir les tables X-9 à 12. Nous voyons que le coût d'investissement du métro lié à l'approche comptable (*2.31* €/voy.-km) n'est que 1.5 fois plus faible que le coût d'investissement lié à l'approche économique (*3.67* €/voy.-km), car les investissements actuels dans le réseau sont importants. De plus, le coût d'investissement en bus lié à l'approche comptable est de 4.5 à 6 fois plus faible que celui lié à l'approche économique, du fait que le coût du foncier à Taipei city est relativement élevé.

En effet, les trafics routiers et le réseau de transport public à Taipei augmentent toujours et le gouvernement local vise aussi à continuer à développer le réseau du transport, notamment pour le transport public. Pour cela, l'approche économique est plutôt capable de refléter le coût public réel à Taipei.

TABLE X-13 : le coût d'investissement en transport public dans la mégapole de Taipei

Valeur en 2003	**Métro**	**Bus**
Coût d'infrastructure par voy.-km	3.458	----
Coût de matériel roulant par voy.-km	0.271	0.269
Coût de la consommation d'espace par voy.-km	----	0.032 -0.210 [1]
Moyenne du coût d'investissement (nt/voy.-km)	3.67	0.40

[1] Y compris le bus en voie banale et en voie réservée.

10.3 La comparaison des coûts de fonctionnement et d'investissement lié à l'usage des voiries et au transport public

Le coût public lié à l'usage des voiries et au transport public peut d'une part être divisé en deux coûts principaux (coût de fonctionnement et coût d'investissement) et d'autre part évalué en deux approches (l'approche comptable et l'approche économique). Donc, nous les mettons ensemble dans la table X-14 afin de composer le coût public respectif pour les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei.

En effet, le coût de fonctionnement est sans doute simple et assuré, parce qu'il peut être retracé dans le budget public annuel. Quant au coût d'investissement, nous avons proposé les deux approches liées à l'estimation du coût d'investissement. Comme nous avons déjà indiqué que l'approche comptable est adoptée pour l'estimation du coût d'investissement en Île-de-France, du fait que l'infrastructure des voiries et de transport collectif est relativement stable. Quant à l'estimation du coût d'investissement à Taipei, il est plutôt raisonnable d'utiliser l'approche économique liée au coût de foncier, parce que le réseau de voirie et de transport public est en développement.

Pour cela, le coût public lié à l'usage des voiries en Île-de-France est de ***0.027*** €/voy.-km, le coût public lié à l'usage des voiries dans la mégapole de Taipei est de ***1.715*** nt/voy.-km pour Taipei City et ***1.494*** nt/voy.-km pour Taipei Country, le coût public lié à l'usage lié au transport collectif en Île-de-France est de ***0.29*** €/voy.-km pour le métro, ***0.225*** €/voy.-km pour le *RER* et ***0.495*** €/voy.-km pour le bus et le coût public lié au transport collectif dans la mégapole de Taipei est de ***6.80*** nt/voy.-km pour métro et ***2.52*** nt/voy.-km pour le bus. Nous retiendrons ces valeurs d'évaluation après dans la synthèse du coût total de déplacement.

TABLE X-14 : Comparaison des coûts de fonctionnement et d'investissement lié à l'usage des voiries et au transport public dans les mégapoles d'étude

Coût public			Île-de-France (€/voy.-km)			Taipei (nt/voy.-km)	
Route			Paris	PC	GC	Taipei City	Taipei Country
Fonctionnement		1.	0.016			0.132	
Investissement	Coût récurrent	2.	0.011			0.767	
	Coût développement	3.	0.105	0.081	0.049	1.583	1.362
Transport public			Métro	RER	Bus	Métro	Bus
Fonctionnement		4.	0.245	0.180	0.450	3.13	2.12
Investissement	Coût récurrent	5.	0.045			2.31	0.15
	Coût développement	6.	0.400	0.234	0.046	3.670	0.40
Valeur retenue							
Route		7.	0.027			1.715	1.494
Transport public		8.	0.29	0.225	0.495	6.80	2.52

10.4 Le rendement public du déplacement

A la suite de l'évaluation du coût privé et public, nous pouvons constater que les dépenses publiques totales ne sont pas entièrement à la charge des collectivités publiques, parce qu'il y a aussi les recettes partielles liées aux tarifs et taxes.

Autrement dit, si nous visons à reconnaître le coût public réel à la charge des collectivités publiques, il nous faut diminuer l'évaluation du coût public indiquée dans ce chapitre en déduisant les recettes publiques complémentaires, comme les recettes liées aux tarifs, aux taxes et au versement transport en Île-de-France etc. Pour cela, le coût public ainsi obtenu est diminué du coût privé à la charge de l'usage ou de l'employeur par le biais de la tarification.

Pour les recettes publiques qui viennent de l'usage des transports, par exemple, les recettes tarifaires hors taxe (les billets pour l'usage de transport collectif et le stationnement sur voirie pour l'usage de véhicule motorisé).

Quant aux recettes publiques qui viennent la fiscalité liée à l'usage des transports, il y a deux parties : les recettes fiscales liées à l'usage *VP* comprennent les taxes relatives au carburant, à l'assurance etc. De plus, les recettes fiscales liées à l'usage *TC* sont négligées, si on ne tient pas compte de la recette fiscale liée à *TVA*. Dans notre recherche, nous ne prenons en compte que les taxes spécifiques hors *TVA* dans le coût total de déplacement.

Par ailleurs, en Île-de-France, nous devons aussi tenir compte des recettes supplémentaires liées au versement transport pour les collectivités publiques, parce que ce versement transport est à la charge des employeurs, comme nous avons présenté la contribution à la charge des employeurs dans le chapitre 10.5.

10.4.1 En Île-de-France

Selon la définition du rendement public du déplacement lié aux usagers, ce rendement peut être divisé en deux parties : les recettes fiscales et les recettes tarifaires.

Les recettes fiscales proviennent des consommateurs finaux de transports au travers de taxes (*STIF*, 2005). Les principales taxes et amendes générées par le secteur des transports viennent 3 sources : les taxes sur le carburant, les taxes sur les véhicules et les amendes. De plus, nous laissons de côté la *TVA* dans notre compte des coûts de déplacement.

Quant aux recettes tarifaires hors taxes, à l'instar de recette des billets pour l'usage des transports collectifs et de stationnement pour l'usage des véhicules motorisés.

Le montant des recettes et taxes à la détention et à l'utilisation des véhicules détermine les revenus publics liés à l'activité d'investissement et de fonctionnement, qui viennent en déduction des dépenses publiques, permettent d'estimer le montant des subventions ou au contraire des bénéfices de l'État et des collectivités locales.

❖ Les recettes tarifaires

Les recettes directes liées aux ventes de titres, proviennent en majeure partie des ménages. Nous calculons dans un premier temps, les recettes par voyageur-km selon les réseaux. Pour cela, la comptabilité analytique de la *RATP* nous donne la répartition des recettes totales du trafic par réseau.

TABLE X-15: Les recettes unitaires selon les modes de *TC* en Île-de-France

Type	Valeur en 2003			
Recettes totales de billets (€ TTC)	**Métro**	**RER**	**Bus**	**Ensemble**
Recettes totales du trafic (million € 2003)	671.72	349.82	539.96	1561.5
Trafic (10^6 voy.km en 2003)	6014.9	4084.1	2469.3	12568.3
Recette unitaire par voy.-km (€ 2003/ voy-km)	**0.112**	**0.09**	**0.22**	**0.12**

* Y compris RER de SNCF et de RATP

Source: RATP, 2003 et STIF, 2005

Pour la recette de stationnement pour l'usage de l'automobile, nous distinguons en trois cas :

- Un coût de stationnement moyen, pour lequel nous reprenons les dépenses totales en stationnement en région Île-de-France dans le compte transport voyageurs (environ *1040* millions d'euros en 2003) que nous rapportons au nombre total de véhicules-km et de voyageurs-km. (***0.023*** €/véh.-km et ***0.018*** €/voy.-km)
- Les cas de stationnements gratuits.
- Les cas de stationnement plein tarif. La durée de stationnement est supposée de 2h00 et dans ce cas les prix de stationnement retenus dans le compte transports voyageurs sont les suivants : *2* euros/heure à Paris ; *1* euro/heure en Petite Couronne et gratuit en Grande Couronne, (voir *STIF*, 2005).

Dans notre recherche, nous nous référons à la recette liée au coût de stationnement moyen dans notre compte du coût total de déplacement.

❖ Les recettes fiscales :

En Île-de-France, nous pouvons nous référer aux données de *STIF* concernant les taxes perçues sur la dépense transport de personnes en 2003, voir la table suivante, qui montre les recettes fiscales liées aux agents (État, région, collectivités locales et *STIF*) pour l'usage du véhicule particulier.

TABLE X-16: Flux fiscaux liés au transport de voyageurs en Île-de-France

(En million € 2003)	Etat	Région	Collectivités locales	**Total**
Véhicule particulier				
TIPP	1760			**1760**
Taxes assurance et sur permis conduire	635			**635**
Taxe voitures de société	435			**435**
Carte grise	218	236		**454**
Vignette			39	**39**
Amendes		37	37	**74**
Total (hors TVA)	**3 048**	**272**	**76**	**3 396**

Source : STIF (2005)

Pour les déplacements en automobile, le rendement fiscal du déplacement est estimé à partir des montants figurant dans le compte transport de voyageurs pour la *TIPP* liée aux automobiles particulières et commerciales, ainsi que la somme des autres taxes (vignette et carte grise). La table suivante se rapporte aux recettes aux voyageurs-km.

TABLE X-17: Rendement fiscal des déplacements automobiles en 2003

Types de taxes	Montant (€ 2003/voy-km)
Véhicule motorisé	
TIPP	0.032
Taxes assurance	0.012
Taxe voitures de société	0.008
Carte grise	0.008
Vignette	0.0007
Amendes	0.001
Rendement fiscal par voy.-km (€/voy-.km)	**0.0617**

Source : Estimations faites d'après les données de STIF (2005)

Quant aux recettes fiscales liées à l'usage du transport collectif, elles sont quasiment nulles pour ce qui est à la charge des voyageurs (si on ne considère pas la *TVA*).

En revanche, nous devons tenir compte des recettes supplémentaires, comme le versement transport, pour les collectivités publiques afin de soulager le financement public qui est à la charge des collectivités publiques.

En effet, le financement public réel lié aux collectivités publiques (y compris les entreprises de transports collectifs et l'État/Région/Département) n'occupe que *32*% du coût public total en Île-de-France (6.85 milliards d'euros en 2003), voir la figure suivante. Quant aux autres recettes liées au financement des transports collectifs, il y a *26*% lié aux ménages (recette des tarifs billet) et *42*% lié aux employeurs (versement transport).

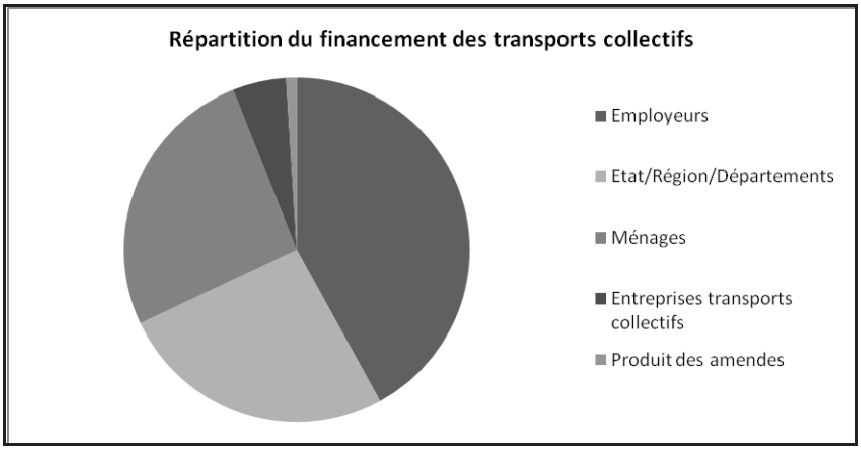


FIGURE X-3: Répartition du financement des transports collectifs

Source : STIF, 2005

En effet, pour les recettes liées aux ménages, nous avons déjà proposé les recettes tarifaires liées aux tarifs de billets. Donc, nous ne comptons pas ici cette recette. En revanche, il nous faut considérer les contributions des employeurs qui contribuent à hauteur de *2.89* milliards d'euros en 2003. Pour cela, nous pouvons estimer que les recettes publiques supplémentaires liées à la contribution à la charge des employeurs pour l'usage du transport collectif rapportées au voyageur-km est ***0.119*** €/voy.-km en Île-de-France dont 0.094 €/voy.-km est lié au versement transport et 0.025 €/voy.-km est lié aux remboursements des abonnements.

Dans l'ensemble, le résultat global de coût public net à la charge des collectivités publiques pour l'usage du transport collectif est le coût brut lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement moins les recettes tarifaires (billets) et le versement transport partiel (relatif au compte de coût privé). De plus, rapporté au trafic total des transports collectifs, nous pouvons estimer le coût public net par voyageurs-km.

10.4.2 En mégapole de Taipei

Nous calculons aussi les recettes publiques liées aux recettes tarifaires et fiscales pour l'usage du transport collectif et du véhicule motorisé. Pour évaluer les recettes tarifaires, on se focalise sur les recettes tarifaires de billet pour le *TC* et de stationnement pour la *VP*. Quant aux recettes fiscales, il n'y a que le rendement fiscal lié à l'usage du véhicule motorisé.

❖ Les recettes tarifaires

Les recettes tarifaires des transports collectifs dans la mégapole de Taipei comprennent les deux modes : Métro et Bus. Nous pouvons estimer ces recettes à la faveur des rapports statistiques annuels de *MRT* et du gouvernement de Taipei.

La comparaison des coûts de fonctionnement, et des recettes tarifaires montre que les usagers paient 88% des coûts de fonctionnement du métro et 83% des coûts de fonctionnement des bus. Les coûts publics à Taipei sont essentiellement constitués de l'investissement de métro.

TABLE X-18: Les recettes unitaires selon les modes de *TC* dans la mégapole de Taipei

Type	**Valeur en 2004**	
Recettes totales de billets (nt 2004)	**Métro**	**Bus**
Recettes totales du trafic (million nt 2004)	7 789.06	8 753.112
Recettes hors taxe (million nt 2004)	7607.1	8665.58
Trafic (10^6 voy.km en 2004)	2 742.37	4 936.7
Recette unitaire par voy.-km (nt 2003/ voy-km)	**2.77**	**1.76**

Source: MRT Yearbook, 2005 et Taipei city government, 2005

Pour la recette de stationnement pour l'usage des véhicules motorisés à Taipei, nous pouvons distinguer deux cas :

- Un coût de stationnement moyen, pour lequel nous reprenons les dépenses totales en stationnement dans la mégapole de Taipei (vers *17910* nt/an pour l'usage de l'automobile et *953* nt/an pour l'usage de la moto) que nous rapportons au nombre total de véhicules-km (*1.48* nt/véh.-km pour voiture et *0.15* nt/véh.-km pour moto) et au nombre total de voyageurs-km (*0.85* nt/voy.-km pour la voiture et *0.14* nt/voy.-km pour la moto).
- Les cas de stationnements gratuits.

❖ **Les recettes fiscales :**

Quant aux types de rendement fiscal de l'automobile en mégapole de Taipei, nous pouvons induire les trois plus importants, comme la taxe d'assurance, la taxe d'immatriculation et les taxes de combustion figurant dans la table suivante :

TABLE X-19: Rendement fiscal des déplacements des véhicules motorisés en 2002

Types de taxes	Voiture (nt 2002/voy-km)	Moto (nt 2002/voy-km)
Kilomètre/véhicule/an	12048.5	6151.3
Taux d'occupation	1.72	1.07
Taxes assurance	370.2 nt/an	99.5 nt/an
Taxe d'immatriculation	8957.8 nt/an	----
Taxes de combustion1	5526.3 nt/an	390 nt/an
Rendement fiscal par voy.-km	**0.70**	**0.07**

[1] A Taipei, les taxes de combustion annuelles dépendent des cylindrées des véhicules.

Source : Estimation faite d'après les données d'IOT/MOTO (2002)

A Taipei, les taxes sur le carburant liées à l'usage des véhicules motorisés ne consistent qu'en la *TVA*, il n'y a pas l'autre taxe spécifique, comme la *TIPP* en France.

Pour le rendement fiscal des transports en commun en mégapole de Taipei, il ne comprend qu'une part : la *TVA* sur les transports collectifs. Quant aux taxes liées aux amendes, elles sont presque nulles. Pour cela, nous prenons en compte qu'il n'y a aucune recette fiscale liée au transport collectif dans notre compte de rendement public pour la mégapole de Taipei.

10.5 Bilan

Selon les résultats des calculs, nous pouvons mettre tous les coûts publics liés aux modes et à la zone dans les tableaux X-20 et 21. De plus, pour évaluer le coût public lié à l'usage du vélo, il ne concerne que le coût public lié à l'usage des voiries. Pour cela, nous pouvons d'abord

supposer que le coût public pour le mode vélo est *0.25* [81] fois celui du mode automobile.

De plus, le rapport de l'*UITP*, indique un coût public pour le mode moto la moitié du coût du foncier en circulation et la moitié du coût de stationnement du mode automobile. Dans ce cas, nous pouvons supposer que le coût public pour le mode moto soit la moitié du mode automobile.

Quant au coût public en taxi il est supposé être le même qu'en automobile pour la circulation, le coût public du stationnement en taxi est quasi nulle.

Dans les deux tables suivantes X-20 et 21, nous présentons d'abord le coût lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement rapporté aux voyageurs-km. En Île-de-France, ce coût est évalué par l'approche comptable. En revanche, ce coût est estimé par l'approche économique pour la mégapole de Taipei.

Et puis, nous montrons également le coût public net (coût public réel) qui est le coût total lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement déduisant le rendement public lié aux recettes tarifaires et fiscales.

Selon la description dans la figure X-1, nous avons déjà présenté la relation entre le coût brut lié aux dépenses d'investissement et de fonctionnement, le coût public net et le rendement public afin d'éviter un double compte dans le modèle du coût total de déplacement. Donc, nous pouvons indiquer la relation : Le coût public net (3) est le coût brut (1) moins le rendement public (2).

TABLE X-20: le coût public net selon les modes en Île-de-France

Type	Zone	Vélo [1]	Moto [2]	Voiture	Bus	Métro	RER
Coût brut [4] (€/voy.-km) (1)	IDF	0,007	0,013	0,027	0,495	0,290	0,225
Rendement public (€/voy.-km) (2)	Stationnement Tarifs	---	---	0,018	0,22	0,11	0,09
	Recette fiscale	---	0,031	0,062	0.072 [3]	0.072	0.072
Coût public net (€/voy.-km) (3)	IDF	0,007	-0,018	-0,053	0,203	0,108	0,063

[1] On suppose qu'il n'y a qu'un quart du coût de fonctionnement et d'investissement en automobile.

[2] Il comprend une moitié du coût de fonctionnement et d'investissement en automobile.

[3] Cette recette ¨0.072¨ signifie que la recette liée au versement transport est notée dans le compte de coût privé.

[4] Coût brut rapporté au voy.-km est le coût lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement pour l'usage de la voirie et du transport collectif.

[81] Selon le rapport de l'*UITP*, il est précisé que la consommation d'espace en circulation en automobile est *2.5* fois plus qu'en vélo. De plus, la consommation d'espace en stationnement est 6 fois plus qu'en vélo.

TABLE X-21 : le coût public selon les modes et les zones dans la mégapole de Taipei

Type	Zone	Vélo	Moto	Voiture	Bus	Métro
Coût brut (€/voy.-km) (1)	City	0,39	0,78	1.58	2,52	6,8
	Country	0,34	0,68	1,36		
Rendement public (€/voy.-km) (2)	Stationnement Tarifs	---	0,14	0,85	1,76	2,77
	Recette fiscale	---	0,07	0,70	----	----
Coût public net (€/voy.-km) (3)	City	0,39	0,57	0,03	0,76	4,03
	Country	0,34	0,47	- 0,19		

Source : réalisé par l'auteur

Nous pouvons constater que le coût brut lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement dans le centre ville est théoriquement plus élevé que celui dans les régions à l'extérieur du centre ville tant pour l'usage du véhicule particulier que pour l'usage du transport collectif pour la mégapole de Taipei, du fait que ce coût est évalué par l'approche économique liée au prix du foncier.

Nous pouvons observer que le coût public net pour l'usage des voitures est négatif, ça signifie que le rendement public obtenu est plus élevé que coût brut lié aux dépenses de fonctionnement et d'investissement. La prise en compte des coûts externes pourra modifier le diagnostic.

Par ailleurs, le transport public se trouve apparemment confronté à une situation paradoxale : son rôle vital est souligné par les responsables politiques et son développement est souhaité par une large majorité des citoyens, mais il induit des coûts publics nets positifs et au niveau des comportements individuels, les véhicules motorisés leur sont souvent préférés. Il est vrai que le transport collectif n'a pas été suffisamment développé en dehors du cœur des agglomérations et que les ressources financières dont il dispose ne lui permettent pas toujours d'offrir, en quantité comme en qualité, un service suffisant pour constituer une alternative crédible.

Cependant, la question du financement du transport public dans la mégapole doit être tout d'abord située dans un contexte plus vaste : celui de l'économie générale des transports urbains individuels et collectifs. Le poids de la dépense de transport urbain augmente rapidement avec la croissance des villes, l'étalement urbain, l'allongement des déplacements et l'élévation des besoins de mobilité des individus.

CHAPITRE 11 : LES COUTS EXTERNES

Les déplacements engendrent aussi des coûts externes, qui ont une certaine importance, notamment en ville. *Button* (1993) a donné une définition de l'externalité :

«***Le concept d'externalité signifie que les activités des hommes influent sur le bien être des autres hommes, et ne donnent pourtant lieu ni à compensation ni à rémunération*».**

La commission européenne a proposé aussi la définition suivante :

«***Les coûts externes sont les coûts pour la société qui, sans intervention politique, ne sont pas pris en compte par les usagers du transport***».

Les activités de transport peuvent non seulement influer sur les producteurs et les utilisateurs, mais aussi elles produisent des effets pour les autres humains, c'est appelé l'externalité de transport.

Le coût causé par l'effet de l'externalité est nommé le coût externe. De plus, *Friedrich* et *Bickel* (2001) ont également défini que le coût et les bénéfices environnementaux causés par les activités de certaines personnes influentes sur les autres, sans donner lieu à paiement. L'Union Européenne, et bien d'autres institutions proposent des évaluations économiques des coûts externes.

De fait, la circulation en véhicule motorisé provoque des nuisances de toutes sortes : pollution atmosphérique, bruit, accidents, effet de serre et congestion qui sont plus en plus mal supportées par la population. Ces effets négatifs sur l'environnement ne se limitent pas aux agglomérations : la contribution du transport aux rejets des gaz à effet de serre, dus essentiellement à la circulation automobile, a connu une hausse rapide, alors que la plupart des autres secteurs de l'économie sont parvenus à maîtriser leur consommation d'énergie fossile, plutôt dans les pays développés. La congestion de la voirie menace gravement la liberté de déplacement que l'automobile est censée apporter et pénalise les transports publics de surface gênés par les embouteillages.

Dans le cadre d'une étude relative aux implications environnementales des soutiens au secteur énergétique, pilotée par l'*OCDE*, des équipes américaine, japonaise et française ont procédé à l'analyse des coûts globaux du système de transport routier, de leur taux de couverture par les recettes spécifiques et à l'analyse des effets qu'aurait une stratégie de couverture complète des coûts par des recettes spécifiques dans leurs pays respectifs (*Orfeuil*, 1997).

L'évaluation des coûts externes a donné lieu à de nombreuses études[82] dont les résultats peuvent différer notablement selon les conditions locales, mais aussi selon les méthodes utilisées, voir la comparaison des résultats des coûts externes dans ce chapitre. Selon le rapport de l'*UITP* en 1999, on indiquait une perte annuelle pour l'économie des pays de l'Union Européenne de l'ordre de 6% du *PNB*, soit 360 milliards d'euros. Le coût externe est très élevé pour la collectivité, voir la table XI-1.

[82] Les études concernant sur l'évaluation des coûts externes sont variés, nous avons recueilli d'abord les études spécifiques et récentes: *Boiteux* (2001), *Certu* (2000), *UITP* (1999), *INFRA/IWW* (2000), *VTPI* (2002), *UNITE* (2003), *HEATCO* (2006), *IMPACT* (2007) et Eurovignette (2008) etc.

TABLE XI-1 : Coûts externes des transports rapportés au *PNB*

Catégorie de coût externe	% du PNB	Catégorie de coût externe	% du PNB
Bruit	0.3%	Accidents	2%
Pollution atmosphérique locale	0.4%	Congestion	2%
Effet de serre	> 1%		

Source : UITP, 1999

Selon le rapport de l'*INFRAS/IWW* (2004), les coûts externes totaux exceptés le coût de congestion atteignait 650 milliards d'euros en 2000 pour 17 pays en *EU*, avec le changement climatique comme premier effet négatif (environ 30% du coût externe total). Par ailleurs, il y a deux tiers du coût externe causé par les transports de passagers et un tiers causé par le transport de fret. Nous indiquons la proportion relative des coûts externes dans la table suivante :

TABLE XI-2 : Proportion des coûts externes de transport en EU17

Catégorie de coût externe	% du coût externe	Catégorie de coût externe	% du coût externe
Accidents	24 %	Bruit	7 %
Pollution atmosphérique	27 %	Nature et paysage	3 %
Changement climatique	30 %	Effets urbains	2 %
Aval et amont du changement climatique	7 %		

Source : INFRA/IWW (2004)

Nous pouvons constater que les coûts externes (hors congestion) les plus importants se concentrent sur trois coûts : les accidents, la pollution atmosphérique et le changement climatique (81 % du coût externe total), de plus il y a encore 7 % du coût externe total lié au changement climatique venant de l'aval et l'amont des circulations.

De plus, nous pouvons indiquer le coût externe des modes (la voiture, le bus, la moto et le rail) selon les données de l'*INFRA/IWW* dans la figure suivante. Par conséquent, nous pouvons constater que la moto a le coût externe le plus haut par rapport aux autres, car le coût des accidents est très onéreux. D'un autre côté, le coût externe des transports collectifs est nettement moins élevé que celui des véhicules individuels.

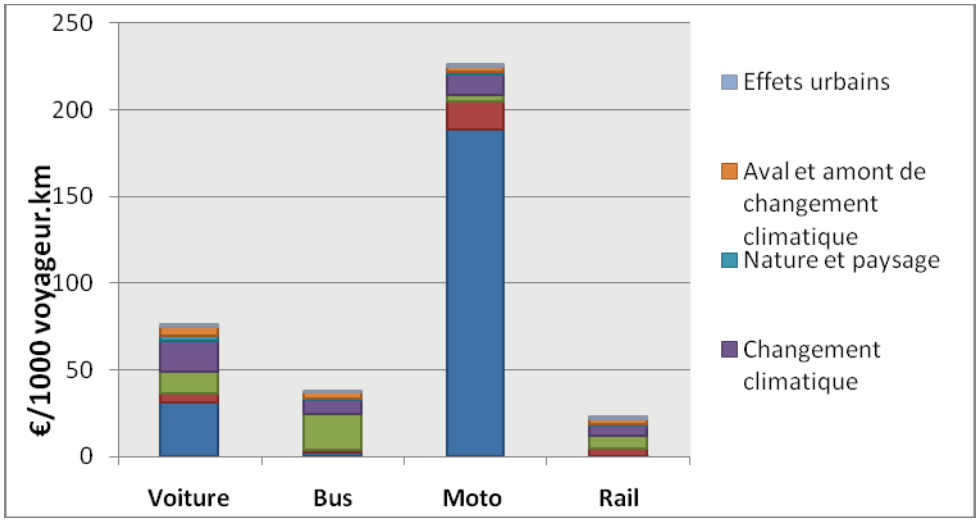


FIGURE XI-1 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport

Source : INFRAS/IWW (2004)

Par ailleurs, nous pouvons aussi citer les données de *Litman* (2002) afin de comparer les coûts externes des modes en Amérique du Nord. Bien que les facteurs de coût externe ne soient pas équivalents dans la recherche *VTPI* et *INFRAS/IWW*, il y a quand même des caractéristiques identiques. Ici, le coût de pollution atmosphérique est dominant, surtout pour les modes véhicule motorisé. De plus, le coût externe pour le mode moto est plus haut que pour le mode voiture dont le coût de bruit est le premier coût et le coût de pollution atmosphérique est le deuxième par rapport aux autres coûts (mais, il ne tient pas compte le coût des accidents). C'est ici le bus qui a le coût externe le plus important, parce qu'il y a deux raisons : il considère un faible taux d'occupation des bus et il utilise la moteur diesel. En revanche, la voiture en diesel est interdite en Amérique du Nord.

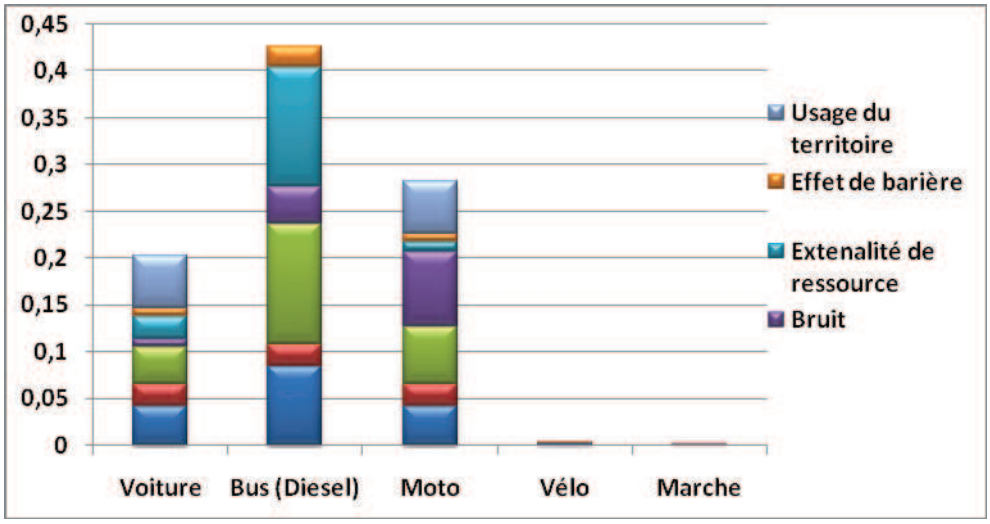


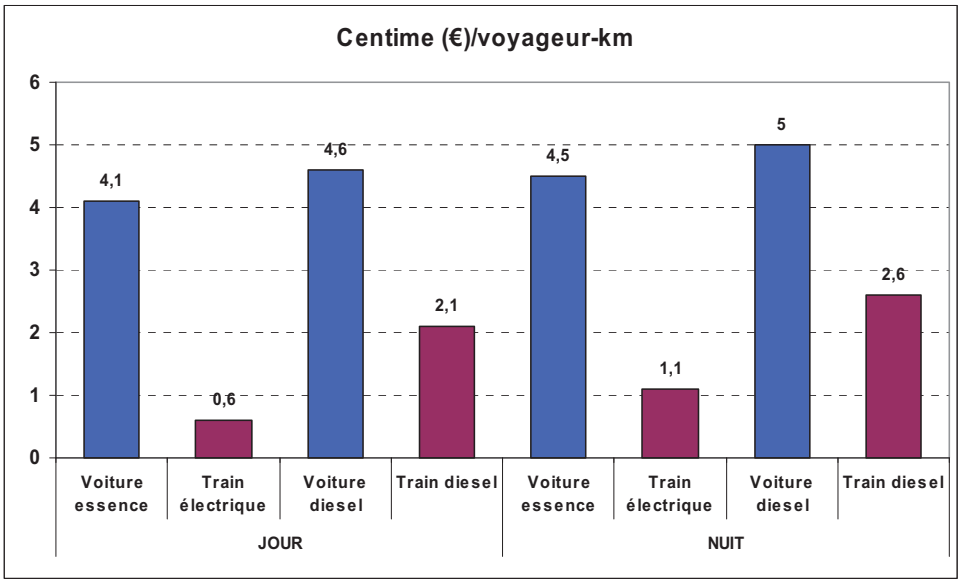
FIGURE XI-2 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport en Amérique du nord ($/passager-mile)

Source : VTPI, Litman(2002)

Par ailleurs, le coût de changement climatique, plutôt le coût d'effet de serre, est le plus important dans le coût externe total pour l'étude d'*INFRAS/IWW*. Cependant, il n'est pas compris dans la recherche de *VTPI*. Par contre, nous pouvons observer que le coût du foncier pour le mode transport collectif est également autre coût important.

Le rapport d'*Eurovignette* 3 vient juste d'être publié en 2008, il évalue les coûts externes (le bruit, les accidents, la pollution atmosphérique, le changement climatique, la production de l'énergie et la nature/paysage) pour la voiture en essence/diesel et le train en gazole/électrique.

Ces recherches ne donnent pas une vision très cohérente des coûts externes. Ile nous faut donc proposer nos propres estimations en nous inspirant ainsi d'autres recherches récentes listées dans la table suivante.



* la Moyenne des coefficients d'occupation de la voiture est 1.65 personne/voiture et du train est 96 passagers/rame.

FIGURE XI-3 : Comparaison rail/route du transport de voyageur en zone urbaine

Source : Eurovignette 3 (2008)

TABLE XI-3 : Caractéristiques des recherches corrélatives

Publication	Objectif principal	Portée des évaluations de coûts
Boiteux (1994 ; 2001)	Tient compte de l'impact des projets sur l'environnement et la sécurité.	A partir des méthodologies d'évaluation des coûts externes, valeurs unitaires à attribuer à quatre coûts externes dans la perspective de développement des infrastructures.
INFRAS/IWW (2000)	Estimation des coûts externes de transport en Europe.	Evaluation des coûts externes moyens et marginaux, au niveau du pays et pour quelques zones.
VTPI (2002)	Estimation et comparaison des coûts totaux selon la variété des transports.	Coûts totaux de déplacements pour 11 modes de transport et 2 conditions géographiques (urbaines et rurales).

UNITE (2003)	Vise à définir le concept du bénéfice du transport selon le calcul des coûts marginaux.	Méthodologies afin d'estimer les coûts marginaux pour les situations spécifiques.
HEATCO (2006)	Développe une norme harmonieuse pour l'évaluation du coût des projets de transport dans les régions en EU.	Evaluation des coûts externes moyens sur la congestion, l'impact sur la santé causé par la pollution et le bruit et aussi les coûts d'infrastructure
EUROVIGNETTE 3 (2008)	Constitue un outil précieux pour la Commission européenne afin d'évaluer les coûts externes	Il s'agit de résoudre la quadrature du cercle : trouver une formule qui satisfasse le ferroviaire sans pour autant s'aliéner la route, qui à terme devra payer.

❖ Méthodes de l'évaluation des coûts externes

L'évaluation des coûts externes est réalisée selon différentes méthodes : d'une part ***le coût d'évitement***, il s'agit d'estimer un coût économique pour la collectivité en considérant que l'évitement des nuisances nécessite des dépenses d'investissement qui, du fait qu'elles ne sont pas productives, génèrent une dévalorisation. L'évaluation résulte d'un calcul d'actualisation, permettant d'estimer le cash flow annuel nécessaire pour équilibrer le coût d'évitement des investissements et de fonctionnement (personne, entretien) sur la base du taux d'actualisation. Cette méthode est souvent envisagée retenue pour la monétarisation du coût du bruit. D'autre part ***le coût des dommages***, il s'agit d'évaluer le coût des impacts sur la société des dommages provoqués par les nuisances. Cette méthode est retenue typiquement pour l'évaluation monétaire des accidents et de la congestion. Par ailleurs, deux groupes de travail sur l'évaluation des investissements dans les projets de transport ont proposé des évaluations monétaires de la pollution et de l'effet de serre en retenant d'autres méthodes de monétarisation.

Toutes les méthodes souffrent de grandes difficultés à interpréter la notion ¨d'optimum de pollution¨, c'est-à-dire, de recherche du point égalisant les coûts marginaux liés aux dommages et aux stratégies d'évitement de ces dommages.

Une revue, même partielle, de la littérature consacrée aux coûts des transports donne un certain sentiment de malaise pour deux raisons essentielles et d'ailleurs en partie liées (*Orfeuil*, 1997) :

- La dispersion des estimations est très importante, parce que les concepts mêmes (coûts, méthodes de valorisation) ne sont pas toujours définis avec précision.
- Le niveau des estimations n'est indépendant ni des commanditaires des études, ni du contexte médiatique général de l'époque où elles ont été entreprises.

De ce fait, nous sommes incités à former nos propres estimations. L'enjeu est moins d'arriver à une valeur ¨meilleure¨ que celles de la littérature que de poser clairement les termes de la démarche, les hypothèses nécessaires etc. Donc, nous visons d'abord à intégrer les résultats évalués des coûts externes par les recherches concernées et à la fois essayer de proposer une valeur raisonnable des coûts externes, bien que les valeurs liées à l'externalité soit variées. En fait, les coûts externes, qui comprennent vraiment beaucoup de composants, sont encore difficiles à être précisément quantifiés. Cependant, il nous faut quand même considérer ces coûts externes dans notre modèle d'analyse du coût total de déplacement afin de refléter

complètement la distribution des coûts corrélatifs dans un déplacement quotidien.

Donc, nous allons proposer des évaluations des coûts externes dans les paragraphes suivants pour la pollution atmosphérique, l'effet de serre, le bruit, la congestion et les accidents.

11.1 Coût de la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est principalement évaluée à travers son impact sur la santé humaine. Elle est donc directement liée à la valeur de la vie humaine. Elle résulte de très nombreux facteurs qui ne se limitent pas au seul secteur des transports : sont impliqués le chauffage, l'évaporation des solvants, les rejets de l'industrie, le tabagisme, mais aussi les phénomènes naturels.

Par ailleurs, sans parler de l'habitat lui-même où les nuisances dépassent parfois celles de l'environnement extérieur, la pollution peut affecter une zone géographique restreinte ou au contraire concerner toute une région. S'agissant de retenir des valeurs monétaires à utiliser dans le secteur des transports pour les calculs de rentabilité, les recherches ont limité leurs champs d'investigation à la seule pollution émise par les transports et à l'impact de celle-ci sur la santé. Pour justifier les valeurs proposées en conclusion de ce chapitre, nous allons passer en revue les principaux résultats obtenus dans les études menées sur le sujet afin de proposer une méthodologie d'analyse pour la valeur adéquate dans les mégapoles.

11.1.1 Les polluants atmosphériques émis par les véhicules

Les émissions des véhicules à moteur thermique comprennent les gaz d'échappement, les gaz de carter, l'évaporation du carburant stocké dans le réservoir et admis dans le carburateur, le brassage des poussières, ainsi que les particules libérées par l'usure des pneus et des freins.

Les véhicules à essence émettent les polluants atmosphériques suivants : monoxyde de carbone (*CO*) et hydrocarbures (*HC*) ou plus exactement composés organiques volatils provenant d'une combustion incomplète ; oxydes d'azote (*NOx*) se formant à des températures de combustion élevées, essentiellement à partir de l'oxygène et de l'azote de l'air du milieu de combustion ; particules plus ou moins fines, etc.

Les voitures fonctionnant au gaz naturel comprimé et au gaz de pétrole liquéfié (*GPL*) émettent moins de *HC* et de *CO* dans les gaz d'échappement, la combustion étant plus complète ; les émissions d'oxyde d'azote sont du même ordre de grandeur que celles des voitures à essence.

Les moteurs diesel ont un meilleur rendement de combustion. Les véhicules qui en sont équipés sont beaucoup moins polluants que leurs homologues à essence ; à puissance égale, l'émission de *CO* et celle de *HC* sont bien moins élevés (28 et 13 fois inférieures) ; celle de *NOx* est similaire, les températures d'émission étant plus basses. Ils émettent en revanche de fines particules contenant des composées organiques polycycliques (groupe de substances présentant une toxicité génétique), du dioxyde de soufre (SO_2), en raison de la présence de soufre dans le gazole, et de plus grandes quantités d'hydrocarbures aromatiques, qui ont une odeur désagréable et des effets nocifs sur la santé, certains d'entre eux étant reconnus cancérigènes. Aux Etats-Unis, puis en Europe, et aujourd'hui dans de très nombreux pays, des normes limitent fortement ces émissions pour les véhicules neufs.

Ces polluants peuvent avoir les effets directs et indirects suivants :

1. Effet sur la santé (irritation de l'appareil respiratoire, des yeux etc. ; effet toxiques aigus ; Effets mutagènes ou cancérigènes, effets préjudiciables sur les mécanismes de défense contre les infections.
2. Atteintes à l'environnement (encrassement des matériaux, corrosion, acidification des sols et des eaux de surface, dépérissement des forêts etc.)
3. Nuisances (odeurs, effet de brume)

Nous décrivons en détail ces composants corrélatifs de la pollution atmosphérique dans l'*annexe* I.

11.1.2 Revue de la littérature

Les connaissances ont profondément évolué depuis quelques années, tant en ce qui concerne les études épidémiologiques sur les effets sanitaires de la pollution que la dispersion des polluants. Ces études ont mis en évidence l'impact des effets de long terme, et cela tant en matière de mortalité que de morbidité. Il en résulte que les coûts sanitaires de la pollution sont aujourd'hui évalués à des montants sensiblement plus élevés qu'au début des années 1990, bien que les niveaux d'émission décroissent.

Les différentes études disponibles présentent des diversités importantes dans leurs méthodes et dans leur champ d'analyse, qui génèrent une importante hétérogénéité des résultats. Par exemple, les effets de long terme ne sont pas toujours pris en compte, et la comparaison des différents résultats, trop souvent exprimés très globalement en pourcentage du PIB, présente de ce fait des difficultés.

L'étude *Planco* (1990) retient un coût de pollution de l'air, le minimum étant obtenu par estimation des dommages (santé, végétation et bâtiment), le maximum étant obtenu par une étude de consentement à payer un air pur dans les grandes agglomérations sur la base de préférences déclarées. L'estimation par les dommages donne environ 48% des coûts pour la santé, 37% des coûts pour la nature et 15% pour les bâtiments.

La moyenne des estimations revues par *Quinet* (1993) s'établit à 0.36% du *PIB*, avec 0.12% pour la santé, 0.08% pour les bâtiments et 0.16% pour la végétation. *Lamure et Lambert* (1994) arrivent à un résultat voisin de 0.4% du *PIB*.

L'administration finlandaise (*Lamure*, 1994) estimait le coût de la pollution de l'air à 19% au titre de la santé humaine, 15% au titre de la végétation et des forêts, 16% au titre des bâtiments et 50% au titre de l'effet de serre. L'effet de serre est aujourd'hui isolé des coûts polluants et fait l'objet d'estimation propre.

Par ailleurs, nous avons aussi recueilli d'autres études à l'échelle régionale ou nationale sur l'évaluation du coût de la pollution à l'instar de l'étude à l'échelle régionale *Certu*, *UITP* et à l'échelle nationale *INFRAS*, *VTPI* etc., voir la table suivante.

Pour cela, nous pouvons constater que la valeur de la pollution estimée proposée par les études est encore variée, voir la table suivante. De plus, nous pouvons aussi observer que la valeur à l'échelle régionale est évidement plus grande que la valeur à l'échelle nationale, parce que la densité de circulation en véhicules motorisés dans la zone urbaine est plus élevée que celle au niveau national.

TABLE XI-4 : Valeur attribuée aux impacts de la pollution atmosphérique selon les études

(€/voyageur.km)	Niveau régional				Niveau national		
Étude	Boiteux	STIF [6]	CERTU[3]	UITP	INFRAS /IWW [4]	VTPI [5]	UNITE
Années	2001	2003	2000	1999	2000	1996	2003
VP [1]	0.023	0.018 - 0.006	0.023	0.009	0.010	0.04	0.0012-0.0025
Moto	----	0.103 - 0.036	0.133	---	0.003	0.06	---
Bus [2]	0.014	0.012 - 0.004	0.005	< 0.001	0.017	0.05	---

[1] Le taux d'occupation en voiture est *1.28*

[2] Le taux d'occupation en autobus est *17.8* en 2002 voyageurs/véhicule (voyageur-km / kilomètres voitures)

[3] Le coût unitaire par type de véhicule et d'aire urbaine.

[4] Le coût moyen de pollution atmosphérique en Europe (17 pays)

[5] La valeur estimée en U.S. dollar en 1996 par véhicule-kilomètre

[6] Valeur en rouge pour les zones de Paris et Petite couronne ; et la valeur en bleu pour la zone Grande couronne.

11.1.3 Valeur estimée dans les mégapoles

En Île-de-France

Les travaux du Plan Régional de la Qualité de l'Air (*PRQA*) ont montré la contribution du transport routier aux émissions globales de polluants en Île-de-France : 53% pour les Oxydes d'azote (NOx), 34% pour les *COVNM*, 43% pour le Monoxyde de carbone (*CO*). La pollution de l'air, hors effet de serre, provient de plusieurs émissions dont les rayons d'action sont différents. On peut en distinguer deux (*Boiteux* 2001) :

- **Une pollution régionale** due aux oxydes d'azote qui, touchent, au gré des vents, les zones habitées indépendamment des lieux d'émissions.
- **Une pollution locale** : les hydrocarbures, l'oxyde de carbone, les particules ont une action locale ; leur nocivité est réduite en rase campagne et n'apparaît vraiment qu'en milieu urbain.

Le rapport « Boiteux »[83] a fixé des normes nationales pour fixer la valeur des coûts externes des transports de voyageurs et de marchandises. Le rapport « comptes de déplacements du Stif » s'inspire de ces normes pour fixer la valeur des externalités, en retenant, lorsque c'est pertinent, les valeurs (Bruit, pollution) relatives à l'urbain dense. Cette méthode ne nous semble pas aller jusqu'au bout du raisonnement, car l'urbain dense commence à un seuil de densité (420 habitants/km^2) très largement dépassé en Île-de-France, qui rassemble 19 % de la population française sur un peu plus de 2 % du territoire seulement. Les coûts de pollution et

[83] Cf. Boiteux M. (2001), Transports : Choix des investissements et coût des nuisances.

de bruit sont à la fois fonction des trafics et des nombres de personnes exposées, ce qui a des conséquences sur la répartition des coûts en l'Île-de-France et les grandes villes françaises, et, au sein de l'Île-de-France, entre Paris, la petite couronne et la grande couronne. En bref, un même kilomètre parcouru dans un véhicule n'a pas la même incidence selon qu'il est effectué au centre de Paris, dans une commune de banlieue éloignée ou même au centre d'une grande ville de province, car le nombre de personnes exposées à la pollution ou au bruit de ce parcours est très différent dans les 3 cas.

Pour mener à bien nos estimations, nous partons des valeurs recommandées par le rapport *Boiteux* pour l'urbain dense (Paris et Petite couronne), quant à la Grande couronne, nous pouvons référer à la valeur pour l'urbain diffus.

TABLE XI-5 : Valeur attribuée aux impacts de la pollution atmosphérique

Centimes d'€ pour 100 véh.-km	Voiture	2-Roues motorisés	Bus
Urbain dense	241	1108	2273
Urbain diffus	83	794	382

Source: Estimation faite du STIF (2005) après l'étude de Boiteux (2001)

En fait les normes sur les deux-roues ont fortement évolué et, selon l'*Ademe*, l'émission des deux-roues motorisés est aujourd'hui comparable à celle des voitures. On retiendra donc un cout de 241 centimes pour les deux-roues motorisés comme pour les voitures en urbain dense. On retient ensuite que le coût de pollution est pour moitié un coût de pollution locale (proportionné aux densités des tissus traversés, centre ou banlieue) et pour moitié un coût de pollution régionale, proportionné aux densités des agglomérations dans leur ensemble.

Les zones correspondantes à l'urbain dense au sens de *Boiteux* sont caractérisées dans le tableau ci-dessous du point de vue des densités résidentielles. On observe un écart de 1 à 40 entre les zones de l'urbain dense de plus faible et de plus forte densité, ce qui ne peut pas ne pas avoir d'incidence sur les couts de pollution et de bruit. On retrouverait d'ailleurs un écart du même type si l'on s'intéressait à la densité de piétons. On compte par exemple des densités de déplacements piétons quotidiens variant de 28000 par jour et par km^2 à Paris, 4000 par jour et par km^2 dans les centres des agglomérations de plus de 300000 habitants, 2000 par jour et par km^2 dans les centres des agglomérations de 100 000 à 300000 habitants et 500 par jour et par km^2 dans les banlieues de ces agglomérations.[84]

[84] Sources : calculs de JP Orfeuil d'après ¨La mobilité régulière et la mobilité locale¨, Madre et Maffre, Insee, 1997.

TABLE XI-6: Répartition des trafics *VP* et des densités de la population liée aux régions

Articles \ Zone		Île-de-France	Agglomérations de plus de 700 000 habitants	Agglomérations de 300 à 700 000 habitants	Agglomérations de 100 à 300 000 habitants
1.	**Centre**				
	Densité (hab./ km2)	20500	4100	3100	1700
	Trafic automobile (milliards de km annuel)	3,6	6,2	11,3	22,0
2.	**Banlieue**				
	Densité (hab./ km2)	3300	900	600	450
	Trafic automobile (milliards de km annuel)	12,9	14,6	15,0	10,7
3.	**Centre + banlieue**				
	Densité (hab./ km2)	8100	1330	1130	850
	Trafic automobile (milliards de km annuel)	16,5	20,8	26,3	32,7

Source: JP Orfeuil, 1997

On accepte donc les valeurs unitaires prescrites par le rapport *Boiteux* pour les voitures pour l'ensemble de ces tissus urbains denses, mais on considère que l'allocation entre territoires est faite au prorata des densités. Donc, nous visons à présenter l'évaluation du coût de la pollution en deux parts : l'une est la pollution régionale et l'autre est la pollution locale.

Pour évaluer le coût de la pollution régionale, nous présentons d'abord la formule générale suivante.

$$\sum\left(D_i \cdot T_i \cdot a\right) = \sum T \cdot V$$

Avec

D_i est la densité de la population pour la région i (liée à la ligne 3)

T_i est le trafic automobile pour la région i (liée à la ligne 3)

a est un coefficient de pollution régionale

$\sum T$ est le trafic total (liée à la ligne 3)

V est la valeur attribué, ici est la moitié de la valeur total ¨Boiteux¨ attribué (0.0241/2) €/véh.-km (composants régionale).

Selon la formule ci-dessus, nous pouvons obtenir d'abord le coefficient ¨a¨ (5,303E-06), ensuite, nous pouvons estimer que le coût total de la pollution régionale pour Île-de-France est 0.708 milliards d'euros $\left(D_i \cdot T_i \cdot a\right)$. Rapporté au trafic en Île-de-France T_i, le coût de la pollution régionale est 0.043 €/voy-km.

De plus, nous devons estimer le coût de la pollution locale qui est affecté par zone. Tout

d'abord, nous utilisons la même formule générale précédente. Mais, nous considérons les paramètres liés aux zones centre et banlieue (ligne 1 et 2). Pour cela, nous pouvons obtenir que le coefficient ¨a¨ est 4,812E-06. Ensuite, nous pouvons respectivement estimer le coût de la pollution locale par zone (centre et banlieue). Les résultats sont montrés dans la table suivante.

TABLE XI-7 : Les résultats d'évaluation du coût de la pollution en Île-de-France

€/véh.-km	Centre (Paris)	Banlieue (PC)	GC	Moyenne (IDF)
Pollution régionale	0.0429		0.0083	0.037
Pollution locale	0.355	0.204		
Coût rapporté au véh.-km	0.141	0.059	0.009	0.037
Coût rapporté au voy.-km	**0.111**	**0.046**	**0.007**	**0.029**

Quant au coût de la pollution de deux-roues rapporté au voyageur-km, nous pouvons supposer qu'il est identique au coût de la pollution pour l'usage de *VP*.

Pour le coût de la pollution de bus rapporté au voyageur-km, nous pouvons l'estimer en fonction de la pondération liée à la valeur attribuée pour la voiture et le bus et au taux d'occupation de voiture et de bus. C'est-à-dire, le coût de la pollution par zone pour l'usage de bus est 0.6 fois plus faible [85] que celui pour l'usage de voiture.

TABLE XI-8 : Les résultats d'évaluation du coût de la pollution de bus en Île-de-France

€/voy.-km	Centre (Paris)	Banlieue (PC)	GC	Moyenne (IDF)
Coût rapporté au voy.-km	**0.067**	**0.028**	**0.002**	**0.027**

Nous retiendrons dans nos estimations les valeurs figurant aux lignes ¨voyageur-km¨ dans les tables XI-7 et XI-8. Elles sont sensiblement supérieures à celles proposées pour le *STIF*.

Dans la mégapole de Taipei

Pour l'évaluation du coût atmosphérique dans la mégapole de Taipei, nous visons en premier lieu à nous référer au coût total de pollution estimé, qui est composé par les quatre premier éléments importants d'émission, par *Guao* (2007), ensuite à évaluer la valeur unitaire des modes au regard de la distance de déplacement, du taux d'occupation, comme sur les tables suivantes. De plus, le mode automobile occupe la majorité des émissions de pollution (44% du coût total de pollution).

[85] La valeur attribuée rapportée au véhicule-km pour l'usage de bus dans la zone urbaine dense est 9.4 fois plus élevée que celle pour l'usage de voiture (2273/241), de plus, nous devons considérer la pondération entre l'usage de bus et de voiture en fonction du taux d'occupation (20 voyageur/bus et 1.28 voyageurs/voiture).

TABLE XI-9 : Les productions de la pollution selon les modes

Mode	PM_{10}	%	SO_X	%	NO_X	%	CO	%
Voiture	3.426	45	0.344	46	17.18	31	132.647	39
Moto	2.006	26	0.115	15	22.895	41	142.013	41
Taxi	0.918	12	0.115	15	7.345	13	57.681	17
Bus	1.326	17	0.18	23	8.320	15	7.886	02

Source : Guao (2007) et Chang (2006)

TABLE XI-10 : La distribution du coût de pollution atmosphérique

Mode	Distance totale annuelle	Occupation	Distance moyenne	Coût de pollution
	(million véh-km)	(voy. /véh.)	(km)	(nt)
Voiture	14583	1.72	18.5	889 089 290
Moto	12 110	1.07	8.4	554 087 494
Taxi	4 150	1.87	7.9	249 918 642
Bus	4936	25.88	4.54	621 511 366

Source : Estimation faite d'après les données de Guao

De plus, le coût de pollution est estimé par l'approche ¨*IPA*¨ (Impact Pathway Approach)[86] liée à l'impact de la santé humaine et le volume de l'émission des pollutions. Autrement dit, on peut transformer cet impact de pollution en la valeur observée monétaire (Willingness-to-Pay, *WTP*) dans le cadre d'économie du bien-être.

Conformément à la description de l'évaluation du coût de pollution atmosphérique dans la mégapole de Taipei, le coût unitaire de la moto est le plus élevé que les autres modes. Quant au coût de la pollution rapporté au voyageur-km pour l'usage de bus, il est quand même important, bien que le taux d'occupation moyen ne soit pas très faible, à cause de la faiblesse des équipements de bus. C'est la raison pour laquelle, à Taipei, on met à jour les équipements qui sont moins polluants.

TABLE XI-11 : Le coût unitaire de pollution atmosphérique selon les modes

Mode	nt/véhicule.km	nt/voyageur-km	nt/déplacement
Voiture	0.060	**0.035**	0.656
Moto	0.046	**0.042**	0.359
Taxi	0.060	**0.032**	0.254
Bus	0.126	**0.005**	0.022

Source : Réalisé par l'auteur

[86] Cette approche est proposée dans le projet ¨ExternE¨ en *EU*, (Friedrich et Bickel, 2001).

Après avoir estimé le cout de la pollution rapporté au voyageur-km par mode à Taipei, il nous faut aussi distinguer ce coût unitaire de la pollution en fonction des zones, en pondérant le coût de la pollution dans la zone dense du fait que la densité de la population est plus élevée. Pour cela, nous utilisons la même méthode d'estimation (trafic x densité de la population selon les zones) que nous avons faite pour Île-de-France. Les résultats d'évaluation sont montrés dans la table pour les trois modes, voiture, moto et bus à Taipei.

TABLE XI-12 : Coût de la pollution rapporté au voyageur-km par zone à Taipei

Mode (nt/voy-km)	Taipei City	Taipei Country	**En Moyenne**
Voiture	0.067	0.013	**0.035**
Moto	0.091	0.017	**0.042**
Bus	0.010	0.002	**0.005**

11.2 Le bruit

Le bruit des transports est une des nuisances les plus intensément ressenties par les populations, qu'elles soient urbaines ou rurales et proches de grandes infrastructures. Son importance va grandissant en raison d'une sensibilité de plus en plus aigue à cette nuisance, et de la croissance continue des trafics de voyageurs et d'aussi de marchandises. De plus, la circulation routière est une source de bruit très importante.

Les coûts unitaires à retenir pour le bruit différent selon les niveaux et les périodes d'exposition, d'autres questions se posent comme celles de la différenciation des valeurs à utiliser pour les différents modes de transport, la prise en compte des effets à long terme sur la santé, les problèmes d'évaluation du bruit en amont des projets et le traitement des zones non habitées.

11.2.1 Revue de la littérature

La tentative d'évaluation monétarisée du bruit dans les transports avait été engagée par le Commissariat général du Plan dans le rapport 1994. La méthode retenue, qui ne visait qu'un ordre de grandeur, était fondée sur une estimation globale du coût du bruit au niveau national, en pourcentage du produit intérieur brut (0.3% du *PIB*) qui est induit par référence aux pays étrangers. De plus, *Quinet* (*CEMT* 1993) recense *22* estimations allant de *0.02* à *2*% du *PIB*. Et *Lamure et Lambert* (1994) dégagent une valeur moyenne de *0.2*% du *PIB* de la littérature internationale. L'étude de l'*INFRAS/IWW* aboutit pour 2001 à une estimation des coûts du bruit du transport routier bien supérieure avec *7* milliards d'euros pour la France.

Le rapport de *Boiteux* (2002) propose une méthode directe d'évaluation de valeur attribuée au bruit en 2000. Il est proposé de comptabiliser comme coût affecté à un projet une valeur monétaire qui exprime le dommage subi par les riverains. Ce coût est défini par la dépréciation des loyers moyens par mètre carré de surface occupée et exposée à des niveaux de bruit dépassant un certain seuil. Le loyer de référence choisi est de *5.49* € (*36* francs) par mètre carré et par mois (valeur de 1996). Ces valeurs croîtront annuellement au rythme du *PIB*. Ces valeurs sont également modulées pour tenir compte de la vocation des zones concernées et des effets différents sur la santé du bruit diurne et du bruit nocturne. Le niveau

de bruit autorisé de jour en zone résidentielle est de 60 décibels.

TABLE XI-13: Valeur attribuée au bruit (2000)

Calcul de base	exposition au son (en dB)	55-60	60-65	65-70	70-75	+ de 75
	% dépréciation / décibel	*0.4%*	*0.8%*	*0.9%*	*1%*	*1.1%*

Source : Boiteux, 2001

De plus, le rapport de *STIF* (2001) a indiqué que la réduction des nuisances liées au bruit peut être obtenue par différentes techniques :

- Une action à la source : la réglementation, issue des directives européennes, fixe actuellement le niveau maximal de bruit pour les nouveaux véhicules à *71* dB (A). L'action à la source sur les véhicules permet un gain de *3* à *5* dB (A) environ des émissions du véhicule. Le coût d'investissement s'élève à environ 5 % du coût moyen d'un véhicule.
- Une action sur les revêtements de chaussée : l'enrobé drainant permet un gain de 5 dB(A) sur voies principales. Son coût varie en fonction du nombre de voies. Il est de 228.7×10^3 € pour 1 km de route à 2 voies (soit 7 mètres de large). Une meilleure isolation des façades procure un gain de 15 à 20 dB(A) environ. La dépense moyenne par logement est d'environ *2439* €. Le coût d'investissement est fonction du nombre de logements par km de voie.

La construction d'écran antibruit permet un gain de 10 dB(A) en moyenne. Le coût d'investissement s'élève à *1.94* millions € par km pour un écran de 3 à 4 mètres de haut, implanté de chaque côté de la route soit environ 2 à 3 % du coût de réalisation de 1 km de voirie. Pour cela, nous présentons ces résultats d'estimation sur le bruit proposés par les 8 études dans la table suivante.

TABLE XI-14: Valeur du bruit à l'échelle régionale et nationale

(€/voyageur.km)	Niveau régional				Niveau national			
Étude	STIF	UITP	CERTU	Boiteux [4]	INFRAS /IWW	IFEN	ITS [1]	VTPI [2]
Années	2003	1999	2000	2000	2000	2007	2001	1997
Voiture	0.0095 [3] 0.0095 0.0032	0.01 – 0.025	0.009	0.009	0.0052	0.0031	0.0009 [5] 0.0004 0.0002	0.006 – 0.001
Moto	0.069 - 0.023	---	0.072	0.072	0.0160	0.0031		---
Bus	0.0113	0.002 – 0.003	0.001	---	0.0013	0.0002		0.005 – 0.001
Rail	0.004	0.002 – 0.003	0.059	---	0.0039	----	0.0006 – 0.006	0.003

[1] Le coût unitaire du bruit rapporté au kilomètre-véhicule pour la ville de Londres.

[2] La ville de Boston.

[3] En couleur rouge, la valeur est estimée en zone centrale (Paris), en couleur noire est la petite couronne et la couleur bleue est pour la grande couronne.

[4] Valeurs estimées à partir des estimations du coût du bruit du Compte National du transport de voyageurs, des trafics et des coefficients d'équivalence acoustique.

[5] En couleur bleue est la valeur estimée pour la zone centrale de Londres ; en couleur noire est la valeur de bruit pour la zone de proche banlieue ; en couleur rouge est la valeur estimée pour la zone rurale.

11.2.2 Valeur estimée dans les mégapoles

En Île-de-France

Le rapport *Boiteux*, sur lequel le *STIF* fonde son estimation propose de retenir des valeurs différenciées pour le coût du bruit par véhicule km de *1,23* euros pour 100 véhicules-km dans l'urbain dense et de *0.41* euros dans l'urbain diffus.

TABLE XI-15 : Valeur attribuée aux impacts du bruit

Centimes d'€ pour 100 véh.-km	Voiture	2-Roues motorisés	Bus
Urbain dense	123	736	614
Urbain diffus	41	245	205

Source: Estimation faite du STIF (2005) après l'étude de Boiteux (2001)

L'objet principal du rapport du *CGP* est l'adoption de normes pour les nouveaux investissements, notamment en rase campagne, et cela explique que son traitement de l'urbain soit assez sommaire. Pour évaluer d'une façon un peu plus précise l'atteinte du bruit à la population, on peut partir de 2 idées simples : l'atteinte est d'autant plus importante que le niveau de bruit est élevé, et elle est d'autant plus importante que le nombre de personnes exposées est élevé. Dit autrement, le bruit étant une nuisance très locale, la contribution d'un véhicule-km au coût social du bruit sur un territoire doit être proportionnée à la densité de personnes exposées (qui donne le nombre de personnes concernées dans un rayon entourant le point d'émission) et à un indicateur de niveau de nuisance sonore local. Si l'on accepte l'estimation nationale du coût du bruit (4,0 milliards, dont 2,55 milliards imputables aux véhicules personnels), il faut alors trouver une méthode pour définir le poids en nuisance d'un kilomètre parcouru par un véhicule selon le territoire sur lequel cette distance est parcourue.

Nous avons fait deux essais en pondérant chaque kilomètre parcouru par le produit de la densité de population du territoire et de la densité de véhicules-km, puis par le produit de la densité de population et du logarithme de la densité de trafic (puisque les décibels sont une fonction logarithmique des émissions sonores). Dans les 2 cas, nous obtenons un poids de la nuisance bruit pour l'ensemble de l'Île-de-France beaucoup plus important que son simple poids dans le trafic, et un poids de Paris dans l'Île-de-France sans commune mesure avec le poids du trafic de Paris dans le trafic francilien. À titre d'exemple, la seconde approche contribue à attribuer 58 % du coût social national du bruit à Paris intra-muros et 79 % à l'ensemble de l'Île-de-France (soit 2 milliards d'euros, contre 380 millions pour le *STIF*).

TABLE XI-16 : Répartition des trafics VP et des densités de la population selon régions

	IDF			AU +700			AU 300_700			AU 100-300			A-100U		
	Véh-km	Den-sité	DT	Véh-km	Den-sité	DT	Véh-km	Den-sité	DT	Véh-km	Den-sité	DT	Véh-km	Den-sité	DT
Centre	3,6	21	34,3	6,2	4,1	13,2	11,3	3,1	11,8	22	1,7	8,6	40	0,2	0,8
Banlieue	12,9	8,1	16,8	14,6	0,9	4,7	15,	0,6	4	10,7	0,4	2,2			
périphérie	26,5	0,9	2,2	3,3	0,1	0,5	6,4	0,1	0,5	9,7	0,1	0,4			

Source : Estimation faite d'après les données de l'EGT

$$a \cdot \sum D_i \cdot \log_{10}\left({DT_i}/{0,4} \right) = CB_{national}$$

Avec

D_i est la densité de la population pour la région i

DT est la densité de trafic pour la région i

a est un coefficient de bruit

$CB_{national}$ est le coût du bruit national (2,55 milliards d'€)

Donc, nous pouvons calculer que la densité x Log10 (DT/0,4) totale est de 69,40 milliards, de plus, le coefficient de bruit ¨a¨ est 0,036744 (2,55 divisé par 69,4).

TABLE XI-17 : Estimation du coût de bruit par zone en Île-de-France

	Île-de-France			
	Véh-km	coût de bruit	Coût du bruit/véh-km	Coût du bruit/voy-km
Paris	3,6	1,492	0,414	**0,323**
PC	12,9	0,483	0,037	**0,029**
GC	26,5	0,024	0,0009	**0,0007**

Cette méthode conduit à une estimation du coût du bruit à Paris de 41 euros pour 100 km, près de 40 fois plus élevée que celle du *STIF*, et de 3,7 euros en petite couronne, soit 3 fois l'estimation du stif. Ces estimations ont leur logique, mais il est difficile à un doctorant de proposer des estimations à ce point différentes des estimations officielles.

En outre, on ne peut pas exclure que la densité soit elle-même source de confort acoustique (des immeubles sur rue faisant écran pour d'autres immeubles), et, par ailleurs, qu'une même exposition sonore soit vécue différemment selon les contextes. C'est pourquoi nous reprenons la méthodologie un peu plus compliquée développée par *Orfeuil*[87]. Il reprend les données nationales d'exposition au bruit de la population (x1 personnes exposées à plus de 70 db(A),

[87] Territorialisation objectivable des recettes spécifiques, des coûts internes et externes des circulations routières, Rapport pour l'Ademe, 2006

x2 exposées à 69, etc. jusque 55 db(A), et affecte les personnes concernées aux territoires classés par densité décroissante. Ainsi les 2,4 millions de personnes exposées à plus de 70 db(A) sont affectées à Paris puis à la zone de plus forte densité, celles exposées à 69 db(A) à la zone de plus forte densité après Paris tant qu'on n'a pas atteint sa population, et ainsi de suite en descendant de façon simultanée dans les échelles d'exposition et de densité. À chaque niveau d'exposition est associé un niveau de dépréciation immobilière (% de dépréciation par rapport à la valeur du bien). La gravité de la nuisance sur un territoire est alors mesurée par le produit de la population et du taux de dépréciation. Cette méthode a des avantages et des inconvénients. En ramenant les raisonnements à l'immobilier, on ignore les piétons, dont la présence est plus que proportionnelle aux densités, du fait d'un usage plus important de la marche par les résidents et des touristes. On a cherché à éviter le phénomène classique de surestimation lié aux différences de valeurs intrinsèques des biens immobiliers, en ne retenant que les pourcentages de dépréciation, et pas les valeurs absolues (en euros). En revanche, on peut penser que les dépréciations immobilières captent peut-être mieux la tolérance différentielle au bruit, puisque personne ne s'attend à un niveau de bruit comparable à Paris et dans un village.

Les résultats des calculs donnent alors les valeurs suivantes pour l'indice de gravité d'un kilomètre sur un territoire, voir la table suivante.

TABLE XI-18 : Répartition des trafics et des indices de gravité liée aux régions

	Île-de-France			Agglomérations de plus de 700 000 hab.			Agglomérations de 300 000 à 700 000 hab.			Agglomérations de 100 000 à 300 000 hab.		
	Veh-km	Gravité	Véh-km x gravité	Veh-km	Gravité	Véh-km x gravité	Veh-km	Gravité	Véh-km x gravité	Veh-km	Gravité	Véh-km x gravité
Centre	3,6	32,1	115,6	6,2	10,2	63,2	11,3	6,2	70,1	22	3	66,0
Banlieue	12,9	13,7	176,7	14,6	1,8	26,3	15	1	15,0	10,7	0,7	7,5

* L'indice de gravité en grande couronne francilienne est à 1, comme les banlieues des agglomérations de plus de 300 0000 habitants.

Source: J.-P. Orfeuil, 2006

$$a \cdot \sum T_i \cdot G_i = CB_{national}$$

Avec

T_i est le trafic pour la région i

G_i est l'indice de gravité pour la région i

a est un coefficient de bruit

$CB_{national}$ est le coût du bruit national (2,55 milliards d'€)

Avec ces bases de calcul, on obtient un coût du bruit des véhicules personnels en Île-de-France de 1,45 milliards d'euros, représentant 56 % du coût du bruit national. De plus, les valeurs de coût de bruit rapporté au véhicules-km et au voyageurs-km par zone sont montrées dans la table suivante. Ce sont ces valeurs que nous retiendrons après dans la synthèse des coûts externes.

TABLE XI-19 : Coût du bruit VP rapporté au voy.-km par zone en Île-de-France

	Coût du bruit €/véh-km	Coût du bruit €/voy-km
Paris	0,151	0,119
PC	0,065	0,051
GC	0,005	0,004
IDF	**0,046**	**0,036**

On observe que la différence de coût de bruit entre Paris et la petite couronne est devenue moindre que la différence de densité, c'est-à-dire de personnes exposées, ce qui amène à considérer cette estimation comme très prudente, et probablement trop conservatrice.

Ce sont ces valeurs prudentes que nous retiendrons, et qui vont nous servir de base pour le calcul de la nuisance bruit issue des autres modes.

Pour les autres moyens de transport, nous retiendrons une valeur équivalente pour les deux-roues motorisés[88] .Nous retiendrons la valeur Stif pour les réseaux ferrés en banlieue.

Pour les bus, le *STIF* retient un total (44 millions) égal à 11,6 % du total voiture. Nous retenons cette proportion et l'appliquons à un total de 1,45 milliards pour les véhicules personnels, ce qui nous amène à un coût des bus de 168 millions.

En affectant à Paris la circulation des bus parisiens *RATP*, à la petite couronne les bus banlieue Ratp et à la grande couronne les bus *OPTILE*, on obtient respectivement 42, 101 et 126 millions de véhicules-km, avec des gravités relatives de 32,1, 13,7 et 1.

On obtient alors respectivement 76 millions pour Paris, 78 millions pour la petite couronne et 8 millions pour la grande couronne, soit 1,8 euros par km bus à Paris, 0,77 en petite couronne et 0,06 en grande couronne. Avec des ratios de voyageurs-km aux bus-km respectivement de 19,4, 16,4 et 11,5, on obtient des coûts pour 100 voyageurs-km de 9,7, 4,9 et 0,51 à Paris, en petite couronne et en grande couronne, voir la table suivante.

Ces résultats d'évaluation sont aussi significativement plus élevés que celles du *STIF*.

TABLE XI-20 : Coût du bruit de bus rapporté au voy.-km par zone en Île-de-France

	Trafic (million véh-km)	Taux d'occupation (voyageur/bus)	Coût du bruit €/véh-km	Coût du bruit €/voy-km
Paris	42	19,4	1,886	0,097
PC	101	16,4	0,805	0,049
GC	126	11,5	0,059	0,005
IDF	----	----	**0,624**	**0,043**

[88] Le Honda motorcycles facts and figures book fait apparaître des normes de bruit des deux-roues motorisés équivalentes à celles des voitures pour les cyclomoteurs et les scooters. Seules les motos de très grosses cylindrées s'en écartent. Mais il y a une différence entre les normes et les pratiques, avec en particulier les comportements de débridage des moteurs qui sont très répandus.

Dans la mégapole de Taipei

Selon le rapport de *Guao* (2007), le coût de bruit dans la mégapole de Taipei est estimé par la dépense de l'équipement par ménage afin de réduire le dommage de bruit. On peut évaluer ce coût en fonction des frais de mise en place des murs antibruit dans l'infrastructure routière et dans les habitations.

TABLE XI-21 : Le coût d'évitement des bruits à Taipei

Attribut / Région	Nombre de ménages	Superficie d'habitation (m2)	Frais d'équipement (nt)
Taipei City	1 747 579	47 601 627	76 154 448 270
Taipei Country	1 148 023	30 062 310	60 124 619 280

TABLE XI-22: Le coût unitaire du bruit dans la mégapole de Taipei

Mode	Trafic annuel	Coût de bruit total	Coût / véh-km	Coût / voy-km	Coût / dép.
Unité	(million véh.-km)	(million nt)	(nt/veh.-km)	(nt/voy.-km)	(nt/dép.)
Voiture	14583	625.3	0.043	**0.025**	0.461
Moto	12111	519.3	0.042	**0.040**	0.337
Taxi	969.6	41.6	0.043	**0.023**	0.104
Bus	316.7	67.9	0.214	**0.008**	0.065
Métro	3.5	0.444	0.129	**0.0003**	0.002

Source : Guao (2007) et Chang (2006)

Selon les résultats d'évaluation de coût du bruit par mode, nous pouvons constater que les modes véhicule motorisé ont un le coût rapporté au voyageur-km évidement plus élevé que le transport collectif. Cependant, cette évaluation n'est pas encore suffisante, parce que le coût du bruit dépend aussi de la densité de la population. Pour cela, nous pouvons redistribuer ce coût du bruit par zone en fonction de méthode liée à la densité de la population et la densité de trafic logarithmique, voir la formule suivante.

$$a \cdot \sum D_i \cdot \log_{10}(DT_i) = T \cdot V$$

Avec

D_i est la densité de la population pour la zone i

DT est la densité de trafic pour la zone i

T est le trafic regional total

a est un coefficient de bruit

V est le coût du bruit régional unitaire rapporté au véhicule-km

A la suite du processus d'évaluation, nous pouvons calculer le coût du bruit respectif par mode et par zone dans la mégapole de Taipei.

TABLE XI-23 : Coût du bruit rapporté au voyageur-km par zone à Taipei

Mode (nt/voy-km)	Taipei City	Taipei Country	**En Moyenne**
Voiture	0,074	0,005	**0,034**
Moto	0,104	0,005	**0,039**
Bus	0,018	0,001	**0,008**

11.3 L'effet de serre

Les choix d'investissement pour les infrastructures de transport doivent tenir compte de certains effets de long terme qui, bien qu'appréciés avec plus d'incertitudes que des effets plus immédiats, n'en demeurent pas moins réels. L'outil traditionnel d'aide à la décision qu'est le calcul économique met en œuvre un taux d'actualisation qui, reflétant par nature une préférence sociale pour le présent, a tendance à déprécier d'autant plus les gains et les pertes que ceux-ci seront obtenus dans un avenir lointain. Cette approche classique pose problème lorsque le calcul en vient à minorer des effets irréversibles mal appréciés par les agents économiques. Parmi ces effets, deux sont plus particulièrement préoccupants dans le secteur des transports. Le premier concerne l'évolution des ressources en pétrole, dont le transport est un gros consommateur ; le second est lié aux risques que font courir à la planète les émissions de gaz carbonique dans l'atmosphère, émissions dont le secteur est un des principaux contributeurs (*Boiteux*, 2001).

La présence de certains gaz[89], dont le principal est le dioxyde de carbone ou CO_2, dans l'atmosphère terrestre limite le rayonnement solaire réfléchi par la terre. De plus, le rapport *GRENIER* (2006) montre que la proportion des gaz à effet de serre émis par le transport occupe 26% des émissions totales de gaz à effet de serre en France en 2004 (l'industrie atteint 20%, le bâtiment atteint 19% etc.). De plus, ces émissions dues aux transports ont augmenté de 23% entre 1990 et 2004 selon les sources de l'*IFEN* (2003).

En France, le gaz carbonique (CO_2) compte pour 71% dans l'accroissement de l'effet de serre qui est mesuré selon l'indicateur du Pouvoir de Réchauffement Global-PRG (*PREDIT*, 1999). Toute combustion produit inévitablement du CO_2. Les plantes utilisent une partie du CO_2 émis, mais dans des proportions insuffisantes pour absorber l'ensemble du CO_2 provenant des combustibles fossiles (pétrole, gaz et charbon). Le trafic routier est responsable de 24% des émissions de CO_2 en France en 2004 contre 2% pour les autres modes de transport. Dans ce

[89] Les six gaz considérés dans le protocole de Kyoto sont : le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O), les hydrofluoro-carbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF_6).

total, 65% viennent des voitures particulières[90].

Selon le rapport publié par le ministère de l'environnement à Taiwan, on indique que la pollution de CO_2 émis par les automobiles et les motos occupe environ 15 % des émissions de dioxyde de carbone totales car 52% viennent de la production énergétique (les centrales thermiques) et 28 % viennent de l'industrie. Donc, l'évaluation économique de l'effet de serre à donné lieu à différentes démarches :

- Evaluation des dommages.
- Coût macro-économique des mesures (essentiellement taxation) jugées nécessaires pour les combattre.

11.3.1 Les résultats des principales études

A la suite de description des éléments principaux liée à l'effet de serre, nous pouvons d'abord présenter les 6 études corrélatives sur l'estimation du coût de l'effet de serre. Normalement, l'estimation de la valeur d'effet de serre semble être aussi variée à l'échelle régionale et nationale. Cependant, nous pouvons constater que le résultat d'évaluation de *Boiteux* et d'*INFRAS/IWW* est relativement proche. En effet, le coût de l'effet de serre est normalement identique, du fait que cet impact environnemental est global. Pour cela, la différence entre les valeurs attribuées dans la table suivante peut être expliquée par le taux d'occupation par mode et par zone.

TABLE XI-24 : Valeur liée à l'effet de serre à l'échelle régionale et nationale

(€/voyageur.km)	Niveau régional			Niveau national		
Étude	Boiteux	CERTU	UITP	INF./IWW[2]	IFEN [6]	IMPACT
Années	2001	2000	1999	2000	2007	2007
VP	0.018[1] 0.010	0.005	0.01- 0.05	0.0176	0.0074	0.0067 [3] (0.0019-0.012) 0.0052 [4] (0.0014-0.0093)
Moto	0.008 0.007	0.002	---	0.0117	0.0027	
Bus	0.008	---	0.01	0.0083	0.0097	
Rail	---	0.005 [7]	0.003	0.0059	---	0.00 [5]

[1] En couleur rouge, c'est la valeur en zone urbaine, et en couleur bleue, c'est en zone rurale.

[2] Le coût moyen de pollution atmosphérique en Europe (17 pays)

[3] Coût unitaire (Intervalle) de transport routier en essence en zone urbaine

[4] Coût unitaire (Intervalle) de transport routier en diesel en zone urbaine

[5] Train électrique. Si le train est diesel, le coût unitaire est 0.114/kilomètre-véhicule.

[6] Coût de l'effet de serre en kilomètre-véhicule

[7] Train diesel

[90] Selon le rapport *science-décision* (2006), on a aussi indiqué 30% pour les poids lourds, 3% pour le transport en commun et 2% pour les deux-roues.

11.3.2 Valeur estimée dans les mégapoles

Métropole d'Île-de-France

En matière de monétarisation, l'évaluation de référence retenue est celle proposée par le groupe sur l'actualisation du rapport *Boiteux* ; soit une valeur de 100 euros à la tonne de carbone pour la période qui va de 2000 à 2010 ou un équivalent de 6.6 centimes d'euros par litre d'essence et *7.3* centimes d'euro par litre de gazole. Ce prix[91] correspond à la valeur du carbone que l'on obtient dans l'hypothèse d'un recours progressif aux mécanismes de flexibilité à l'échelle internationale pour atteindre un objectif de concentration future qui évite les dommages principaux. En principale, la valeur de carbone projetée par le gouvernement vise à réaliser l'objectif lié à la réduction des émissions dans le protocole *Kyoto*.

Le rapport *Stern* (2006) arrive à des conclusions comparables. Un rapport récent (*Quinet*[92], 2008), propose, sur la base des engagements récents de l'Union Européenne qui vont bien au-delà de *Kyoto*, d'augmenter cette valeur de référence de 80% à horizon 2020 et de 200% horizon 2030.

Pour les émissions liées aux transports de personnes en Île-de-France, l'estimation globale est de *271* M€ en 2003 dont *256* M€ pour les voitures particulières et commerciales, *5* M€ pour les deux roues et *10* M€ pour les transports collectifs. Donc, selon le coût total estimé de l'effet de serre par le *STIF*, nous pouvons évaluer le coût unitaire de l'effet de serre par modes en Île-de-France :

- 0.69 centime € / véhicule × km pour les voitures particulières ;
- 0.39 centime € / véhicule × km pour les deux-roues ;
- 0.64 centime € / véhicule × km pour les taxis ;
- 0.19 centime € / voyageur × km pour les autobus.

Le coût de l'effet de serre par mode est peu variable selon les zones. Pour cela, nous référons aux valeurs moyennes attribuées par *STIF* pour les modes.

TABLE XI-25: Coût de l'effet de serre rapporté au voyageur-km en Île-de-France

Coût lié à l'effet de serre	Voiture	Moto	Bus
Coût rapporté au voy-km (€/voy-km)	0.0054	0.0039	0.0019

Source : STIF, 2005

De plus, nous négligeons, en France, les coûts d'effet de serre produits par le rail à trains électriques.

[91] Les tonnes de carbone produites dans le secteur des transports peuvent être exprimées en litre de carburant (indistinctement essence ou diesel pour une première approximation). En utilisant un coefficient de 0.83tC par Tep (tonne équivalent pétrole) soit encore 0.71kgC par litre de carburant, une taxe internalisant la valeur de 100€ la tonne de carbone s'élèverait à 46 centimes de francs par litre (*Boiteux*, 2001).

[92] A. Quinet, (2008), ¨La valeur tutélaire du carbone¨, Note de Veille, n^0 101, Centre d'Analyse Stratégique.

En métropole de Taipei

Il n'y a aucun de rapport de recherche concernant le coût d'effet de serre à Taipei métropole pour l'instant, bien que ce thème soit déjà discuté. Donc, nous utilisons ici la méthode d'évaluation proposé par *Boiteux* en France afin d'estimer approximativement le coût de l'effet de serre dans la mégapole de Taipei.

Pour la mégapole de Taipei, nous pouvons estimer la quantité moyenne de CO_2 à la façon de *Boiteux* afin d'évaluer le coût lié à l'effet de serre. De plus, la taxe de carbone citée est de 6.5 nt/kg selon le rapport du ministère de l'économieà Taiwan[93].

Quant au mode de transport par rail, l'émission de CO_2 occupe une très faible proportion (0.12%) par rapport aux autres véhicules motorisés, donc, nous négligeons temporairement ce coût lié à l'usage de transport du rail dans notre recherche.

TABLE XI-26 : Estimation du coût de l'effet de serre dans la mégapole de Taipei

Modes	Emission CO_2	Taux d'occupation	Emissions kg de carbone	Coût lié à l'effet de serre en NT
	$KgCO_2$ / km	Voyageur / véhicule	Kg carbone / voy-km	NT/ voy-km
	(1)	(2)	$(5) = {(1)}/{(2)} \cdot {1}/{3.66}$	$(5) \times a$ [1]
nt/Voyageur x km				
Automobile	0.210	1.72	0.043	0. 217
2-Roues motorisés	0.094	1.07	0.025	0.156
Bus	1.450	27.83	0.018	0.093

[1] **a** : c'est la taxe de carbone, ici la valeur est suggérée *6.5* NT/kg

11.4 La congestion

La congestion est la conséquence directe de l'excès de demande par rapport à l'offre de voirie. La littérature sur les coûts de congestion est extrêmement abondante, et des générations d'économistes se sont penchées sur l'étude des coûts marginaux de congestion.

La congestion occupe une place toute particulière dans l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructures de transport, et cela sous deux aspects. D'une part, l'étude de la congestion ne trouve tout son sens du point de vue économique que dans une démarche qui couvre à la fois l'optimisation des investissements, la tarification de l'infrastructure et le niveau de la qualité du service offert. D'autre part, la congestion doit être appréhendée comme un effet externe d'une catégorie d'usagers sur elle-même et d'autre part, la voirie publique étant le lieu de multiples usages qui ne se limitent pas à la seule circulation. Dès lors,

[93] Le coût de réduction acceptable par pouvoirs publics pour une tonne de CO_2 doit être 6 529 nt. Mais, cette valeur proposée à Taiwan est plus surestimé par rapport à la valeur de Boiteux. Selon la conversion de la valeur de Boiteux en monaire taiwanais, elle correspond à 4.5 nt/kg de carbone, soit 1.2 nt/kg CO_2.

l'évaluation socio-économique d'un projet doit clairement distinguer les effets de la congestion purement liés au transport, comme les gains ou les pertes de temps des véhicules, et les effets plus larges sur les autres fonctions de la voirie. De plus, la congestion a pour effet d'allonger les temps de parcours et de les rendre incertains, de surdimensionner le parc de matériel roulant et le personnel affecté, d'augmenter la consommation de carburant et les coûts d'entretien des véhicules, d'accroître la pollution, de détériorer le cadre de vie.

La dégradation des conditions de circulation est imputable à la voiture particulière. Elle génère un coût pour ceux qui l'occasionnent, les automobilistes, mais aussi pour les entreprises exploitantes du transport collectif et les usagers de ceux-ci.

Le présent chapitre est indissociable du précédent sur la valeur du temps dès lors que la majeure partie des coûts de congestion est mesurée par la valorisation des pertes de temps que cette congestion entraîne. Il s'agit donc moins, d'évaluer des coûts que d'éclaircir de nombreux points qui font problème quand on s'attaque au calcul économique de ces phénomènes de congestion.

11.4.1 Théorie de l'évaluation du coût de congestion

En général, la réduction de la vitesse de déplacement à cause de la congestion peut être représentée par l'équation suivante (combinant par le flux et la vitesse).

$$v_q = \bar{v} - bq \tag{24}$$

Où, $\bar{v}$ est la vitesse moyenne avec non congestionnée (km/h ; q est le volume de trafic (véhicule) ; v_q est la vitesse moyenne lorsque que le volume est de q (km/h) ; b est constante.

Quand une nouvelle automobile est ajouté dans la volume de trafic (nommé $q+1$), on peut écrire que le coût annuel de congestion (G) est représenté comme la formule suivante selon la valeur du temps supplémentaire pour les le mode de transport i :

$$G_i = \left\{ \bar{d} \times \left(\frac{1}{v_{q+1}} - \frac{1}{v_q} \right) \times C_T \times n \times m \right\}_i \tag{25}$$

Où, $\bar{d}_i$ est la distance moyenne parcourue par le véhicule i (km) ; C_{T_i} est la valeur du temps pour le véhicule i (argent/h) ; n_i est le nombre de jour d'usage du véhicule i par an ; m_i est le nombre total du véhicule i par jour.

Les gains de décongestion sont très importants et valorisés par le temps gagné par l'ensemble des usagers rapportés au véhicule x kilomètre retiré d'un itinéraire encombré.

11.4.2 Les résultats des principales études

Quant aux études sur l'évaluation du coût de la congestion, nous présentons les cinq résultats d'évaluation de la congestion à l'échelle régionale et nationale. En effet, le résultat du coût de la congestion à l'échelle régionale est évidement plus élevé que celui à l'échelle nationale tant pour les véhicules motorisés que pour le transport collectif routier.

De plus, à la suite de la description sur l'évaluation du coût de la congestion, nous pouvons reconnaître le coût de la congestion qui est principalement composé par le temps perdu dans la route et la valeur du temps selon les modes[94]. C'est la raison pour laquelle ce coût externe ne peut pas être cumulé dans le modèle du coût total de déplacement afin d'éviter un double compte, parce que le coût potentiel du temps perdu des modes est déjà compris dans l'évaluation de coût du temps (temps moyen de déplacement consiste en le temps perdu).

TABLE XI-27: Valeur de congestion à l'échelle régionale et nationale

(€/voyageur.km)	Niveau régional			Niveau national	
Étude	STIF	UITP	ITS [4]	UNITE	VTPI [7]
Années	2003	1999	2001	2002	1996
Voiture	0.187 [1] 0.160 [2] 0.080 [3]	0.01 - 0.07	0.84–2.93 [6] 0.31–1.48 0.49–0.62	0.39 – 0.11	0.170 (U) [8] 0.00 (R)
Moto [11]	0.062 - 0.053 - 0.00	---		0.34 – 0.11	0.170 (U) 0.00 (R)
Bus	0.094 [9] 0.051 [10]	< 0.001		0.48 – 0.14	0.340 (U) 0.00 (R)
Rail	---	0.00	---	---	---

[1] La valeur estimée pour la zone centrale (Paris)

[2] La valeur estimée pour la zone de petite couronne

[3] La valeur estimée pour la zone de grande couronne

[4] La valeur estimée de congestion en €/kilomètre-véhicule dans la ville de Londres

[6] La valeur marquée en couleur rouge est le coût dans la zone centrale; en couleur noir est la zone de proche banlieue et la valeur pour la zone rurale est marquée en couleur bleue.

[7] La valeur de congestion estimée aux Etats-Unis en 1996 en dollars/mile-véhicule.

[8] U : urbain ; R : rural.

[9] La valeur estimée pour la zone dense (Paris et Petite couronne)

[10] La valeur estimée pour la zone de banlieue (Grande couronne)

[11] Un tiers de la valeur d'automobile pour Paris et PC. Quant à la valeur pour la zone de grande couronne, elle est nulle dans cette zone.

11.4.3 Valeur estimée dans les mégapoles

En Île-de-France

On dispose de différentes estimations pour le coût de la congestion en Île-de-France. Le *STIF* propose une estimation indicative pour les pertes de temps des automobilistes : 1100 millions

[94] Le coût de la congestion peut également comprendre un surcoût pour les entreprises et particulièrement celles exploitant des réseaux transport en commun. Ce surcoût d'exploitation se trouve déjà inclus dans les dépenses de fonctionnement des TC correspondant aux moyens qui seraient économisés si la vitesse objectif était atteinte (*STIF*, 2005)

d'heures sur l'année, calculées comme différence entre les temps porte à porte observés dans l'EGT 2001 et une vitesse de référence de 40 km/ h. Le coût de congestion pour les usagers du bus est apprécié par différence entre la réalité et une situation de référence fluide (16 km/ heure à Paris et 20 km/h en grande couronne) et estime à 33 millions d'heures les temps perdus par ces usagers et en déduit pour eux un coût de congestion de 335 millions d'euros, auquel on ajoute 100 millions d'euros pour les usagers bus de grande couronne.

Remy Prudhomme[95] a fait quant à lui une estimation économique très précise du coût de la congestion sur le boulevard périphérique. Il arrive, sur la base d'une valeur du temps de 80F de l'heure (l'étude a été publiée au vingtième siècle) à 0,6 milliards de francs. Comme le périphérique représente 36 % des embouteillages franciliens, il infère une valeur de 1,7 milliards de francs pour l'Île-de-France, soit 21,3 millions d'heures perdues. La différence est très importante, et s'explique pour partie par le fait qu'implicitement seules les congestions sur le réseau national (routes nationales et autoroutes) sont prises en compte. *Olivier Tison*[96] propose une autre approche. Il construit une typologie de déplacements fondée sur les types de liaison (centre-centre, centre banlieue, etc.) et leur longueur. Dans chaque type, il évalue les vitesses de déplacements de porte à porte la nuit, en prépointe du matin, en pointe du matin, en heures creuses, et en pointe du soir, et prend les heures creuses comme situation de référence. Sur chaque segment de la typologie, il calcule les pertes de temps comme celles qui résultent d'une circulation à une vitesse inférieure aux heures creuses. Il obtient un résultat en % de temps additionnel par liaison. Pour disposer de pertes absolues, nous calculons les temps passés par liaison à partir des données de l'EGT 2001.

TABLE XI-28 : Proportion de la diminution des temps de parcours automobile, entre la pointe et les heures creuses en Île-de-France

	Centre - Centre	Banlieue - Banlieue	Périphérie - périphérie	Centre - Périphérie	Banlieue - Périphérie	Centre - Banlieue	Ensemble
% Pertes de temps	8 %	5,5 %	3,8 %	6,3	9 %	15 %	----
Distances (Millions de km/jour) VP conducteur	1,8	6,9	7,4	11,7	18,9	33,8	80.5
Vitesses (Km/h)	7,4	12,8	24,7	11,5	23,2	19,8	18.1
Durées (Milliers d'heures/jour)	243	539	300	1020	815	1710	4627
Pertes de temps (milliers d'heure/jour)	19,5	29,6	11,4	64,3	73,4	256,5	454,7

On obtient une perte de 455 000 heures par jour pour les conducteurs, soit 591000 pour l'ensemble conducteur et passager, ce qui représente 9,84 % du temps passé en voiture. On obtient alors 136 millions d'heures perdues sur la base de jours ouvrables par semaine et de 46 semaines de trafic hors période de vacances. Par construction, cette estimation est supérieure à celle de *Remy Prud'homme* puisqu'elle inclut le trafic sur toutes les voies. Elle est 8 fois inférieure à celle du *STIF*, mais conduit toutefois à un coût global de congestion de

[95] R Prud'homme, 1999, ¨La congestion et ses coûts¨, Annales des Ponts et Chaussées

[96] O tison, 1997, ¨Une évaluation globale de la congestion à partir de l'enquête transports¨, RTS n° 57

l'ordre de 1,4 milliards d'euros.

En nous servant des grilles de passage des distances parcourues par type de liaison aux circulations sur les territoires, voir la table ci-dessous, et en les appliquant aux temps perdus, on obtient les estimations suivantes par territoire.

TABLE XI-29 : Proportion de la distribution des déplacements par territoire en Île-de-France

	% Dist dans Paris	% Dist dans PC	% Dist dans GC
Paris-Paris	100%		
Paris-PC	54,15%	45,85%	
Paris-GC	15,05%	41,98%	42,97%
PC-PC		100%	
PC-GC		35,44%	64,56%
GC-GC			100%

TABLE XI-30 : Temps perdu par territoire et temps perdu par km sur le territoire pour les parcours automobile en Île-de-France

	Paris	Petite couronne	Grande couronne	Ensemble
Km en voiture (conducteur) milliers véh.-km par jour	21,86	34,01	24,63	80,50
Km en voiture (passager + conducteur) milliers voy.-km par jour	27,98	43,53	31,53	103,04
Durée (milliers d'heure/jour)	1320,7	2037,6	1262,7	4621,0
Pertes de temps (milliers d'heures par jour)	168,07	200,22	86,42	454,7
Proportion des pertes du temps (%)	12,73%	9,83%	6,84%	9,84%
Temps perdu par km (heures)	0,006	0,005	0,003	0,004
Coût de congestion par voy.-km (€/voy.-km)	**0,061**	**0,046**	**0,028**	**0,044**

Les automobilistes perdent du temps, mais en font perdre aussi aux usagers des bus. D'après le *STIF*, on compte 0,8 milliards de voyageurs km dans les bus de paris, 1,7 dans les bus *RATP* de banlieue, et 1,5 dans les bus d'*OPILE*. En supposant des vitesses respectives de 14, 17 et 20 km/ heures, on aurait alors 58 millions d'heures passées dans les bus parisiens, 97 millions dans les bus de banlieue *RATP* et 70 dans les bus *OPTILE*.

Si l'on suppose que les usagers perdent du temps dans les mêmes proportions que les automobilistes[97] (12.73 % à Paris, 9.83% en PC et 6.84% en GC, alors les pertes de temps seraient de 22.23 millions d'heures par an pour les parcours bus en Île-de-France), à comparer

[97] La proportion des pertes de temps par territoire est le temps perdu divisé par la durée de parcours totale (les distances totales de *VP* conducteur divisée par la vitesse respective) dans chaque territoire, voir l'annexe K.

avec les 33 millions d'heures annuelles retenues par le *STIF* pour les bus *RATP*. Donc, le résultat d'évaluation des pertes de temps totales pour les parcours bus dans notre recherche est 1.5 fois plus faible que celui attribué par le *STIF*.

Dans cette logique, nous pouvons évaluer le coût de congestion est 0.084 €/voy.-km à Paris, 0.053 €/voy.-km à PC et 0.031 €/voy.-km à GC. La moyenne du coût de congestion en Île-de-France est 0.053 €/voy.-km.

TABLE XI-31 : Temps perdu par territoire et temps perdu par km sur le territoire pour les parcours bus en Île-de-France

	Paris	PC	GC	Ensemble
Trafic total annuel (millions voy.-km)	815,9	1653,4	1408	3877,3
Vitesse (km/h)	14	17	20	17,2
Durée (millions d'heure/an)	58,28	97,26	70,40	225,9
Proportion du temps perdu	12,73%	9,83%	6,84%	9,84%
Pertes de temps (millions d'heure/an)	7,42	9,56	4,82	22,23
Temps perdu par km (heures)	0,009	0,006	0,003	0,0057
Coût de congestion par voy.-km (€/voy.-km)	**0,084**	**0,053**	**0,031**	**0,053**

Dans la mégapole de Taipei

Pour évaluer le coût de congestion dans la mégapole de Taipei, nous pouvons utiliser l'écart entre la vitesse normale et la vitesse congestionnée afin d'estimer le temps perdu des modes selon le rapport de *ATCI*, 2001.

Conformément à l'algorithme du coût de congestion, on peut obtenir le coût de la congestion des modes en fonction de l'écart temporel (entre la vitesse commerciale et la vitesse congestionnée) multiplié par la valeur du temps des modes. Ensuite, on peut estimer le coût de la congestion rapporté au voyageur-km à la suite du coût de la congestion des modes pour un déplacement et le taux d'occupation des modes.

En principe, cette méthode d'évaluation est plutôt générale, du fait que le niveau de congestion est toujours différent dans les zones urbaines, par exemple, la vitesse commerciale et la vitesse congestionnée dans le centre et dans la banlieue sont différentes. C'est-à-dire, le coût de la congestion est normalement différent. A cause des données disponibles et compliquées, on ne présente qu'une situation générale pour le coût de la congestion à Taipei afin de comparer au sens large l'importance entre les coûts externes. Par ailleurs, ce coût ne compte pas dans notre modèle du coût total de déplacement, parce que ce coût est compté dans le coût du temps de déplacement.

Quant aux modes véhicules motorisés, le coût de congestion unitaire rapporté au passager-kilomètre est toujours plus élevé que celui de bus, notamment le coût de congestion d'automobile est le plus élevé que les autres deux modes de véhicule motorisé.

De plus, pour estimer le coût de congestion du taxi à Taipei, nous supposons qu'il a la même vitesse commerciale et vitesse congestionnée que le mode automobile, du fait qu'il n'y a pas de voies réservées pour les taxis à Taipei. De plus, nous pouvons constater que le coût du congestion de taxi rapporté au passager-kilomètre est plus faible que celui de l'automobile,

grâce au taux d'occupation du taxi.

TABLE XI-32: Coût de congestion des modes dans la mégapole de Taipei

Attribut / Mode	Distance moyenne	Vitesse de moyenne	Vitesse congestionnée	Taux d'occupation	Temps perdu	VdT
	(km)	(kph)	(kph)	(pers./véh.)	(heure)	(nt/heure)
Voiture	18.5	41.9	25.3	1.72	0.290	67.8
Moto	8.4	39.1	30.2	1.07	0.063	69.6
Taxi	4.54	41.9	25.3	1.87	0.071	67.8
Bus	7.9	29.0	19.8	25.88	0.12	56.4

Source : ATCI (2001), Guao (2007) et Chang (2006)

TABLE XI-33: Le coût unitaire de congestion dans la mégapole de Taipei

Coût / Mode	Coût total de congestion [1]	Coût unitaire	Coût unitaire
	(million nt/an)	(nt/véhicule.km)	(nt/voyageur km)
Voiture	15507	1.06	0.62
Moto	13369	0.52	0.49
Taxi	1243	1.06	0.57
Bus	232385	0.90	0.04

[1] le déplacement total à l'heure de pointe occupe 51.45% du déplacement total journalier

Source : ATCI (2001), Guao (2007) et Chang (2006)

Note :
Après avoir décrit l'évaluation de la congestion, nous pouvons clairement constater que ce coût est théoriquement estimé par le temps perdu en circulation routière multiplié la valeur du temps. Autrement dit, si on estime le coût du temps en fonction de la vitesse moyenne, cette vitesse moyenne comprend aussi potentiellement le coût de la congestion. C'est la raison pour laquelle nous disons dans le chapitre 8 qu'il n'y a pas besoin de compter ce coût dans le coût total de déplacement afin d'éviter les doubles comptes dans notre recherche.

11.5 Les accidents

Les accidents, consécutifs aux déplacements de personnes et principalement ceux liés à la circulation automobile, figurent également au titre des externalités négatives engendrées par le transport de voyageurs. Il convient donc d'apprécier financièrement les dommages corporels liés à ces accidents.

L'évaluation de l'ensemble de ces coûts s'impose à plusieurs titres, ne serait ce que pour établir l'étendue des conséquences monétaires des accidents, et apprécier leur poids relativement à d'autres coûts auxquels la société doit faire face. Il s'agit de disposer d'une

valeur susceptible d'être utilisée dans le secteur des transports pour évaluer de façon cohérente diverses options d'investissement présentant des impacts différents sur la sécurité, et faire en sorte que l'utilisation des ressources disponibles soit la plus efficace possible. Il s'agit moins à cette fin de déterminer la valeur en soi de la vie humaine, tâche bien délicate, que de fixer un montant tutélaire que la collectivité acceptera implicitement ou explicitement de prendre en compte pour une vie sauvée, ou fauchée, dans le secteur des transports.

11.5.1 Revue de la littérature

La littérature sur le coût social des accidents est extrêmement abondante, et les comparaisons internationales très fréquentes. Il y a deux points de vue qui sont particulièrement à noter :

- La réalité du dommage ne fait ici pas de doute, en revanche sa valorisation par le biais de la valeur de la vie humaine dépend fortement de la valeur qu'on adopte pour celle-ci.
- Les valeurs adoptées par les administrations routières sont très différentes d'un pays à l'autre. Elles sont en général inférieures à celles adoptées par les autres systèmes de transport et par l'industrie.

Par ailleurs, nous pouvons aussi observer les valeurs des accidents annoncées par les recherches antérieures, voir la table suivante. En effet, le coût des accidents lié à l'usage de moto est toujours le plus élevé dans ces cinq études. De plus, la valeur des accidents pour le mode véhicule motorisé est toujours plus élevée que pour le mode transport collectif.

TABLE XI-34: Coût de l'insécurité par voy-km à l'échelle régionale et nationale

(€/voyageur.km)	Niveau régional		Niveau national		
Étude	CERTU	UITP	INFRAS/IWW	UNITE [1]	VTPI [2]
Années	2000	1999	2000	1998	1996
Voiture	0.016	0.005 - 0.025	0.0309	0.021	0.035
Moto	0.079	---	0.1886	0.617	0.077
Bus	0.005	< 0.001	0.0024	0.0006	0.200
Rail	---	< 0.001	0.0007	0.023	---

[1] La valeur des accidents en Grande-Bretagne comprend la valeur externe et la valeur du risque.

[2] La valeur externe des accidents aux Etats-Unis en 1996 par $ dollars/mile-véhicule

11.5.2 Valeur estimée dans les mégapoles

En Île-de-France

En 2004, il a été enregistré en Île-de-France *20 201* accidents de la route qui ont provoqué *24 757* victimes (tués, blessés graves, blessés légers), soit une diminution par rapport à 1995 de *27.4*% du nombre d'accidents et de *32.3*% du nombre des victimes.

De plus, les transports en commun ferrés *SNCF* et *RATP* ont enregistré *24* victimes atteintes de blessures graves dont *21* sont décédées en 2003.

TABLE XI-35: Les accidents de la circulation en Île-de-France

Zone / Nombre	Paris	Petite couronne	Grande couronne	Total	Coût d'insécurité brut (millions €)
Accidents	7 199	7 133	5 869	20 201	----
Victimes	8 329	8 466	7 962	24 757	1340,7
Tués	50	99	299	448	492,8
Blessés graves	542	420	983	1 945	311,2
Blessés légers	7737	7947	6680	22 364	536,7

Source: Sécurité routière, 2004 [98] *et Boiteux pour les coûts*

Nous utilisons les valeurs recommandés par *Boiteux* pour évaluer en euros les nombres de tués, blessés graves et blessés légers. Le coût d'insécurité brut est obtenu en appliquant les valeurs standard de coût (*1,1* million d'euros par tué, *0,16* millions d'euros par blessé grave, *0,024* millions pour les blessés légers).

De plus, le bilan annuel 2004 de l'observatoire régional de la sécurité routière donne le nombre des accidents par type d'usagers en Île-de-France.

TABLE XI-36: Les accidents de la circulation par mode en Île-de-France

Mode	Tués	Blessés graves	Blessés légers	Coût d'insécurité brut (millions €)
Piéton	77	471	4189	260,6
Cyclistes	12	73	971	48,2
2-roues motorisées	141	788	7836	469,2
Voitures	208	574	8591	526,8
Autre (PL etc.)	10	39	777	35,9
Ensemble	448	1945	22364	1340,7

Source : Sécurité routière, 2004

Selon la table ci-dessus relative aux accidents par type d'usagers, nous ignorons d'abord les coûts *PL* et *VUL*. De plus, nous affectons les coûts d'insécurité «piétons et cyclistes» aux modes au prorata de leurs trafics régionaux (19 % *VUL* et *PL*, 78 % Voiture, 2 % deux roues motorisés). Ensuite, nous ignorons aussi à nouveau les coûts piétons et cyclistes issus des *VUL* et *PL*. Le reste donne les coûts globaux liés aux accidents pour le mode *VP* et *2RM* dans la région (1246,2 millions d'€ dont 478,5 millions d'€ pour la moto et le reste de 767,7 millions d'€ pour la voiture).

Après avoir évalué le coût d'insécurité brut lié à l'usage de la voiture et de la moto, nous pouvons déduire de ce coût d'insécurité brut pour les voitures et les 2-roues motorisés la moitié des coûts d'assurance des voitures et des 2-roues motorisés (l'autre moitié concerne les dommages matériels). Selon le *STIF* (2005), les dépenses d'assurance liées à l'usage des

[98] ¨Sécurité Routière¨, Note de conjoncture N^0 38, Edité par l'Observatoire Régional de Sécurité Routière en Île-de-France

voitures s'élève à *3050* millions en 2003 (*620* € par véhicule par an) et les frais d'assurance liées à l'usage de 2-Roues motorisés représentent de *180* millions d'€ en 2003 (*450* € par moto par an). De plus, nous devons considérer le coefficient ¨0.7¨ pour la circulation *VP* en région d'Île-de-France et à la fois déduire le taux de taxe dans la dépense d'assurance.

Conformément à l'estimation du coût d'insécurité brut liée à l'usage de la voiture et des deux roues motorisées et des dépenses d'assurance pour la voiture et la moto, nous pouvons d'abord constater que le coût d'insécurité net pour la voiture est nul[99], du fait que la dépense d'assurance peut couvrir tous les coûts d'insécurité. Quant au coût d'insécurité net lié à l'usage de deux-roues motorisés, il est *388,5* millions d'€ (*478,5* millions d'€ moins *90* millions d'€) dont il y a *94,8* millions d'€ du coût d'insécurité net pour la zone de Paris, *106,3* millions d'€ pour *PC* et *187,3* millions d'€ pour *GC*. Rapporté au trafic de moto par zone (*296,2* millions véh.-km à Paris, *698,0* millions véh.-km en *PC* et *635,7* millions véh.-km en *GC*), le coût d'insécurité net pour la moto par zone est *0,32* €/véh.-km à Paris, *0,152* €/véh.-km en *PC* et *0,295* €/véh.-km en *GC*).

Quant au coût unitaire des accidents en *TC*, le coût des accidents est 81 millions d'€ en 2003 en fonction de la base des données *STIF*. Pour cela, nous pouvons estimer que le coût des accidents en *TC* est *0.0035*€/voyageur-km rapporté au trafic total en *TC 24,3* milliards voyageur-km.

Dans la mégapole de Taipei

Selon les données de la mairie de Taipei et les polices municipales de Taipei, nous pouvons obtenir le nombre d'accidents causé par le transport, comme la table suivante, dont le nombre de victimes pour le mode moto est le plus nombreux.

De plus, dans ces données des accidents sont aussi compris les accidents de piétons, si les accidents de piétons sont touchés par les modes.

Quant à l'accident lié à l'usage de vélo, il est encore petit à Taipei, (le nombre de victimes à Taipei city est 183 dont zéro mort). Pour cela, nous négligeons temporellement ce coût des accidents de vélo dans notre recherche.

A la suite des ces données des accidents, nous pouvons d'abord indiquer les points de vue :

- Le nombre des morts pour l'usage de la voiture est plus élevé que celui pour l'usage de moto, tant à Taipei city que à Taipei country, du fait que le nombre partiel des morts pour l'usage de voiture est lié aux morts de piétons.
- Excepté le mode moto, le nombre d'accidents est toujours moins élevé que le nombre de victimes à Taipei. C'est-à-dire, il y a des accidents déclarés qui n'ont aucune victime pour les modes voiture, taxi et bus. En revanche, les accidents déclarés pour la moto produisent en moyenne 1.4 victime par accident.
- De plus, le nombre des morts liées à l'usage du véhicule motorisé (moto et voiture) à Taipei country est plus élevé que celui à Taipei city, à cause de la vitesse plus élevée en banlieue.

[99] La moitié de dépense d'assurance HT (3050/1.3*0.5) multipliée par le coefficient (0.7) de circulation en région est 821 millions d'euros. Cette valeur peut couvrir tous les coûts d'accidents *VP* (767.7 millions d'euros).

TABLE XI-37: la situation des accidents dans la mégapole de Taipei en 2003

Attribut / Mode	Accident	Taipei City		Taipei Country	
		Morts	Blessés	Morts	Blessés
Voiture	19 563	38	7132	74	6436
Moto	10 459	24	8250	53	7087
Taxi	3 748	7	1838	3	908
Bus	752	8	307	6	221

Source: Taipei city government, Taipei Country government et Taipei City Police Department, 2004

Quant à la valeur de la vie humaine, nous pouvons nous référer à l'étude de Chang (2006) qui utilise la façon d'évaluation ¨Capital humain¨ proposée par *Landfield and Seskin* (1992) au regard de la valeur potentielle d'une vie humaine. Pour cela, la valeur proposée liée à la mort à Taiwan est *14.2* millions. De plus, la valeur des blessés estimée par mode dépend de frais médicaux comme la table suivante, après l'enquête téléphonique fait par *Chen* (2002) :

TABLE XI-38: Frais médicaux selon les modes dans la mégapole de Taipei

Attribut / Mode	Nombre d'échantillon des blessés	Frais de soins total (nt)	Frais moyen (nt)
Moto	1747	102 210 000	58 500
Voiture	282	18 840 000	66 800
Bus	36	1 410 000	39 200

Source : Chen (2002)

Selon les valeurs estimées du tué et du blessé au-dessus, nous pouvons calculer le coût unitaire des accidents rapporté au voyageur-km pour la zone de Taipei city et de Taipei country, dans la table suivante :

TABLE XI-39: le coût des accidents dans la mégapole de Taipei

Mode	Zone	Distance annuelle totale	Coût d'accident	Coût / véh-km	**Coût / voy-km**
	Unité	(million véh-km)	(million nt)	(nt/véh-km)	(nt/voy-km)
Voiture	City	6159	1016.1	0.165	**0.096**
	Country	8424	1480.7	0.175	**0.101**
	Moyenne	14583	2497	0.172	**0.099**
Moto	City	4204	823.4	0.196	**0.183**
	Country	7907	1167.2	0.148	**0.138**
	Moyenne	12111	1991	0.164	**0.154**
Bus		316.7	211.8	0.669	**0.026**

Source : Estimation faite après d'étude de Guao (2007) et Chang (2006)

Selon le résultat d'évaluation du coût des accidents, nous pouvons observer que le transport collectif (bus) est un mode plus sûr par rapport aux autres modes véhicules motorisés. Quant au mode moto, le coût des accidents rapporté au voyageur-kilomètre est en revanche un peu plus élevé que les autres modes. Cependant, le coût des accidents rapporté au voy-km en moto n'est que *1.5* fois plus élevée que celui en voiture par rapport à 8 fois en Île-de-France. Pour cela, il y a peut-être les raisons :

- le renforcement des règles de trafic pour l'usage de la moto ;
- la vitesse relativement plus faible que celle de la voiture dans la zone urbaine;
- l'éducation à la sécurité routière à l'école, notamment pour les élèves au-delà de 18 ans.

Note :

Selon les données statistiques annuelles à Taipei, nous pouvons constater que le nombre des accidents et des morts pour l'usage de moto est plus faible que celui pour l'usage de voiture excepté le nombre de blessés de la moto. Cette observation peut nous donner une perspective que l'usage de la moto à Taipei semble être moins risqué. De plus, ce résultat peut-être nous donne une démonstration positive après la mise en service des politiques de moto à Taipei.

TABLE : Comparaison des accidents par km pour l'usage de voiture et de moto à Taipei

Mode		Accidents	Morts	Blessés
Voiture	Km (milliards)	14.6	14.6	14.6
	Insécurité	19 563	112	13 568
	Insécurité/km	**1340**	**7.7**	**929**
Moto	Km (milliards)	12.1	12.1	12.1
	Insécurité	10 459	77	15 337
	Insécurité/km	**864**	**6.4**	**1267.5**

11.6 Bilan

Nous pouvons d'abord combiner tes les données évaluées des coûts externes pour les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei dans les tables XI-34 et 35. Pour les modes non-motorisés (marche et vélo), nous supposons ici que le coût externe est nul du fait qu'il est très mineur par rapport aux autres modes.

Conformément aux tableaux ci-dessous, nous pouvons observer que le coût externe du véhicule motorisé est normalement plus haut que le transport collectif et le coût externe en zone urbaine est plus haut que dans la zone de banlieue. De plus, la distance de déplacement en véhicule motorisé en zone de banlieue est toujours plus longue qu'en zone centrale. Donc, le développement efficace du transport collectif, surtout le réseau ferroviaire, est théoriquement la meilleure façon pour réduire l'impact environnemental bien qu'il y ait d'autres problèmes, et notamment la question du financement.

De plus, le coût de la congestion est le plus important coût par rapport aux autres coûts

externes en Île-de-France[100], de plus, le coût de la congestion joue également le premier rôle dans la mégapole de Taipei. C'est-à-dire, la réduction du coût de congestion est un facteur plus important dans les mégapoles d'étude afin de baisser le coût total social, notamment le coût de congestion causé par les véhicules motorisés. Mais, ce coût externe ne peut pas être montré dans les tables de coût externe, du fait qu'il est déjà pris en compte dans la partie de coût du temps. Par ailleurs, l'importance des coûts externes est toujours différente dans les mégapoles, excepté le coût de congestion.

De plus, nous retiendrons ces résultats d'évaluation dans la synthèse du coût total de déplacement suivante.

TABLE XI-40: le coût externe rapporté au voyageur-km par zone et par mode en Île-de-France

Coût externe (€/voy-km)	**Zone**	**Moto**	**Voiture**	**Bus**	**Rail**
Pollution	Paris	0,111	0,111	0,067	0,00
	PC	0,046	0,046	0,028	0,00
	GC	0,007	0,007	0,002	0,00
	Moyenne	0.029	0.029	0.027	0.00
Effet de serre	Paris	0,004	0,005	0,002	0,000
	PC				
	GC				
Bruit	Paris	0,119	0,119	0,097	0,004
	PC	0,051	0,051	0,049	0,004
	GC	0,004	0,004	0,005	0,004
	Moyenne	0.036	0.036	0.043	0.004
Accident	Paris	0,320	0,00	0,004	0,003
	PC	0,152	0,00	0,004	0,003
	GC	0,295	0,00	0,004	0,003
	Moyenne	0,239	0,00	0,004	0,003
Ensemble	Paris	0,554	0,235	0,17	0,007
	PC	0,253	0,102	0,083	0,007
	GC	0,31	0,016	0,013	0,007
Moyenne en IDF		**0,308**	**0,070**	**0,076**	**0,007**

* On constate que l'évaluation du coût externe est hors prise en compte de la congestion.

[100] En Ile-de-France, le coût de congestion pour la voiture est 0.061 €/voy.-km à Paris ; 0.046 €/voy.-km en PC et 0.028 €/voy.-km en GC (la moyenne est 0.044 €/voy.-km), pour le bus est 0.084 €/voy.-km à Paris ; 0.053 €/voy.-km en PC et 0.031 €/voy.-km en GC (la moyenne est 0.053 €/voy.-km).

TABLE XI-41: le coût externe selon les modes et les zones dans la mégapole de Taipei

Coût externe (nt/voy-km)	Zone	**Moto**	**Voiture**	**Bus**	**Rail**
Pollution	Taipei City	0,091	0,067	0,010	0,00
	Taipei Country	0,017	0,013	0,002	0,00
	Moyenne	0,042	0,035	0,005	0,00
Effet de serre	Taipei City	0,156	0,217	0,093	0,00
	Taipei Country				
Bruit	Taipei City	0,104	0,074	0,018	0,0003
	Taipei Country	0,005	0,005	0,001	0,0003
	Moyenne	0,039	0,034	0,008	0,0003
Accidents	Taipei City	0,183	0,096	0,026	0,00
	Taipei Country	0,138	0,101	0,026	0,00
	Moyenne	0,154	0,099	0,026	0,00
Ensemble	Taipei City	0,534	0,454	0,147	0,0003
	Taipei Country	0,316	0,336	0,122	0,0003
Moyenne pour mégapole de Taipei		**0,391**	**0,385**	**0,132**	**0,0003**

* On constate que l'évaluation du coût externe est hors prise en compte de la congestion.

CHAPITRE 12: Synthèse des coûts de déplacement

A la suite de la description sur l'évaluation des coûts de déplacement liée aux modes dans la ville, nous avons observé que ces résultats d'évaluations peuvent nous donner les indications intéressantes afin d'une part d'expliquer les phénomènes actuels de la mobilité urbaine dans la mégapole et d'autre part tracer des chemins pour le développement plus durable du transport urbain.

Pour cela, nous visons à faire une synthèse des coûts de déplacement par mode liée à la dépense privée (usagers ou bien employeurs), la dépense des pouvoirs publics et aussi au coût externe. Selon ces résultats d'évaluation des coûts de déplacement, nous pouvons comparer les points forts et les points faibles entre les différents modes, et à la fois constater le bilan des pouvoirs publics relatifs aux recettes publiques et aux dépenses publiques.

Selon cette évaluation des coûts de déplacement dans les mégapoles différentes, nous avons également défini les deux approches d'évaluation: l'approche comptable (approche récurrente) pour refléter les flux monétaires actuels des transports et l'approche économique (approche développement) pour envisager les coûts potentiels de développement des transports. L'approche comptable est plus adaptée lorsque la circulation n'augmente plus dans la ville. Quant à l'approche économique, elle est plus adaptée lorsque le transport urbain est en train de développer, du fait qu'il est capable d'évaluer le coût de développement de transport lié à l'amortissement des équipements et au prix du foncier.

Après avoir évalué les coûts de déplacement dans la mégapole, l'objectif de ce chapitre est double : en premier lieu, indiquer les résultats d'estimation des coûts liés aux deux approches d'évaluation et en deuxième lieu, préciser le rapport entre le développement du transport *VP* et *TC* et les résultats d'évaluation.

Par ailleurs, en expliquant les approches relatives à l'évaluation des coûts de déplacement dans la ville, nous visons à présenter les quatre points principaux liés aux deux approches dans le cas d'étude en Île-de-France.: les flux monétaires et les flux monétaires globaux (voir la chapitre 12.1), l'approche économique (voir le chapitre 12.2) et l'approche comptable désagrégée (voir le chapitre 12.3).

12.1 Synthèse des coûts de déplacements

Après avoir évalué les coûts de déplacement dans la deuxième partie, nous rassemblons les résultats d'évaluation de ces coûts de déplacement relatif aux

dépenses des individus, des pouvoirs publics et aux coûts externes rapportés au véhicules-km et au voyageurs-km pour l'usage de véhicule motorisé (moto et voiture) et à l'usage de transport collectif (bus et le transport ferroviaire) dans les tables suivantes pour les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei.

En Île-de-France, la synthèse des coûts de déplacement est représentée par le résultat d'évaluation lié aux flux monétaires de l'usage de véhicule particulier et de transport collectif pour les individus et les collectivités, parce que l'approche comptable (approche récurrente) peut refléter les dépenses actuelles par activité et par mode.

Quant à la mégapole de Taipei, la synthèse des coûts de déplacement est constituée par le résultat d'évaluation lié à l'approche économique, parce que le développement de transport à Taipei augmente toujours.

Ensuite, nous visons à comparer le coût privé (coût d'usage et coût du temps) de déplacement en *VP*, en moto et en *TC* lié à l'aspect des individus, le bilan des pouvoirs publics pour les déplacements en *VP*, en moto et en *TC* lié à l'aspect des collectivités publiques et le coût externe pour ces trois modes lié à l'aspect de l'environnement pour la société.

12.1.1 Les coûts de déplacement en voiture

❖ **En Île-de-France**

TABLE XII-1 : Coûts de déplacement en voiture par l'approche comptable en Île-de-France

No.	Coûts de déplacement en voiture	Coût total	Coût/véh.-km	Coût/voy.-km
		Milliard d'€	€/véh.-km [3]	€/voy.-km
Dépense privée des usagers				
1.	Coût fixe	18,705	0,435	0,340
2.	Coût variable	7,320	0,170	0,133
3.	Ensemble (3)=(1+2)	26,025	0,605	0,473
4.	dont hors fiscalité spécifique (4)=(3-5)	21,589	0,503	0,393
5.	dont fiscalité spécifique [1]	4,436	0,102	0,080
Dépense privée des employeurs				
6.	Coût de stationnement	1,90	0,044	0,034
Dépense de temps des déplacements				
7.	Coût du temps	30,27	0,704	0,550
Dépense des pouvoirs publics pour la route				
8.	Fonctionnement	0,862	0,020	0,016
9.	Investissement	0,596	0,014	0,011

10.	Ensemble (10)= (8+9)	1,458	0,034	0,027
Coûts externe (4 types) [2]				
11.	Ensemble	3,853	0,090	0,070
12.	Coût comptable (12)=(4+6+7+10)	48,60	1,131	**1,004**
13.	Coût comptable et coûts externes (13)=(12+11)	52,45	1,221	**1,074**

[1] Y compris les frais de stationnement en voirie.

[2] Le coût externe comprend le coût de la pollution, du bruit, de l'effet de serre et des accidents.

[3] Le taux d'occupation de voiture est 1.28 en Île-de-France.

A la suite des résultats d'évaluation des coûts de déplacement en voiture ci-dessus, nous visons à estimer le bilan comptable des pouvoirs publics lié aux dépenses des voiries et aux recettes pour la voiture. Le bilan comptable des pouvoirs publics est les recettes publiques liées aux fiscalités spécifiques (5) moins les dépenses publiques liées au fonctionnement et l'investissement (10). Pour cela, le coût comptable des pouvoirs publics pour les voiries en Île-de-France est *+0,053* €/voy.-km, cela signifie que les recettes publiques couvent toutes les dépenses publiques pour l'usage des voiries en Île-de-France.

Mais, ce bilan comptable des pouvoirs publics n'est pas suffisant dans le cadre de la société, donc, il nous faut rajouter le coût externe dans le bilan comptable des pouvoirs publics. C'est-à-dire, le bilan comptable global, y compris le coût externe, est compté par les recettes (5) moins les dépenses (10) et moins les coûts externes (11). Donc, le bilan comptable de pourvoir public global pour les voiries est *-0,017* €/voy.-km, cela signifie que les recettes publiques ne suffirent pas à couvrir les toutes dépenses publiques et les coûts externes pour l'usage de voiture en Île-de-France.

❖ Dans la mégapole de Taipei

TABLE XII-2 : Coûts de déplacement en voiture par l'approché économique à Taipei

No.	Coûts de déplacement en voiture	Coût total	Coût/véh.-km	Coût/voy.-km
		Milliard de nt	nt/véh.-km [1]	nt/voy.-km
Dépense privée des usagers				
1.	Coût fixe	138,67	9,56	5,56
2.	Coût variable	82,8	5,71	3,32
3.	Ensemble (3)= (1+2)	221,47	15,27	8,88
4.	dont hors fiscalité spécifique (4)= (3-5)	183,27	12,63	7,33
5.	dont fiscalité spécifique	38,2	2,64	1,55
Dépense de temps des déplacements				
6.	Coût du temps	89,75	6,19	3,64
Dépense des pouvoirs publics pour la route				
7.	Fonctionnement	3,219	0,222	0,132
8.	Investissement	36,31	2,504	1,473
9.	Ensemble (9)= (7+8)	39,57	2,729	1,605
Coûts externe (4 types)				
10.	Ensemble	9,60	0,662	0,385
11.	Coût économique [2] (11)= (4+6+9)	309.98	21,378	**12,575**
12.	Coût économique et coûts externes (12)= (11+10)	319.46	22,032	**12,960**

[1] Le taux d'occupation de voiture est *1.72* à Taipei.

[2] Coût économique lié au résultat d'évaluation des coûts par l'approche économique

Quant au bilan économique de pouvoir public pour les voiries à Taipei, il est *-0,055* nt/voy.-km (1,55 moins 1,605). Cela signifie également que les recettes publiques pour voiture n'arrivent pas à remplacer toutes les dépenses publiques des voiries. De plus, le bilan économique de pouvoir public global (y compris le coût externe) est *-0,44* nt/voy.-km.

12.1.2 Les coûts de déplacement en moto

Excepté l'usage de voiture dans la mégapole, le mode moto joue aussi un mode important dans les mégapoles d'étude, bien que le taux d'usage de moto ne soit pas important maintenant en Île-de-France. Après avoir évalué les coûts de déplacement en moto, nous pouvons observer que ce mode est évidement plus économique et pratique que la voiture pour les déplacements dans la ville en fonction du coût privé lié aux dépenses privés des usagers et du temps de déplacement.

❖ En Île-de-France

Le bilan comptable des pouvoirs publics pour les voiries liés à l'usage de moto est *+0,018* €/voy.-km (les dépenses des pouvoirs publics moins les recettes liées aux fiscalités spécifiques) et le bilan comptable des pouvoirs publics global (rajouté le coût externe dans le bilan comptable) est *-0,29* €/voy.-km. Pour cela, les coûts liés aux dépenses de voirie et aux coûts externes pour moto ne sont pas équilibrés par les recettes publiques liées à l'usage de moto en Île-de-France, en raison des coûts d'insécurité très élevés. Il est difficile de faire la part des coûts attribuables aux motocyclistes et de ceux qui sont liés au trafic automobile.

TABLE XII-3 : Les coûts de déplacement en moto en Île-de-France

No.	Coûts de déplacement en voiture	Coût total	Coût/voy.-km
		Mille d'€	€/voy.-km
Dépense privée des usagers			
1.	Coût fixe	314,6	0,193
2.	Coût variable	163,0	0,100
3.	Ensemble (3)= (1+2)	477,6	0,293
4.	dont hors fiscalité spécifique (4)= (3-5)	427,1	0,262
5.	dont fiscalité spécifique	50,5	0,031
Dépense de temps des déplacements			
6.	Coût du temps [1]	652.0	0,400
Dépense des pouvoirs publics pour la route			
7.	Ensemble	21,2	0,013
Coûts externe (4 types)			
8.	Ensemble	502,0	0,308
9.	Coût comptable (9)= (4+6+7)	1100,3	**0,675**
10.	Coût comptable et coûts externes (10)= (9+8)	1602,3	**0,983**

[1] La valeur du temps pour moto est 10 €/h, comme la valeur pour la voiture.

❖ Dans la mégapole de Taipei

Quant à la moto à Taipei, elle est évidement un mode plus compétitif par rapport à la voiture et même au transport collectif pour les usagers. De plus, si nous considérons le bilan économique de pourvoir public pour la moto, il est également négatif à Taipei (*-0.52* nt/voy.-km), comme pour la voiture. Cela signifie que les recettes publiques ne peuvent pas équilibre les dépenses publiques de voirie pour la moto. Dans l'ensemble, le bilan économique des pouvoirs publics est *-0,52* nt/voy.-km et le bilan économique

des pouvoirs publics global (compris le coût externe) est -*0,91* nt/voy.-km.

TABLE XII-4 : Les coûts de déplacement en moto dans la mégapole de Taipei

No.	Coûts de déplacement en voiture	Coût total	Coût/véh.-km	Coût/voy.-km
		Milliard de nt	nt/véh.-km [1]	nt/voy.-km
Dépense privée des usagers				
1.	Coût fixe	12,84	1,07	1.00
2.	Coût variable	13,99	1,17	1,09
3.	Ensemble (3)= (1+2)	26,84	2,24	2,09
4.	dont hors fiscalité spécifique (4)= (3-5)	24,14	2,01	1,88
5.	dont fiscalité spécifique	2,70	0,22	0,21
Dépense de temps des déplacements				
6.	Coût du temps	38,76	3,45	3,23
Dépense des pouvoirs publics pour la route				
7.	Ensemble	9,37	0,78	0,73
Coûts externe (4 types)				
8.	Ensemble	5,02	0,42	0,39
9.	Coût économique [2] (9)= (4+6+7)	74,99	6,25	**5,84**
10.	Coût économique et coûts externes (10)= (9+8)	80,01	6,67	**6,23**

[1] Le taux d'occupation de la moto est 1.07 à Taipei.

[2] Coût économique lié au résultat d'évaluation des coûts par l'approche économique

12.1.3 Les coûts de déplacement en TC

❖ En Île-de-France

Le transport collectif en Île-de-France est constitué par bus, métro et *RER*. Nous listons les coûts de déplacement respectifs par mode et la moyenne du coût de déplacement en *TC*[101] dans la table suivante.

Tout d'abord, le bilan comptable des pouvoirs publics pour *TC* (les recettes moins les dépenses de fonctionnement et d'investissement) est égal au coût public net (6) dans

[101] La moyenne du coût de déplacement en TC peut être estimée par le coût de déplacement par mode et le trafic total par mode. En Ile-de-France, il y a 24,3 milliards voyageurs-km en 2003 dont il y a 6,0 milliards voyageurs-km pour le métro, 14,1 milliards voyageurs-km pour RER et 3,9 milliards voyageurs-km pour bus.

la table XII-5 suivante. Le résultat d'estimation peut nous donner que les recettes publiques liées aux recettes tarifaires des usagers et au versement transport chargé par employeurs ne peuvent pas suffisamment couvrir toutes les dépenses publiques pour *TC* du fait que le bilan économique de pouvoirs publics est -*0,050* €/voy.-km.

De plus, le bilan comptable global (y compris le coût externe) est -*0,069* €/voy.-km. Même en considérant le versement transport comme une dépense privé, le bilan pour les pouvoirs publics des *TC* est moins bon que celui de la voiture, bien que les coûts externes soient plus faibles.

TABLE XII-5 : Les coûts de déplacement en TC en Île-de-France

No.	Coûts de déplacement en voiture	Bus	Métro	RER	Moyenne
		€/voy.-km	€/voy.-km	€/voy.-km	€/voy.-km
Dépense privée des usagers					
1.	Coût variable	0,22	0,11	0,09	0,12
Dépense privée des employeurs [1]					
2.	Ensemble	0,119	0,119	0,119	0,119
3.	dont lié au transport versement	0,094	0,094	0,094	0,094
4.	dont lié à la carte orange	0,025	0,025	0,025	0,025
Dépense de temps des déplacements					
5.	Coût du temps	1,0	0,82	0,60	0,70 [2]
Dépense des pouvoirs publics pour TC					
6.	Coût public net	0,156	0,061	0,016	0,050
Coûts externe (4 types)					
7.	Ensemble	0,076	0,007	0,007	0,020
8.	Coût comptable (8)= (1+2+5+6)	1,495	1,11	0,875	**0,989**
9.	Coût comptable et coûts externes (9)= (8+7)	1,571	1,117	0,882	**1,009**

[1] Liée au versement transport en Île-de-France

[2] La moyenne de coût du temps pour *TC* réfère aux données de l'*EGT* dont la valeur du temps est supposé comme la voiture (10 €/h).

[3] La contribution des employeurs peut être divisée en deux : l'une est 0.6 milliard d'euros liés aux remboursements des abonnements et l'autre est 2.3 milliards d'euros lié au versement transport, voir le chapitre 10.5.

❖ Dans la mégapole de Taipei

Quant au transport public à Taipei, nous visons aussi à estimer les coûts de

déplacement respectifs pour le bus et le métro et à la fois la moyenne des coûts de déplacement en *TC* à Taipei.

De plus, le bilan économique des pouvoirs publics à Taipei pour *TC* est les recettes tarifaires (1) moins les dépenses publiques (5). En effet, ce bilan économique des pouvoirs publics est aussi moins zéro, -*2,37* nt/voy.-km (la dépense supérieur à la recette). Et le bilan économique de pourvoir public global est -*2,45* nt/voy.-km.

TABLE XII-6 : Les coûts de déplacement en *TC* dans la mégapole de Taipei

No.	Coûts de déplacement en voiture	Bus	Métro	Moyenne
		nt/voy.-km	nt/voy.-km	nt/voy.-km
Dépense privée des usagers				
1.	Coût variable	1,77	2,84	2,15
Dépense de temps des déplacements				
2.	Coût du temps	6,38	5,46	5,92
Dépense des pouvoirs publics pour TC				
3.	Fonctionnement	2,12	3,13	2,48
4.	Investissement	0,40	3,67	2,04
5.	Ensemble	2,52	6,8	4,52
Coûts externe (4 types)				
6.	Ensemble	0,132	0,0003	0,085
7.	Coût économique[1] (7)= (2+5)	8,90	12,26	**10,44**
8.	Coût économique et coûts externes (8)= (7+6)	9,26	12,26	**10,52**

[1] Coût économique lié au résultat d'évaluation des coûts par l'approche économique

12.1.4 Comparaison entre les modes

Après voir montré la synthèse des coûts de déplacement en *VP* et en *TC* dans les mégapoles d'étude, nous visons à comparer succinctement les chiffres importants liés au coût privé (l'aspect des individus), le bilan des pouvoirs publics (l'aspect des collectivités) et coût externe (l'aspect de la société), voir les deux tables suivantes. Le bilan des pouvoirs publics symbolise le coût public à la charge des collectivités, parce que c'est évalué par les recettes publiques moins les dépenses publiques.

❖ En Île-de-France

Tout d'abord, en Île-de-France, nous pouvons constater que la moto est évidement

plus économique que la voiture et *TC* en fonction du coût privé lié aux dépenses privées des usagers et des employeurs et au dépense du temps. De plus, le coût privé des *TC* est relativement plus économique que celui de voiture. Cela signifie que le développement de la moto possède certain avantage sous l'aspect économique pour les usagers, notamment pour le coût privé lié au temps de déplacement.

Pour ce qui en concerne le bilan comptable des pouvoirs publics pour l'usage des modes, les modes véhicules motorisés sont positifs, cela signifie que les recettes publiques sont supérieures aux dépenses publiques, en revanche, le mode *TC* est négatif en Île-de-France. Ce résultat peut nous donner un signe cohérent qu'il y a peu des dépenses maintenant liées aux voiries en Île-de-France, parce que le trafic n'augmente plus. Au contraire, s'il y a nouveaux projets des voiries dans le futur, le bilan économique des pouvoirs publics peut être changé pour les véhicules motorisés. De plus, c'est aussi un signe de sous tarification des *TC*.

Par ailleurs, si nous considérons le coût externe dans le coût privé et le bilan comptable des pouvoirs public, la moto est plus compétitive par rapport à la voiture et au *TC* selon le coût comptable global (4). En outre, le bilan comptable des pouvoirs publics global (5) pour la moto est plus négatif que celui pour la voiture et le *TC* à cause du coût externe plus élevé. Cela montre l'intérêt qu'il y aurait à développer les efforts pour la sécurisation de ce mode, du fait que le coût d'insécurité de moto est très élevé.

De plus, le bilan comptable des pouvoirs publics global est toujours négatif pour les trois modes, cela signifie que les recettes publiques ne sont pas suffisantes pour couvrir les dépenses publiques et les coûts externes.

TABLE XII-7 : Comparaison des coûts de déplacement entre VP, moto et TC en Île-de-France

	€/voy.-km	Voiture	TC	Moto
1.	Coût privé (dépenses privées + coût du temps) [1]	1,057	0,939	0,693
2.	Bilan pouvoir public	+ 0,053 [2]	- 0,050 [4]	+ 0,018 [3]
3.	Coût externe	0,070	0,020	0,308
4.	Coût comptable global (4)= (1)-(2) + (3)	1,074	1,009	0,983
5.	Bilan pouvoir public - Coût externe (5)= (2)-(3)	- 0,017	-0,070	- 0,29

[1] Y compris la dépense privée des employeurs

[2] Le bilan des pouvoirs publics pour la voiture est les recettes publiques (5) moins les dépenses des pouvoirs publics pour la route (10), voir la table XII-1.

[3] Voir la table XII-3, le bilan des pouvoirs publics pour la moto est (5) moins (7).

[4] Voir la table XII-5, le bilan des pouvoirs publics pour *TC* est le coût public net (6).

❖ Dans la mégapole de Taipei

Dans la mégapole de Taipei, nous pouvons observer que la moto est également plus économique que la voiture et le *TC* (environ la moitié de coût de voiture) selon le coût privé des usagers (1), voir la table suivante. De plus, le coût privé de *TC* est relativement aussi plus compétitif par rapport à la voiture.

Quant au bilan économique des pouvoirs publics (2) à Taipei pour ces trois modes, il est toujours négatif, cela signifie que les recettes publiques ne couvrent pas toutes les dépenses publiques liées à l'usage de voirie et de *TC*. En effet, le bilan économique des pouvoirs publics pour *TC* est aussi plus négatif que celui pour la voiture et la moto, à cause des dépenses lourdes liées à l'infrastructure des transports collectifs. Quant au bilan économique des pouvoirs publics pour la moto, il est aussi plus négatif que celui pour la voiture, parce que les recettes publiques liées à l'usage de moto sont plus petites que celles liées à l'usage de voiture. Enfin, le coût public est encore lourd à Taipei à cause des projets en développement et la tarification *TC* est aussi sous-estimée.

Par ailleurs, si nous rajoutons le coût externe dans le coût privé et le bilan économique des pouvoirs publics, la moto est quand même beaucoup plus économique que les autres modes en fonction du coût économique global (4), mais le bilan économique des pouvoirs publics pour la voiture est en revanche moins négatif que les autres modes, comme en Île-de-France.

TABLE XII-8 : Comparaison des coûts de déplacement entre VP et TC à Taipei

	nt/voy.-km	Voiture	TC	Moto
1.	Coût privé lié à la dépense privée des usagers	12,52	8,07	5,32
2.	Bilan pouvoir public	- 0,06 [1]	- 2,37 [3]	- 0,52 [2]
3.	Coût externe	0,385	0,085	0,390
4.	Coût économique + Coût externe (4)= (1)-(2) + (3)	12,96	10,52	6,23
5.	Bilan pouvoir public - Coût externe (5)= (2)-(3)	- 0,44	- 2,45	- 0,91

[1] Le bilan des pouvoirs publics pour la voiture est les recettes publiques (5) moins les dépenses des pouvoirs publics pour la route (9), voir la table XII-2.

[2] Voir la table XII-4, le bilan des pouvoirs publics pour la moto est (5) moins (7).

[3] Voir la table XII-6, le bilan des pouvoirs publics pour TC est les recettes de billets (1) moins les dépenses des pouvoirs publics (5).

A la suite de la comparaison des coûts de déplacement entre la moto, la voiture et *TC* dans les mégapoles d'étude, le mode moto semble être plus attractif par rapport aux

autres deux en fonction du coût global de déplacement (4), le coût comptable de déplacement en Île-de-France et le coût économique de déplacement à Taipei. Cependant, avant le développement de moto dans la ville, il faut bien réfléchir aux externalités négatives qui viennent, notamment l'insécurité et les pollutions atmosphériques, du fait que le coût externe lié à l'usage de moto est toujours plus élevé par rapport au *TC* et à la voiture dans ces deux mégapoles.

Selon l'aspect des individus lié au coût privé et au temps de déplacement, la moto est évidement beaucoup plus compétitif que la voiture et le *TC*. C'est la raison pour laquelle nous focalisons plutôt sur la concurrence entre la voiture et *TC* dans les mégapoles d'étude.

En effet, le coût global de déplacement (4) de *TC* est plus économique que celui de voiture tant en Île-de-France qu'à Taipei. En revanche, nous pouvons constater que le bilan des pouvoirs publics global (5) pour *TC* est toujours plus négatif que celui pour voiture dans ces mégapoles, ce signe nous donne que l'encouragement de l'usage de *TC* serait plus lourd pour le financement public par pouvoir public, parce que les recettes publiques ne sont pas suffisantes de couvrir les dépenses publiques de *TC*. Cela nous donne une réflexion sur le système de tarification *TC* et des recettes publiques liées à l'usage *VP*.

Quant à l'aspect de la société, il nous faut rajouter la perspective relative au coût externe (3) dans le compte du coût de déplacement. Cependant, nous voyons que ce coût externe ne peut pas changer la situation de compétitivité actuelle entre les modes, du fait que ce coût externe est encore relativement plus petit que les autres coûts.

12.2 Approche économique

A la suite de la synthèse des coûts de déplacement par mode liée à l'approche comptable en Île-de-France, nous estimons les bilans des coûts de déplacement par une approche économique en Île-de-France afin de comparer la différence entre les deux approches. Selon la définition des approches d'évaluation des coûts de déplacement, l'approche comptable liée aux flux monétaires actuels fait apparaître le coût récurrent pour les déplacements, l'approche économique liée à l'amortissement des équipements et au prix du foncier peut plutôt refléter le coût de développement (utile pour les villes où le développement des trafics reste important). Dans cette logique, nous avons fait une synthèse des coûts de déplacement par mode liée à l'approche économique pour la mégapole de Taipei. Donc, nous visons aussi à présenter le résultat d'évaluation des coûts lié à l'approché économique pour Île-de-France afin de d'une part constater la différence entre ces deux approches et d'autre

part observer le coût potentiel de développement de transport urbain en Île-de-France, s'il y a les projets de transport qui viennent.

En effet, l'évaluation des coûts de déplacement par les flux monétaires n'est pas une évaluation économique, du fait que ces flux monétaires n'intègrent pas l'histoire. Une approche en termes de coût de développement doit reposer sur la valeur actuelle de l'amortissement des investissements à consentir.

L'approche économique ne change que le coût d'investissement par rapport à l'approche comptable, parce que le coût d'investissement est évalué par le prix du foncier et l'amortissement des équipements, voir la table suivante. C'est la raison pour laquelle nous pouvons constater que les résultats d'évaluation du coût total de déplacement liés aux deux approches différentes ne sont pas très différents. En effet, le coût d'usage, le coût du temps et le coût externe sont toujours similaires tant pour l'approche comptable que pour l'approche économique. Quant au coût de fonctionnement et d'investissement, nous reprenons ces résultats d'évaluation liés aux deux approches dans le chapitre 10, le coût lié aux dépenses d'investissement estimé par l'approche comptable est environ 3-9 fois plus faible que celui estimé par l'approche économique, mais cet écart important joue peu sur le résultat global.

TABLE XII-9: Comparaison des coûts de déplacements liée à l'approche comptable et économique par modes en Île-de-France

€/voyageur-km	**Approche comptable**			**Approche économique**		
	VP	Moto	TC	VP	Moto	TC
Coût privé[1]	0,427	0,262	---	0,427	0,262	---
Coût du temps	0,55	0,40	0,70	0,55	0,40	0,70
Coût Fonc.+Inves.[2]	0,027	0,013	0,289	0,106	0,04	0,425
Coût externe	0,070	0,308	0,020	0,070	0,308	0.020
Ensemble	**1,07**	**0,983**	**1,009**	**1,16**	**1,01**	**1,14**

[1] Le coût privé pour le déplacement en *VP*, qui est le coût privé hors fiscalité spécifique, comprend les dépenses privées des employeurs. Quant au coût privé pour le déplacement en *TC*, il est compté dans le coût de fonctionnement et d'investissement pour *TC*.

[2] Coût de fonctionnement et d'investissement des voiries et de *TC*.

De plus, le coût d'usage (compris le coût privé des employeurs) et le coût du temps occupent la plus grande part du coût total de déplacement, par exemple, ils occupent 90% du coût total de déplacement en *VP* lié à l'approche comptable et 85% du coût total de déplacement lié à l'approche économique. C'est-à-dire, bien que le résultat du coût de fonctionnement et d'investissement soit très différent après l'approche

comptable et économique, le coût total de déplacement ne change pas beaucoup. Cela signifie que la plupart des coûts de déplacement sont quand même à la charge des usagers (coût d'usage et du temps) en Île-de-France.

A la suite de résultat de l'évaluation des coûts de déplacement rapporté au voyageur-km en *VP*, moto et en *TC* liés l'approche économique, nous voyons que le coût total de déplacement rapporté au voyageur-km en moto est également plus économique que celui en *VP* et *TC* (*1.0* €/voy.-km pour moto contre *1.14* €/voy-km pour *TC* et *1.16* €/voy-km pour *VP*). En effet, le facteur du temps de déplacement en *TC* semble être relativement plus sensible que celui en *VP*, parce que le coût du temps pour *TC* est plus élevé que le coût social. Cela signifie que *TC* a vraiment l'avantage relatif par rapport aux véhicules motorisés (voiture et moto) en Île-de-France selon le coût social de déplacement (le coût total de déplacement hors le coût du temps). C'est-à-dire, ce résultat d'évaluation des coûts de déplacement peut nous donner une vision globale de développement qui vise en priorité à réduire le temps de déplacement en *TC*.

Selon les résultats d'évaluation du coût total de déplacement en *VP*, en moto et en *TC* liée à l'approche compte et économique, voir la table suivante, nous pouvons constater les deux phénomènes : Tant l'approche économique que l'approche comptable, le mode *TC* est plus économique que le mode *VP* en fonction du coût total de déplacement, et, le mode moto est toujours plus attractif que les autres modes. Par ailleurs, si on ne prend en compte pas le coût du temps, le *TC* plus économique que la moto et la voiture.

Dans cette logique, nous voyons que la réduction de la dépense du temps de déplacement est une voie praticable des politiques de transport urbain pour réduire le coût total de déplacement, du fait que le coût d'usage, le coût public et le coût externe ne devient pas de plus en plus économique d'ici demain.

TABLE XII-10: Comparaison du coût total en *VP* et en *TC* lié aux approches différentes

€/voyageur-km	Approche comptable	Approche économique
VP	1.07	1.16
Moto	0.98	1.01
TC	1.00	1.14

12.3 Approche comptable désagrégée

Selon les résultats des coûts de déplacement estimés par l'approche comptable dans le chapitre 12.1, nous avons d'abord observé que l'usage de *VP* n'est qu'un peu plus coûteux que l'usage de *TC* en Île-de-France. Cependant, cela ne signifie pas que les deux modes auraient la même compétitivité pour tous les déplacements en Île-de-France. C'est la raison pour laquelle, nous visons à estimer le coût total de déplacement lié aux zones géographiques afin de distinguer en détail l'avantage et l'inconvénient de *VP* et de *TC*.

Pour cela, nous reprenons l'estimation des coûts de déplacement en *VP*, en moto et en *TC* après les calculs de notre recherche sur les coûts de déplacement, la répartition de trafic en *VP*, en moto et en *TC* et les données de l'*EGT* lié à la vitesses moyenne de *VP* et *TC* afin de calculer respectivement les coûts de déplacement en *VP* en moto et en *TC* liés aux zones géographiques en Île-de-France.

TABLE XII-11: La répartition de trafic en *VP* et en *TC* en Île-de-France

%	Paris-Paris	Paris-PC	Paris-GC	PC-PC	PC-GC	GC-GC	Ensemble
VP	1,9%	8,3%	8,5%	14,8%	26,0%	40,5%	100%
Moto	5,7%	18,1%	18,0%	18,0%	25,4%	14,7%	100%
TC	6,5%	21,4%	39,8%	8,8%	17,4%	6,1%	100%
milliards voy-km	Paris-Paris	Paris-PC	Paris-GC	PC-PC	PC-GC	GC-GC	Ensemble
VP	1,05	4,57	4,68	8,15	14,31	22,29	55,04
Moto	0,09	0,30	0,29	0,29	0,41	0,24	1,63
TC	1,58	5,20	9,67	2,14	4,23	1,48	24,30

Source : EGT, 2001

TABLE XII-12 : Coûts de déplacement lies à l'approche comptable et à la zone géographique en *VP*, en moto et en *TC* en Île-de-France

€/voyageur-km	Paris-Paris	Paris-PC	Paris-GC	PC-PC	PC-GC	GC-GC	Ensemble
VP							
Coût social*	0,70	0,64	0,55	0,57	0,51	0,48	**0,52**
Coût du temps**	1,36	0,78	0,40	0,79	0,44	0,48	**0,55**
Coût total	2,06	1,42	0,95	1,36	0,94	0,96	**1,07**
Moto							
Coût social	0,82	0,68	0,54	0,52	0,50	0,48	**0,58**
Coût du temps	0,97	0,48	0,28	0,50	0,33	0,53	**0,40**
Coût total	1,79	1,16	0,82	1,02	0,83	1,01	**0,98**
TC							
Coût social	0,32	0,31	0,30	0,50	0,30	0,51	**0,31**
Coût du temps	1,51	0,89	0,46	0,93	0,55	0,72	**0,70**
Coût total	1,83	1,20	0,76	1,43	0,85	1,22	**1,01**

* Coût social consiste en le coût d'usage lié aux dépenses privées hors fiscalité spécifique, le coût public et le coût externe.

** La valeur du temps pour la voiture, la moto et le *TC* est 10€/h. Ici, nous ne différencions pas la valeur du temps par mode dans l'approche d'évaluation des coûts liée à l'aspect de développement.

Conformément aux résultats d'évaluation des coûts de déplacement en *VP*, en moto et en *TC* liée aux zones géographiques, nous pouvons respectivement comparer la compétitivité des coûts de déplacement en *VP*, en moto et en *TC* dans chaque liaison de déplacement. Tout d'abord, nous pouvons constater que le coût total de déplacement en moto est normalement plus économique par rapport au *TC* et à la *VP* en Île-de-France, excepté les déplacements Paris-GC (plus élevé que *TC*) et les déplacements GC-GC (plus élevé que *VP*).

De plus, le coût social de déplacement en moto est relativement plus élevé que TC et aussi plus élevé que VP pour certaines liaisons, parce que le coût externe de moto est plus élevé que les autres modes, notamment pour le coût d'insécurité en Ile-de-France. Nous comparons ensuite la compétitivité entre la *VP* et le *TC*.

En premier lieu, pour les déplacements radiaux Paris-Paris, Paris-*PC* et Paris-*GC*, le transport collectif est nettement plus compétitif que la voiture tant selon le coût total de déplacement que selon le coût social de déplacement, notamment pour la zone centrale (le coût social de déplacement en *TC* n'est que la moitié en *VP*).

En deuxième lieu, pour les déplacements intra-zones *PC-PC*, le transport collectif est moins attractif que le véhicule particulier en fonction du coût total de déplacement, mais proche. En revanche, le coût du temps unitaire pour les déplacements en *TC* est

plus élevé que celui pour les déplacements en *VP*. Autrement dit, la réduction du coût de temps de *TC* dans les déplacements *PC-PC* est capable d'augmenter la compétitivité de *TC*.

En troisième lieu, pour les déplacements intra-zones *GC-GC*, le mode *TC* est évidemment plus coûteux et moins attractif que le mode *VP* à cause du coût de temps élevé pour *TC*. En revanche, ils ont presque le même coût social pour les déplacements en *VP* et en *TC*.

En quatrième lieu, pour les déplacements interzones *PC-GC*, le *TC* est quand même plus élevé que la *VP* selon le coût total de déplacement.

A la suite de la comparaison des coûts de déplacement en *VP* et en *TC* au regard de la condition géographique, nous pouvons constater la vitesse de *TC* est relativement plus faible pour les déplacements intra-zones en banlieue, du fait que le coût du temps pour l'usage *TC* est relativement plus élevé que celui pour l'usage de *VP*. Pour cela, il y a trois raisons liées au problème de temps pour *TC* :

- Le réseau de transport collectif pour les déplacements en rocade dans la banlieue est relativement faible ;
- Le temps à l'extérieur du véhicule pour *TC* est encore élevé (lié au coût du temps élevé), notamment dans la banlieue, à cause de la fréquence faible ;
- Pour les déplacements en *TC* en rocade, il n'y a qu'un mode bus qui est utilisé ;

Ces points d'observation pouvent nous guider afin d'améliorer la qualité de service de transport collectif et à la fois augmenter son avantage relatif par rapport au véhicule particulier.

Ces comparaisons entre *VP* et *TC* au regard des zones géographique et des coûts de déplacement dans la ville peuvent préciser les points d'avantage et d'inconvénient pour *VP* et *TC* dans la ville. De plus, ce résultat d'évaluation des coûts de déplacement au regard des liaisons différentes est aussi cohérent que le résultat lié aux données d'enquête locales. L'usage de transport collectif concentre plutôt les déplacements intra-zone à Paris ou les déplacements radiaux Paris-banlieue. Quant à l'usage de *VP*, il est plutôt utilisé hors la ville centrale.

Cette perspective des coûts de déplacement est constituée par l'aspect des individus et des collectivités. Pour cela, si on peut diviser le coût total en l'aspect des individus (le coût privé lié à l'usage et au temps) et des collectivités (la subvention publique[102] au

[102] La subvention publique est défini comme le coût public plus le coût externe moins le rendement public, voir le chapitre 10.

TC et à la voirie) pour les déplacements en *VP* et en *TC* liés aux zones géographiques, on peut bien indiquer les points plus détaillés sur l'avantage et l'inconvénient de développement de transport urbain lié au *TC/VP*, aux aspects des individus/collectifs et aux zones différentes.

De plus, le mode moto semble être plus compétitif que la *VP* et le *TC* en Île-de-France en fonction du coût social et du coût de temps. Cependant, il faut aussi tenir compte le coût externe pour les déplacements en moto avant de développer la moto dans la ville. En effet, le coût des accidents pour déplacements en moto est relativement plus coûteux (vers 25% du coût total de déplacement en moto). C'est la raison pour la quelle le coût social de déplacement en moto est relativement beaucoup plus élevé que celui de *TC* pour les déplacements interzones Paris et banlieue.

Dans l'ensemble, ces résultats d'évaluation des coûts de déplacement liés à la zone géographique sont utiles et pratiques avant de mettre en place le développement de *VP* et *TC* dans la ville.

12.4 Bilan

Après avoir évalué les coûts de déplacement lié aux approches comptable et économique en Île-de-France, nous pouvons au sens large constater et définir la relation entre le développement du transport urbain et les approches globales d'évaluation des coûts. En fait, les outils globaux de l'évaluation des coûts de déplacement sont succinctement divisés en deux : l'approche comptable liée aux flux monétaires actuels et l'approche économique liée à la valeur d'amortissement et de foncier.

Pour cela, nous visons à mettre en points important afin d'expliquer ce lien relatif aux approches d'évaluation et le développement de *VP* et de *TC* à la suite des résultats d'évaluation des coûts de déplacement.

- Lorsque l'on trace les flux monétaires actuels (l'approche comptable), on voit que l'usage de *TC* est plus économique que l'usage de *VP*, si on ne considère que le coût lié aux dépenses privées et aux dépenses des pouvoirs publics. Ensuite, si on considère le coût du temps de déplacement, le coût de déplacement en *TC* est proche que celui en *VP* (cela signifie que le mode *TC* n'a pas l'avantage relatif du temps par rapport au mode *VP*). Ensuite, si on rajoute encore le coût externe dans le coût de déplacement lié aux flux monétaires, l'usage de *VP* devient un peu moins économique que l'usage de *TC*. L'approche comptable est adaptée de refléter la situation actuelle des coûts de déplacement en *VP* et en *TC* en Île-de-France, du fait que la croissance des trafics en Île-de-France est relativement stable.

- Lorsque l'on trace l'approche économique, on peut voir le coût social de déplacement[103] (hors le coût du temps) en *VP* est encore supérieur à celui en *TC*. De plus, si on reprend en compte aussi le coût du temps dans le coût total de déplacement, on peut constater que le coût total pour l'usage de *VP* est également plus élevé que l'usage de *TC*, mais pas beaucoup. Ce résultat d'évaluation des coûts est plutôt lié à la situation future pour l'Île-de-France, si on avait les nouveaux projets des voiries et de *TC*.

- Le coût total de déplacement lié à l'approche économique est toujours plus élevé que celui lié à l'approche comptable, mais pas très différent, du fait que le coût total de déplacement hors le coût d'investissement, qui occupe environ 80% du coût total de déplacement, est similaire pour ces deux approches d'évaluation.

- Lorsque l'on considère les coûts de déplacement liés à l'approche comptable désagrégée et aux zones géographique, cela nous donne une nouvelle vision plus détaillée et plus cohérent afin d'expliquer la compétitivité respective entre *VP* et *TC*. Par ailleurs, si on ne tient compte que le coût social, le mode *TC* est toujours plus économique que le mode *VP* tant pour les déplacements interzones que pour les déplacements intra-zones. En revanche, si on rajoute le coût du temps dans le coût total de déplacement, les déplacements intra-zones dans la banlieue en *TC* devient de moins en moins économique par rapport aux déplacements en *VP*, notamment dans la zone de *GC*.

- Selon les comparaisons du coût total liées à l'approche comptable et économique, nous pouvons constater que le développement continu de transport collectif au sens général est utile pour les individus et la société. En effet, le coût total lié aux déplacements en *VP* est prévu de plus en plus élevé dans le futur à cause de la pénurie de carburant (lié au coût d'usage) et de l'impact environnemental (lié au coût externe). Pour cela, le renforcement de réseau du transport collectif est sans doute dans le bon chemin en Île-de-France vers le développement durable. De plus, l'approche économique désagrégée peut nous donner un outil de diagnostic afin d'indiquer les cohérences de développement du transport urbain.

- Lorsque l'on tient compte des prospectives de transport et de façon désagrégée (en utilisant l'approche économique désagrégée), alors on peut mettre les leviers liés au stationnement, aux tarifs *TC* etc. dans le développement du transport urbain. Par exemple, la réduction du temps et des tarifs pour l'usage *TC* (comme les mesures carotte), l'augmentation de coût de l'usage lié au prix de stationnement, aux taxes des pollutions pour l'usage *VP* (comme les mesures bâton) etc. De plus,

[103] Y compris le coût privé, public et externe

la perspective de développement du transport urbain se focalise non seulement sur le coût privé de déplacement plus économique (mobilité durable), mais aussi sur le bilan des pouvoirs publics plus économique (financement durable) et le coût externe plus économique (environnement durable).

Chapitre 13 : Comparaison générale des coûts de déplacement dans les mégapoles

Pour faciliter l'analyse comparative des coûts, nous ramenons ici les coûts observés dans les trois mégapoles à une unité commune : le salaire horaire moyen. Après avoir évalué les coûts de déplacement liés aux dépenses des usagers et des pouvoirs publics dans la dernière partie, nous avons respectivement observé les caractéristiques propres au travers des coûts privé, public et externe liés aux déplacements et aux modes dans les mégapoles d'étude. Dans ce chapitre, nous rapportons certains coûts liés aux déplacements en *VP*, en moto et en *TC* au salaire moyen horaire de manière à dessiner une vision comparative des coûts dans les mégapoles.

13.1 Comparaison entre le coût monétaire privé et le salaire moyen

L'usage des modes dépend d'une part de la capacité des individus à s'équiper en véhicules, puis du coût d'usage de ces véhicules et du coût d'usage des moyens de transport collectif. Dans cette logique, nous présentons en priorité en deux points : l'un est le coût annuel de détention exprimé en heures de travail et l'autre est le coût variable d'usage exprimé dans le même unité.

❖ Le temps de travail necessaire à la détention d'un véhicule

Le taux élevé de détention de voitures en Île-de-France (comparé à Taipei et Shanghai) est évidemment à mettre en relation avec un niveau salarial plus élevé, et probablement avec une distribution moins inégalitaire des salaires. Le nombre d'heures de travail nécessaires à la détention d'un véhicule est nettement plus faible en Île-de-France. Cela dit, le coût de détention d'un véhicule est aussi majoré à Taipei comme à Shanghai par des taxes annuelles sur la possession et des dépenses de parking qui jouent un rôle nettement plus élevé qu'en Île-de-France. Comme on sait que la détention d'un véhicule joue fortement sur le choix modal (Elle ouvre l'univers des possibles, permet de réaliser des déplacements plus rapidement, mais conduit aussi à la formation d'habitudes qui réduisent la le caractère logique des choix), on peut s'interroger sur l'intérêt de pénaliser, ou non, la détention. Celle-ci est en effet à la source de coûts publics non négligeables, notamment en matière de consommation d'espace dans la zone centrale.

Nous pouvons également observer que l'accès à la moto à Taipei est plus facile que

dans les autres villes, en Île-de-France et à Shanghai, parce que la dépense monétaire fixe annuel pour l'usage de moto à Taipei ne représente que de *43.68* heures de salaires (5.5 jours de travail) pour les motocyclistes (vers *63* heures de salaire pour les mégapoles d'Île-de-France et de Shanghai). La moto est très abordable à Taipei et l'écart entre le coût de détention de la moto et de l'automobile est sans doute pour une grande part à l'origine de son succès à Taipei.

L'Île-de-France se caractérise par l'écart le plus faible entre les coûts de détention de la voiture et de la moto, et par le coût d'accès à l'automobile le plus faible.

Quant à Shanghai, on observe qu'en moyenne le coût fixe d'accès à l'automobile est très élevé, proche de 1800 heures de travail. Seule la partie la plus aisée de la population peut se déplacer en voiture personnelle.

TABLE XIII-1 : Comparaison des coûts monétaires fixes par rapport au salaire par heure dans les mégapoles

Mode \ Villes		Île-de-France	Taipei	Shanghai
Salaire par heure		12,7	151	21,7
		(€/h)	(nt/h)	(yuan/h)
Coût fixe				
Moto	Coût fixe	801,1	6595,6	1382,3
		(€/an)	(nt/an)	(yuan/an)
	Coût fixe/salaire	**63,07**	**43,68**	**63,70**
Automobile*	Coût fixe	5400,5	120619	38315
		(€/an)	(nt/an)	(yuan/an)
	Coût fixe /salaire	**425,24**	**798,80**	**1765,67**

* Nous utilisons ici la valeur proposée par le *STIF*, pourtant très élevée.

❖ Le temps de travail nécessaire à l'usage des moyens de transport

Dans les trois mégapoles, c'est la moto qui est le mode le plus économique, avec un coût d'usage kilométrique autour de 1% du salaire horaire moyen. Beaucoup plus économique que l'usage de la moto à Taipei et à Shanghai, c'est un obstable du développement des *TC* en Asie.

La différence entre le coût d'usage de la voiture et celui de la moto est la moins prononcée en Île-de-France. Elle est plus prononcée à Shanghai et à Taipei, du fait de droits de stationnement élevés.

Le bus est, en Île-de-France, plus de deux fois plus cher au km que la moto, alors que l'écart est beaucoup moins prononcé dans les autres villes, du fait d'une tarification différenciée des métros et des bus. L'Île-de-France se distingue des deux autres métropoles par un coût kilométrique du bus nettement plus élevé que celui du fer.

À Shanghai comme à Taipei, le coût d'usage des bus (par km) est plus faible que celui du métro. À Paris, c'est l'inverse, et c'est lié à la structure tarifaire : les tarifs sont identiques, mais les usagers des bus font généralement des déplacements plus courts que les usagers du métro. On rappellera ici qu'à Londres, les tarifs des bus sont moins élevés que ceux du métro. L'option parisienne peut se défendre sur une base comptable le km bus est plus cher à produire. Elle peut difficilement se justifier sur une base économique. En effet, la qualité de service du bus (notamment en termes de vitesse) est inférieure à celle du métro, ce qui conduit à privilégier l'usage du métro (conduisant à sa saturation) sur celui du bus. Dans les zones où seuls les bus sont disponibles (notamment en banlieue sur les liaisons de rocade), le service est loin d'être équivalent à celui du métro, si bien que ces usagers, souvent moins aisés que ceux de la zone centrale, paient en fait plus cher le service rendu. En sus, on observe que le coût d'usage moyen du bus est plus élevé que le coût d'usage marginal de l'automobile, ce qui ne peut que renforcer les difficultés à attirer des automobilistes, déjà dissuadés par les temps plus élevés. Enfin, dans la perspective d'un usage plus important des transports publics, le bus est le mode qui a la capacité de développement la plus rapide. Enfin, de tous les modes de transport collectifs, c'est le *RER* qui présente le coût au voyageur kilomètre le plus faible. C'est à nouveau assez normal en termes comptables, puisque le système a une forte productivité, c'est néanmoins un problème en termes économiques et politiques puisque ce système contribue à l'étalement de l'Île-de-France

Le coût d'usage des métros et *RER* en Île-de-France est deux fois plus faible (en unitaires de travail pour faire 1 km) qu'à Taipei et à Shanghai. Dans ces deux villes, l'usage des bus est nettement moins couteux que celui de la voiture, alors que celui des systèmes ferrés est comparable.

Dans toutes les villes enfin, c'est très logiquement le taxi qui est le mode le plus coûteux. Toutefois, l'écart entre le coût du taxi et celui de l'automobile personnelle varie fortement de 1 à 10 en Île-de-France, de 1 à 4 ou 1 à 5 seulement à Taipei et à Shanghai.

TABLE XIII-2 : Comparaison des coûts monétaire d'usage par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles

Mode \ Villes		Île-de-France	Taipei	Shanghai
Salaire par heure		12,7	151	21,7
		(€/h)	(nt/h)	(yuan/h)
Coût d'usage				
Moto	Coût usage/voy-km	0,10	1,49	0,25
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coût usage/voy-km)/salaire	**0,79%**	**0,99%**	**1,15%**
Automobile	Coût usage/voy-km	0,133	3,32	0,51
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coût usage/voy-km)/salaire	**1,11%**	**2,20%**	**2,35%**
Taxi	Coût usage/voy-km	1,42	16,1	1,90
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coût usage/voy-km) /salaire	**11,18%**	**10,66%**	**8,76%**
Bus	Coût usage/voy-km	0,22	1,77	0,30
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coût usage/voy-km) /salaire	**1,73%**	**1,17%**	**1,38%**
Métro	Coût usage/voy-km	0,11	2,84	0,39
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coût usage/voy-km)/salaire	**0,87%**	**1,88%**	**1,80%**
RER	Coût usage/voy-km	0,09		
		(€/voy.-km)		
	(Coût usage/voy-km)/salaire	**0,71%**		

❖ **Le temps de travail nécessaire pour payer le coût total (fixe + variable) d'un km dans les moyens de transport**

TABLE XIII-3 : Comparaison du coût monétaire privé (usage + fixe) par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles d'étude

Mode \ Villes		Île-de-France	Taipei	Shanghai
Salaire par heure		12,7	151	21,7
		(€/h)	(nt/h)	(yuan/h)
Coût d'usage + coût fixe				
Moto	Coût fixe + usage /voy-km	0,293	2,49	0,465
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coûts/voy-km)/salaire	**2,30%**	**1,65%**	**2,14%**
Automobile	Coût fixe + usage /voy-km	0,473	8,88	2,37
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coûts/voy-km)/salaire	**3,73%**	**5,88%**	**10,92%**
Bus	Coût fixe + usage /voy-km	0,220	1,77	0,3
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coûts/voy-km) /salaire	**1,73%**	**1,17%**	**1,38%**
Métro	Coût fixe + usage /voy-km	0,114	2,84	0,39
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)	(yuan/voy.-km)
	(Coûts/voy-km)/salaire	**0,90%**	**1,88%**	**1,80%**
RER	Coût fixe + usage /voy-km	0,090		
		(€/voy.-km)		
	(Coûts/voy-km)/salaire	**0,71%**		

En terme de coût monétaire total, les transports collectifs deviennent plus attractifs par rapport aux véhicules motorisés, excepté la moto dans la mégapole de Taipei, parce qu'ils n'ont pas le coût fixe lié à la détention de véhicule. L'écart entre voiture et bus est moins prononcé en Île-de-France (1 à 2) qu'à Taipei (1 à 5) et plus encore à Shanghai (1 à 11). De même, c'est en Île-de-France que l'écart entre voiture et moto est le moins fort.

Les véhicules motorisés peuvent toutefois donner le service porte-à-porte aux usagers, si bien que la répartition modale du transport collectif n'est pas en tête par rapport aux véhicules motorisés.

Il faut donc prendre en compte la dépense monétaire liée au temps de déplacement

pour les usagers, du fait que le coût du temps est toujours plus élevé par rapport aux autres coûts de déplacement, tant pour les véhicules motorisés que pour les transports collectifs.

13.2 Comparaison entre le coût total de déplacement et le salaire moyen

Nous calculons ici le coût total, intégrant les coûts monétaires et temporels, publics et externes.

À Taipei, la moto est le mode le plus économique, suivie du bus, du métro et de la voiture qui, malgré les gains temps qu'elle permet, reste coûteuse. Cette hiérachie des coûts pour l'usager est assez cohérente avec la durabilité : la moto consomme peu d'espace, le métro est plus coûteux à développer que le bus, le bus est compétitif par rapport à la voiture.

En Île-de-France, la hiérachie est moins cohérente. Globalement, les écarts de coûts sont plus faibles, le bus est nettement plus coûteux que la voiture, ce qui peut expliquer son usage faible et la multiplication des petits déplacements en voiture. Il est aussi plus coûteux que le *RER*. Ce n'est pas une situation très favorable au développement, pourtant souhaité, de la ville compacte.

La bonne performance globale du transport public doit être relative par type de liaison :

Le transport collectif n'est pas capable d'être le meilleur choix pour tous les déplacements dans la ville. Par exemple, dans la table XII-12 sur les coûts liés aux déplacements intra-zones et interzone en *VP* et en *TC* en Île-de-France, nous avons bien observé que le transport collectif est évidement moins attractif pour les déplacements de rocade (*PC-PC* et *GC-GC*) en Île-de-France.

TABLE XIII-4 : Comparaison du coût total de déplacement et le salaire moyen par heure dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei

Mode \ Villes		Île-de-France	Taipei
Salaire par heure		12,7	151
		(€/h)	(nt/h)
Coût total de déplacement rapporté au voy-km [1]			
Moto	Coût total/voy-km	0,88	6,23
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**6,69%**	**4,13%**
Automobile	Coût total/voy-km	1,07	12,95
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**8,43%**	**8,58%**
Bus	Coût total/voy-km	1,57	7,26
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**12,30%**	**4,81%**
Métro	Coût total/voy-km	1,11	9,42
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**8,81%**	**6,24%**
RER	Coût total/voy-km	0,88	
		(€/voy.-km)	
	(Coût total/voy-km)/salaire	**6,93%**	
Ensemble (VP) [2]	Coût total/voy-km	1,06	10,67
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**8,34%**	**7,07%**
Ensemble (TC)	Coût total/voy-km	0,92	8,38
		(€/voy.-km)	(€/voy.-km)
	(Coût total/voy-km)/salaire	**7,24%**	**5,55%**

[1] Coût total comprend le coût privé (fixe et usage), le coût du temps, le coût public et le coût externe

[2] VP consiste en moto et voiture

❖ Bilan des pouvoirs publics global et au salaire moyen par heure

Le bilan des pouvoirs publics est constitué des dépenses publiques (hors versement transport) et des coûts externes, d'où l'on déduit le produit des taxes spécifiques.

Ce bilan fait apparaître des différences fortes entre Taipei et l'Île-de-France.

- La moto apparaît relativement coûteuse en Île-de-France, pour l'essentiel du fait des coûts d'insécurité, beaucoup plus élevés qu'à Taipei. On doit toutefois rappeler que le coût d'insécurité est d'abord supporté par les usagers, si bien que la nature publique de ce coût est largement liée à des couvertures sociales.
- La voiture est toujours moins coûteuse pour les pouvoirs publics que les transports en commun, du fait des taxes qu'elle subit.
- L'écart entre l'Île-de-France et Taipei coucernant le coût public des transports publics est largement dû à la non prise en compte du versement transport dans la dépense publique.

TABLE XIII-5 : Comparaison du bilan des pouvoirs publics global par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles d'étude

Mode \ Villes		Île-de-France	Taipei
Salaire par heure		12,7	151
		(€/h)	(nt/h)
Bilan des pouvoirs publics global [1]			
Moto	Bilan pouvoirs publics global /voy-km	0,290	0,91
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	Bilan /salaire	**2,28%**	**0,60%**
Voiture	Bilan pouvoirs publics global /voy-km	0,017	0,44
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	Bilan /salaire	**0,14%**	**0,30%**
TC	Bilan pouvoirs publics global /voy-km	0,070	2,54
		(€/voy.-km)	(nt/voy.-km)
	Bilan /salaire	**0,55%**	**1,68%**

[1] Bilan des pouvoirs publics global est constitué des dépenses publiques et des coûts externes, d'où l'on déduit les recettes spécifiques

13.3 Les enseignements des comparaisons

On retiendra trois points des comparaisons entre modes et entre métropoles :

- Pour les pouvoirs publics, les transports collectifs sont toujours à l'origine de coûts plus élevés que la voiture, même lorsqu'on tient compte des coûts externes. Si ce constat mérite à être fait, il ne vaut pas condamnationdes transports publics. C'est le seul moyen de transport de masse des centres, et c'est, pour quelque temps encore, le seul qui puisse s'affranchir du pétrole. En revanche, ce constat amène d'interroger les politiques d'offre et les politiques tarifaires : le coût pour les pouvoirs publics doit pouvoir être diminué si on veut développer ces systèmes.
- Le coût public très élevé de la moto en Île-de-France, et son faible coût privé, résultent pour partie d'une allocation arbitraire des coûts d'insécurité. La perception de l'insécurité est bien réelle pour les usagers, c'est entre autres elle qui explique le faible taux d'usage de la moto en Île-de-France. Compte tenu des avantages privés (temps de parcours garanti et coût monétaire plus faible que la voiture) et publics (faible occupation d'espace), une politique de sécurisation de l'usage de ce mode a toute sa place alors dans une perspective de développement durable. La table XIII-6 montre que dans ce sens Taiwan réussit beaucoup mieux que l'Île-de-France.
- Le faible coût moyen de l'usage de la voiture pour les pouvoirs publics ne doit pas faire oublier que ce coût est élevé dans les centres denses. Une politique différenciant fortement les coûts d'usages entre les parties centrales et les parties périphériques est souhaitable.
- Enfin, la tarification des bus paraît assez incohérente en Île-de-France. Avec un coût plus élevé que celui de la voiture et du métro, il ne peut pas jouer le rôle qui pourrait être le sien dans une perspective de développement durable.

TABLE XIII-6 : Comparaison du taux des accidents routiers liée aux modes de moto et de voiture dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei

Mégapole d'Île-de-France				
Mode	Unité	Accidents	Victimes	
			Morts	Blessés
Voiture	Véhicule-Km (milliard)	43		
	Insécurité	9669	208	9165
	Insécurité /véh-km	225	5	213
Moto	Véhicule-Km (milliard)	1,627		
	Insécurité	5943	153	9668
	Insécurité/véh-km	3653	94	5942
Ensemble	Véhicule-Km (milliard)	44,627		
	Insécurité	20201	361	18833
	Insécurité/véh-km	453	8	422
Avantage entre moto et voiture		Moto > voiture	Moto > voiture	Moto > voiture
Mégapole de Taipei				
Mode	Unité	Accidents	Victimes	
			Morts	Blessés
Voiture	Véhicule-Km (milliard)	14,58		
	Insécurité	19563*	112	13568
	Insécurité /véh-km	1342	8	931
Moto	Véhicule-Km (milliard)	12,11		
	Insécurité	10459	77	15337
	Insécurité/véh-km	864	6	1266
Ensemble	Véhicule-Km (milliard)	27		
	Insécurité	30022	189	28905
	Insécurité/véh-km	1125	7	1083
Avantage entre moto et voiture		Moto < voiture	Moto < voiture	Moto > voiture

* Les accidents déclarés pour la voiture à Taipei sont plus élevés que le nombre des morts et des blessés, cela signifie qu'une partie des accidents n'a pas de victime.

** Les accidents déclarés pour la voiture et la moto comprennent déjà les victimes de piétons qui ont été touchés par les véhicules motorisés.

TROISIEME PARTIE :

Développement d'une mobilité plus durable dans les mégapoles

A partir des descriptions des transports et de la mobilité dans les mégapoles présentées dans la première partie et de l'évaluation quantitative des coûts de déplacement par activité dans la deuxième partie, nous avons pu identifier les caractéristiques respectives des coûts des modes dans les mégapoles pour les usagers, les pouvoirs publics et l'environnement.

La recherche d'une mobilité plus durable fait aujourd'hui partie de la culture commune dans les grandes villes mondiales. L'Île-de-France et Taipei n'échappent évidemment pas à la règle. Nous présentons dans une première partie (chapitre 15) les projets et perspectives de ces deux métropoles. Notre travail sur la mobilité et les coûts liés à l'usage de moyens de transport, à l'échelle des métropoles ou à l'échelle plus désagrégé des types de liaison, nous permet également de positionner l'usage des modes sur une grille d'évaluation de leur contribution aux différentes dimensions (économique, sociale, financière, environnementale, urbaine) du développement durable. Nous présentons cette grille dans le chapitre suivant (chapitre 16), et positionnons l'intérêt de l'usage des modes, dans le contexte spatial, pour rapport aux différentes dimensions de cette grille. Nous sélectionnerons enfin une série limitée de mesures potentielles et analyserons, en fonction des résultats, leur pertinence par rapport à la mobilité durable et à l'intermodalité dans les mégapoles.

CHAPITRE 14 : LES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DURABLE DANS LES MEGAPOLES

Nous présentons ci-dessous les plans de transport urbain à moyen et à long terme et leurs objectifs chiffrés pour les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei. Ils font apparaître des coûts de développement des réseaux de transport public importants Ensuite, nous proposons des perspectives de développement durable fondées sur la base des calculs de notre recherche, plus axées sur des réformes tarifaires concernant le stationnement et la tarification des transports publics, qui intègrent mieux la question de la soutenabilité financière des systèmes.

14.1 Île-de-France : les perspectives de développement durable à travers le SDRIF, le PDU et PDP de Paris

L'évolution du système de transport francilien est régie par différents documents de planification, dont nous ne rappelons ici très brièvement que les orientations générales.

Le *PDU*[104] d'Île-de-France a été adopté en 2001. Son objectif majeur était, en conformité avec la loi sur l'Air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, de définir des mesures propres à faire baisser la circulation routière en Île-de-France. Du fait même de cet objectif, il a rendu caduc un autre document de planification, le Schéma Directeur d'Île-de-France (*SDRIF*), adopté en 1994, qui prévoyait des croissances des trafics et planifiait les investissements correspondants. Le *PDU* d'Île-de-France prévoyait un grand nombre de mesures propres à aller vers cet objectif, mais sa mesure phare était le programme « Mobilien » qui consistait en la transformation de 150 lignes de bus en lignes avec un niveau de service fortement amélioré (amélioration de la fréquence et de la vitesse avec des mises en site propre partiel, information des voyageurs sur les temps de parcours, traitement soigné des connexions avec les gares et les stations de métro, etc.). Les crédits inscrits au budget régional pour cette seule mesure totalisent 150 millions d'euros. Une quarantaine de lignes ont pu être ainsi transformées à Paris et en petite couronne, car les transformations induites sur la voirie prennent beaucoup de temps de concertation entre acteurs. Le *PDU* adopté en 2000 est actuellement en révision. Il a été suivi d'un plan de déplacements de Paris (*PDP*) en cours d'exécution. Le projet de nouveau Sdrif a quant à lui été arrêté le 15 février 2007 par la région. Son adoption définitive dépend d'une concertation avec l'État, qui a marqué son désaccord sur certaines options en septembre 2007. Ce document d'orientation fixe les priorités pour les contrats de plan État-région (*CPER*) qui programment les investissements en fonction des ressources disponibles. Nous examinons ci-dessous les principales options, successivement à l'échelle de Paris et à celle de la région.

14.1.1 Les perspectives à Paris intra-muros

La politique conduite par la mairie de Paris s'est inscrite dans la logique du *PDU*, en l'amplifiant. Les mesures phares de cette politique ont été la réalisation de couloirs bus très larges permettant une cohabitation des vélos et des bus, la réduction drastique de l'offre de stationnement gratuite, et le développement de l'offre de stationnement à priorité résidentielle avec un tarif extrêmement attractif (0,5 euros par jour, contre 1 à 3 euros par heure pour le

[104] PDU : Plan de Déplacement Urbain de la Région Île-de-France

stationnement à destination). En outre, l'offre de déplacements en vélo a été considérablement renforcée avec la mise en place de Vélib'[105], un système de près de 20600 vélos en libre service, et le tramway des maréchaux est venu remplacer, sur une partie de son tronçon, une ligne de bus circulaire déjà fortement protégée. Il sera prolongé dans les années à venir et formera à terme une boucle complète entourant Paris. Cette politique globale s'est traduite par une baisse importante de l'espace pour la circulation générale et pour le stationnement à destination. Les résultats, au regard des objectifs poursuivis, sont impressionnants : baisse du trafic automobile de 17 % à Paris (hors boulevard périphérique), avec une baisse significative de la vitesse. Les usages du bus se sont moins développés que prévu, mais beaucoup de reports ont eu lieu sur le métro, dont plusieurs lignes sont aujourd'hui saturées, et sur les scooters et motos, dont le trafic a fortement cru.

Après la mise en œuvre du *PDU* en 2001, nous pouvons constater l'évolution des usages des modes à Paris entre 2002 et 2007 dans la table et la figure suivante. La croissance de l'usage des transports public est très positive pour le métro, faible pour les bus, et l'usage de voiture a décru à Paris. En revanche, l'usage de deux roues, y compris le vélo et le deux-roues motorisés, est de plus en plus élevé, notamment pendant les années 2006 et 2007. Il reste toutefois à un niveau global assez faible.

TABLE XIV-1: L'évolution des usages des modes à Paris entre 2002 et 2007

Mode	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2-roues [2]	Indice d'évolution annuelle du nombre de 2-roues					
Vélo	1.0 [1]	1.31	1.37	1.44	1.42	1.89
2-Roues motorisés	1.0 [1]	0.98	1.02	1.11	1.11	1.22
Véhicule motorisé	Evolution annuelle de la circulation (véhicules-km par heure)					
Voiture [3]	8070	7864	7686	7509	7413	7353
	1.0 [1]	0.97	0.95	0.93	0.92	0.91
Transport public	Nombre de voyages effectués (en millions de voyages effectués)					
Bus	356	346	352	335	330 [4]	363
	1.0 [1]	0.97	0.99	0.94	0.93	1.02
Métro	1283	1248	1336	1373	1410	1388
	1.0 [1]	0.97	1.04	1.07	1.10	1.08

[1] 1= valeur de référence, moyenne annuelle 2002

2 Etabli à partir de comptages réalisés sur un échantillon de 6 sites, un mardi sur deux, pendant les période horaires : 8h30-9h30 et 17h30-18h30

[3] Y compris la circulation dans Paris intra-muros et sur le boulevard périphérique pour les jours ouvrables entre 7h00 et 21h00.

[4] Mise en service du tramway T3 (décembre 2006)

Source : Le bilan des déplacements à Paris, Mairie de Paris, 2007

[105] Il y a 41 millions de trajets après 18 mois de fonctionnement.

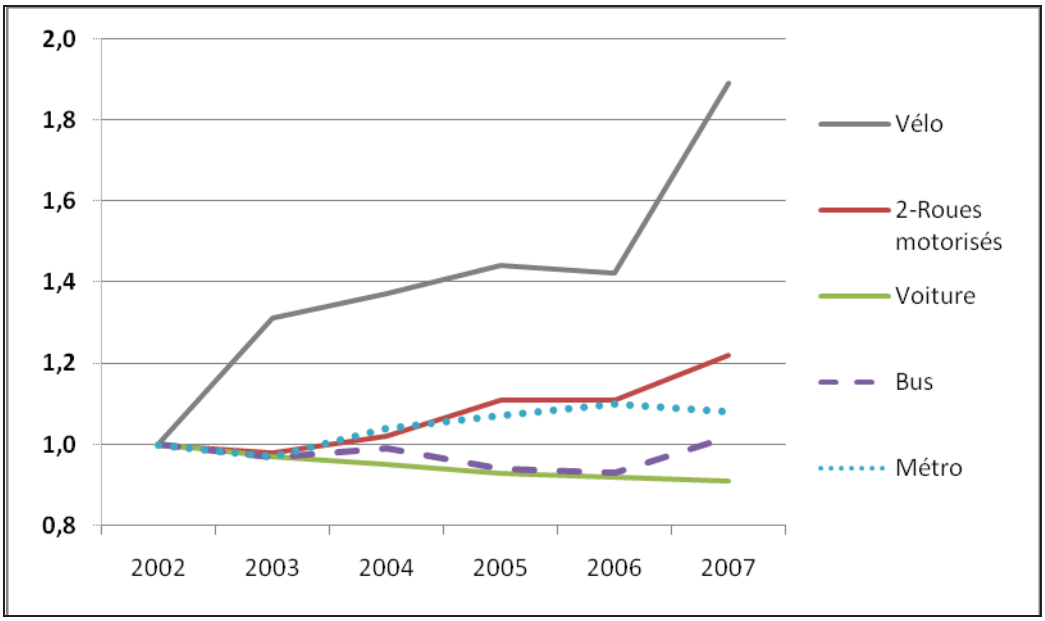


FIGURE XIV-1 : Evolution des usages des modes à Paris fondée sur la valeur de référence en 2002

La poursuite de cette politique est programmée par le Plan local de déplacements adopté en 2007, qui prévoit une baisse de la circulation automobile d'un tiers dans Paris d'ici 2020, compensée par un développement de l'offre de transport public, mais qui s'accompagnera aussi d'une augmentation de la circulation des deux roues motorisés.

TABLE XIV-2: Enjeux et réponses liés aux perspectives de développement d'ici 2020 en IDF

Enjeux	Réponses
➢ Un enjeu de santé publique et de développement durable : améliorer la qualité de l'air, réduire les nuisances liées aux transports. - le Plan Climat vise à lutter contre le réchauffement de la planète. - le Plan de lutte contre le bruit vise à réduire la gêne sonore induite par le trafic routier ➢ Un enjeu social et sociétal : améliorer la mobilité pour tous. - en privilégiant l'offre de transports en commun, l'adapter aux déplacements familiaux ; - en rendant plus juste la grille tarifaire mais aussi garantir l'égalité d'accès des personnes handicapées aux déplacements. ➢ Un enjeu urbain : valoriser, moderniser, embellir et mieux partager l'espace public. - Il est indispensable de fixer les principes d'un partage rééquilibré de l'espace public entre les différents usagers, pour que chacun puisse se déplacer dans une ville plus agréable à vivre. - Les règles de la cohabitation dans l'espace urbain mais aussi les comportements doivent évoluer pour donner la place au comportement pacifié, respectant mieux les plus vulnérables. ➢ Un enjeu économique : encourager la vitalité économique de Paris et de l'agglomération. - la vitalité de certains secteurs majeurs de l'économie parisienne, et le commerce et le tourisme, est liés à la qualité de l'offre de transports proposée dans Paris et son agglomération. - l'enjeu du transport des marchandises indispensable à la vie économique, sociale et domestique parisienne, reste à construire au niveau de l'agglomération. ➢ Un enjeu régional : renforcer les solidarités régionales à l'échelle de la zone dense et de la région. - les collectivités franciliennes sont amenées à relever ensemble des défis majeurs en termes d'équité, de droit à la mobilité pour tous, de lutte contre la pollution et de dégradation du paysage urbain. Il existe à cet égard une prise de conscience réelle de la part des Parisiens sur la nécessité de donner la priorité aux déplacements de banlieue à banlieue et de Paris à la banlieue, dont la desserte est encore anormalement insuffisante.	➢ Poursuivre la démarche engagée qui a amorcé un changement des habitudes de déplacement. La circulation des véhicules motorisés a baissé fortement, sans dégradation notable des vitesses moyennes. Cette baisse du trafic s'est accompagnée d'une hausse importante de la fréquentation des transports collectifs pendant la même période (2001-2005). En matière de gaz à effet de serre, l'évolution globale attendue pour les émissions de dioxyde de carbone en 2007 par rapport à 2002 est une baisse de 9 %. À la différence des oxydes d'azote, cette baisse est exclusivement liée aux aménagements de voirie et à la baisse du trafic dans Paris. ➢ Des actions à articuler dans le temps et l'espace. La politique des déplacements parisienne se donne pour orientation majeure d'améliorer la mobilité de tous dans une perspective de développement durable. -donner la priorité au développement de nouvelles offres de transports alternatives à la voiture ; -faciliter la mobilité des acteurs prioritaires ; - intégrer la politique parisienne dans une vision partagée de l'agglomération. Pour cela, il est nécessaire de renforcer la mise en cohérence et la mise en perspective de notre politique, dans le temps et dans l'espace. Cette stratégie se décline au travers de cinq grands types d'actions, décrits dans les chapitres qui suivent : - développer les alternatives aux déplacements individuels motorisés ; - réduire la circulation motorisée ; - faciliter les déplacements à vocation économique ; - agir en faveur du stationnement résidentiel ; - partager et embellir les espaces publics. ➢ Des objectifs chiffrés - Des objectifs chiffrés des déplacements de personnes ; - Des objectifs chiffrés en termes d'environnement et de santé publique ; - Des objectifs chiffrés pour les marchandises ; Voir la table suivante sur les objectifs chiffrés détaillés.

Source : Projet de plan de déplacements de Paris, Mairie de Paris, 2007

TABLE XIV-3 : Les objectifs chiffrés pour les perspectives en 2013 et en 2020 en Île-de-France

Des objectifs chiffrés des déplacements de personnes		
1.	En termes de pratiques de déplacement	
	en 2013	L'ensemble des actions du PDP visent à permettre aux usagers de recourir davantage à des pratiques de déplacement durable. Ainsi, le premier objectif fixe une part des TC, taxis, vélo et marche (75% en 2001) en augmentation pour atteindre : 80 % des déplacements de personnes intéressant Paris[1].
	en 2020	Vers l'objectif de 83 % des déplacements de personnes intéressant Paris par rapport à 75% en 2001.
2.	En termes d'offre de transports publics	
	en 2013	20 % d'augmentation de l'offre de voyages sur les réseaux TC intéressant Paris, qui passe d'une capacité de 9,6 millions en 2001 à 11,5 millions en 2013 de voyages.
	en 2020	30 % d'augmentation de l'offre de voyages sur les réseaux TC intéressant Paris, soit 12,4 millions de voyages en 2020.
3.	En termes de trafic en véhicule personnel	
	en 2013	Baisse de 26 % du trafic sur le réseau mesuré par rapport à 2001.
	en 2020	Baisse de 40 % du trafic sur le réseau mesuré par rapport à 2001.
4.	En termes d'accès à la ville pour tous	
	en 2013	La mobilité des personnes ayant déclaré un handicap à l'EGT aura augmenté de 15 % par rapport à l'EGT 2001.
	en 2020	La mobilité des personnes ayant déclaré un handicap à l'EGT aura augmenté de 25 % par rapport à l'EGT 2001.
Des objectifs chiffrés en termes d'environnement et de santé publique		
1.	Qualité de l'air	
	en 2013	Les concentrations de dioxyde d'azote mesurées à proximité du trafic seront en dessous du seuil de 40 µg/m3 pour 50 % des rues parisiennes intra-muros.
	en 2020	Les concentrations de dioxyde d'azote mesurées à proximité du trafic seront en dessous des seuils fixés par l'Union Européenne pour 100 % des rues parisiennes intra-muros.
2.	Gaz à effet de serre	
	en 2013	Réduction de 25 % des émissions de CO_2 dues à la circulation dans Paris.
	en 2020	Réduction de 60 % des émissions de CO_2 dues à la circulation dans Paris.
3.	Bruit de la circulation	
	en 2013	65 % du linéaire de voies parisiennes seront passés en dessous de la classe 5 du classement acoustique.
	en 2020	80 % du linéaire de voies parisiennes seront passés en dessous de la classe 5 du classement acoustique.
4.	Sécurité des déplacements	
	en 2013	Baisse de 55 % des victimes de la circulation et de 65 % des tués sur Paris.
	en 2020	Baisse de 70 % des victimes de la circulation et de 80 % des tués sur Paris.
Des objectifs chiffrés pour les marchandises		
	en 2013	Augmentation de 60 % du tonnage de marchandises entrant dans Paris par le fer ; augmentation de 40 % du tonnage de marchandises entrant par la voie d'eau. Harmonisation des réglementations livraisons entre Paris et les communes limitrophes.
	en 2020	Augmentation de 110 % du tonnage de marchandises entrant dans Paris par le fer ; augmentation de 75 % du tonnage de marchandises entrant par la voie d'eau.

[1] Selon la nomenclature, les "déplacements intéressant Paris" concernent les déplacements ayant leur origine et/ou leur destination à Paris, c'est-à-dire l'ensemble des déplacements Paris/Paris et Paris/banlieue.

Source : Projet de plan de déplacements de Paris, Mairie de Paris, 2007

14.1.2 Les perspectives des projets à l'échelle de l'Île-de-France : le SDRIF

Le nouveau schéma directeur de l'Île-de-France, qui remplace le schéma de 1994, est fondé sur 3 priorités politiques : favoriser l 'égalité sociale et territoriale et améliorer la cohésion sociale ; anticiper et répondre aux mutations ou crises majeures, notamment liées au réchauffement climatique et au renchérissement des énergies fossiles ; le maintien du rayonnement mondial de l'Île-de-France. Ces objectifs se traduisent par des objectifs ambitieux en matière de construction de logements, et notamment de logements sociaux, avec une priorité forte au cœur de l'agglomération qui rend nécessaire une optimisation et une intensification du foncier. En matière de transports, l'essentiel des projets concerne le développement des transports collectifs (mais aussi le vélo) sous une orientation générale de « développement d'une mobilité raisonnée des personnes ».

Les moyens sont le maillage par des lignes structurantes en rocade, la réalisation de tangentielles ferrées et le développement de sites propres sur voirie, mais aussi de nombreux prolongements de métro. Les perspectives de développement pour le transport en Île-de-France, telles que dessinées par le *SDRIF*, sont extrêmement tranchées. Les investissements routiers sont extrêmement limités, et plusieurs chantiers prévus par l'État (qui joue un rôle en Île-de-France pour les routes nationales et les autoroutes) sont écartés, comme le bouclage Ouest de la francilienne et la prolongation de l'A12. En revanche, la liste des projets de transport collectif à horizon 2020 est impressionnante : des grands projets de rocade ferroviaire (Arc express en moyenne couronne, des tangentielles ferroviaires en grande couronne, à quoi s'ajoutent 14 projets de prolongement de métro, 4 projets de prolongement de RER, 7 projets de *TCSP* décidés en technologie tramway, 27 autres projets de *TCSP* dont la technologie n'est pas encore choisie.

La carte ci-dessous, établie à horizon 2015, rend compte d'une partie de ces projets. Elle fait apparaître que la direction de développement de *TC* en Île-de-France vise à renforcer les liaisons de *TC* en banlieue, notamment pour les déplacements en rocade en petite couronne. Les cartes suivantes proposent des « zooms » sur la zone centrale.

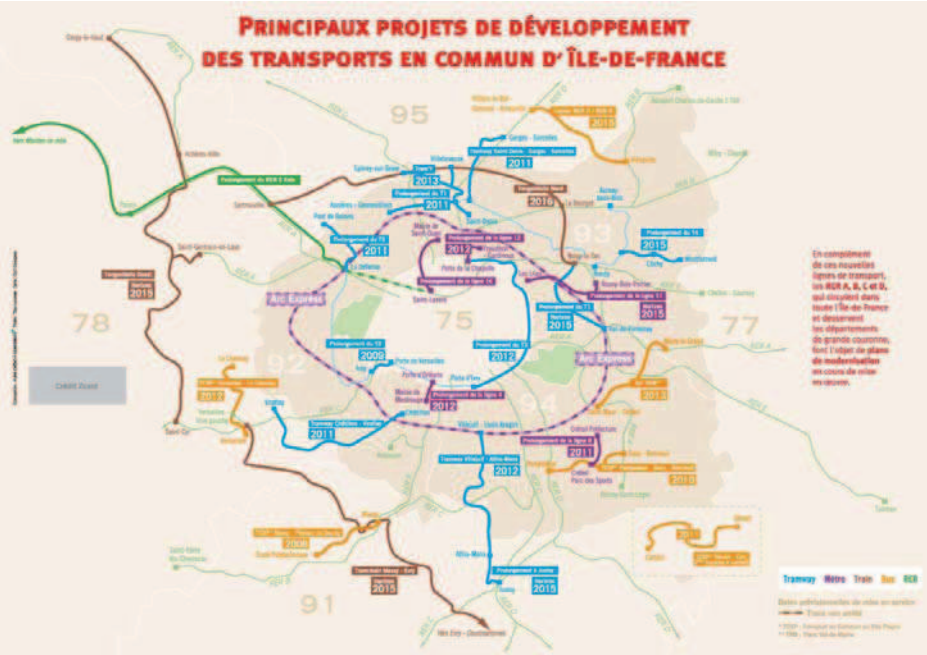


FIGURE XIV-2 : Principaux projets de développement des transports en commun d'Île-de-France

Source : Groupe CACRPG, 2009

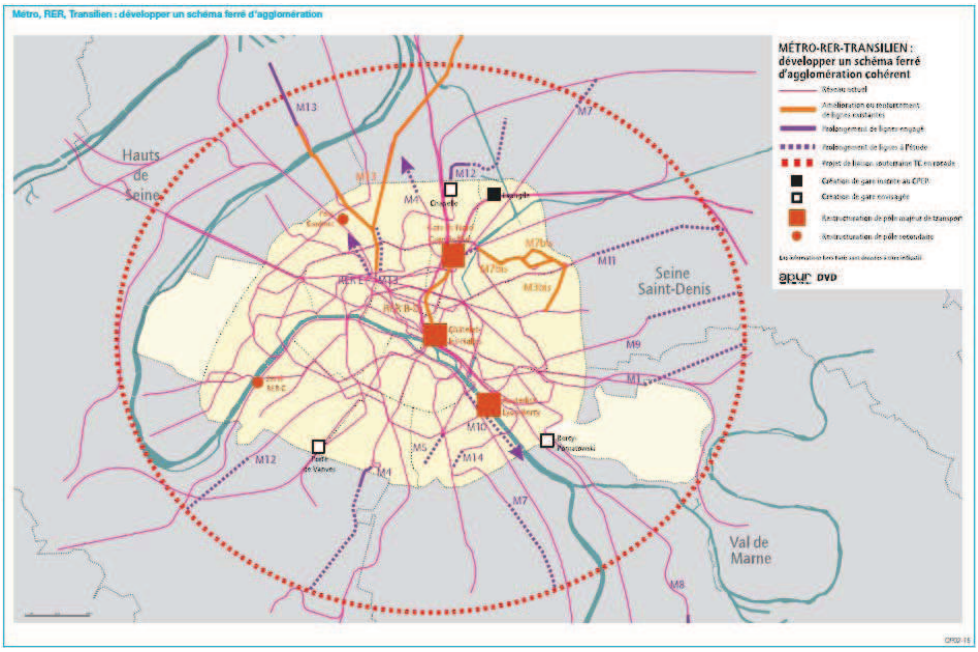


FIGURE XIV-3: Schéma de développement du transport ferré en banlieue proche

Source : Projet de plan de déplacements de Paris, Mairie de Paris, 2007

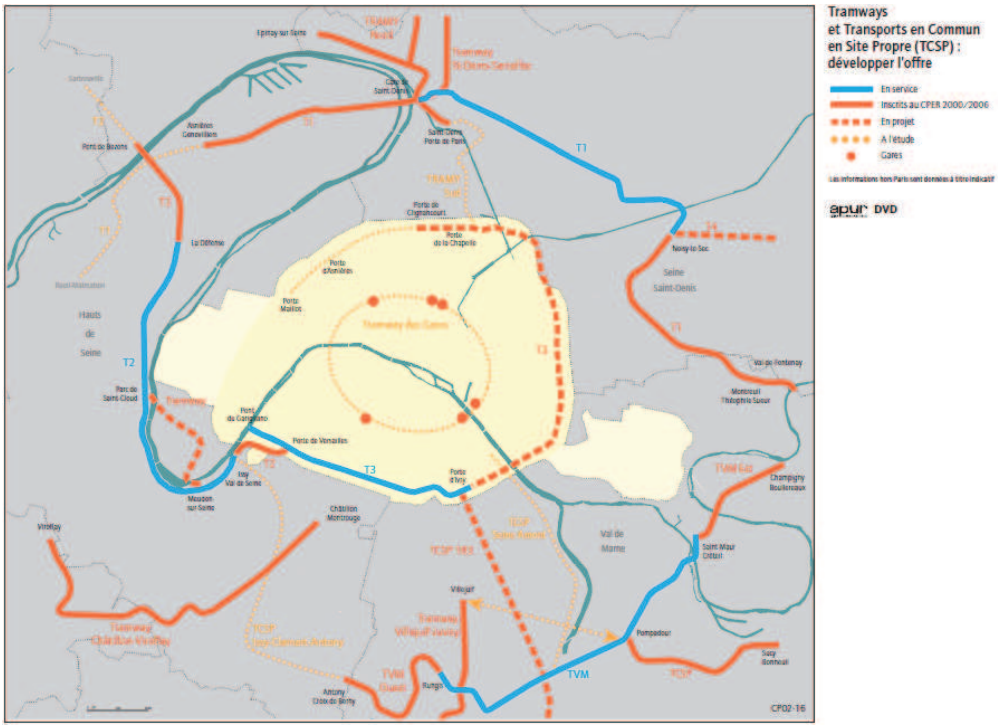


FIGURE XIV-4: Schéma de développement du tramway et *TCSP* en banlieue proche

Source : Projet de plan de déplacements de Paris, Mairie de Paris, 2007

L'ensemble des projets mentionnés représente un investissement très important, d'autant qu'ils se superposent à des investissements de modernisation de certaines lignes de métro et de *RER* existantes, des investissements pour améliorer l'accessibilité des services aux handicapés et des investissements importants dans les matériels roulants. C'est une des raisons des réserves de l'État émises dans l'avis de septembre 2007. En faisant référence aux contrats de plan État-région, qui sont les dispositifs de programmation et de financement effectif des projets[106], il fait remarquer que « le coût des projets (35 milliards d'euros au total) suppose des investissements plus de deux fois supérieurs à l'engagement de 4 milliards des collectivités publiques dans le contrat État région de 2000-2006 en phase I (2007-2013) et plus de trois fois supérieure en phase II (2014-2020)[107]. C'est la raison pour laquelle une première position de négociation a été adoptée par la région en mars 2009 avec un « plan de mobilisation pour les transports » réduit à 18,6 milliards d'euros, comprenant 7,3 milliards pour les urgences (mise en accessibilité pour les handicapés, commandes de matériel roulant désaturation de la ligne 13 et prolongement de la ligne 14), 6,3 milliards pour les projets à accélérer dont 7 nouveaux tramways et une tangentielle ferrée, et 5 milliards pour les grands projets (arc express et prolongement Ouest de la ligne E).

La réserve de l'État était non seulement fondée sur le coût total des projets, mais aussi sur leur caractère dispersé et sur leur caractère plus local que régional. C'est pourquoi il n'est pas tout à fait étonnant que l'État ait proposé en 2009 une autre vision, fondée sur un investissement prioritaire d'ampleur régionale, le « Grand huit ». Une enveloppe d'investissement de 35 milliards d'euros est avancée dont 21 devraient être consacrés au "grand huit". Ce grand huit est un métro en partie souterrain (projet en double escargot), qui doit relier les pôles d'activité majeurs (aéroports, La Défense, plateau de Saclay, Marne la vallée). Il serait composé de double rocades de métro automatique souterraines ou aériennes reliant :

- à l'ouest : une branche Carrefour Pleyel – La Défense – Versailles Saclay – Orly – Villejuif plus une autre branche La Défense – Issy – Villejuif
- à l'est : Villejuif – Descartes Noisy – Clichy Montfermeil Sevran – Le Bourget – Pleyel

Long de 130 kilomètres, ce grand huit sera entièrement automatisé, il devrait fonctionner jour et nuit à 80 km/h et être connecté aux principales stations de métro. Par ailleurs, l'Etat soutiendra la poursuite de certains projets portés par la région: prolongement des lignes de métro, dont la ligne 14 (au nord vers Roissy par Pleyel-Le Bourget et au sud vers Villejuif-Rungis et Orly) pour désengorger la 13.

[106] Ils ont concouru et concourent toujours à la réalisation de lignes de transport lourd et de tramways, mais aussi à l'amélioration des pôles dans une perspective d'intermodalité

[107] Avis de l'État sur le projet de Sdrif, septembre 2007

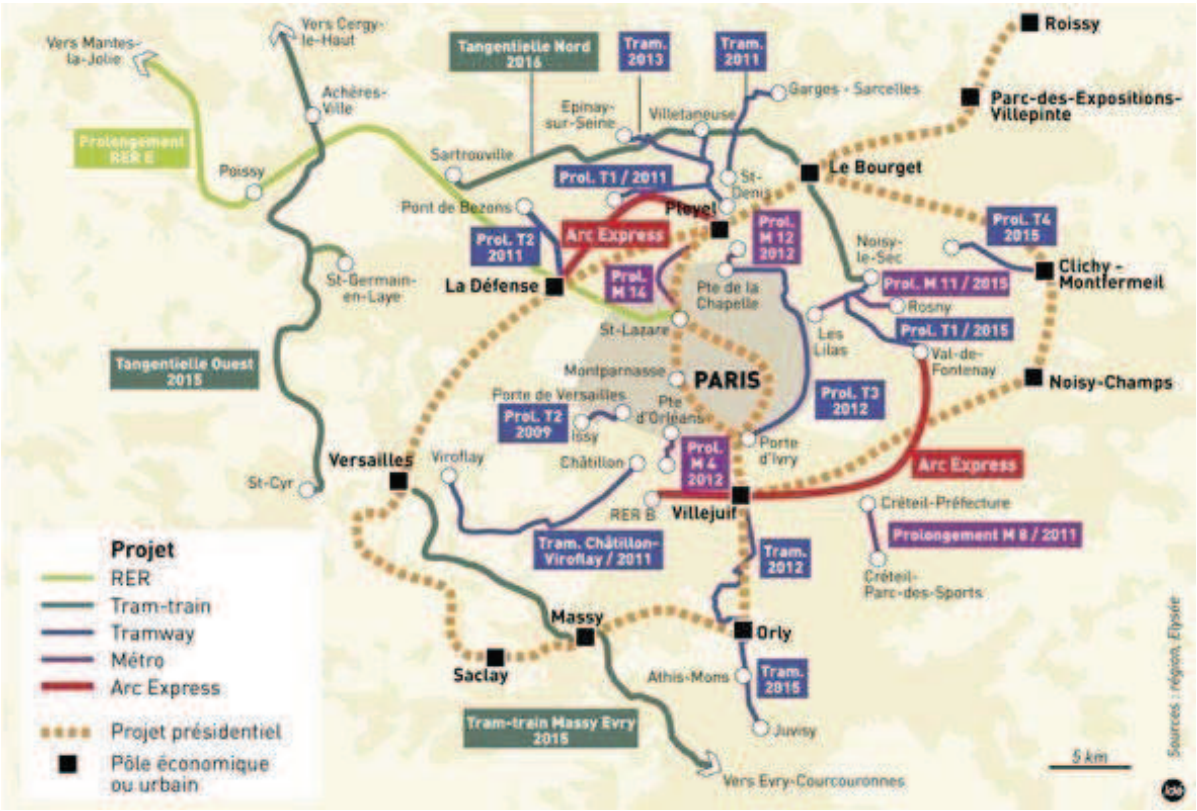


FIGURE XIV-5: Projet de Grand Huit en Île-de-France

14.1.3 L'intérêt et les limites de ces projets

Même s'il est difficile aujourd'hui de dire ce que l'avenir réservera aux différents projets passés en revue, il est clair que les orientations du *SDRIF*, comme celles du *PDU*, sont en résonance avec de nombreux exercices de planification dans d'autres villes européennes. La volonté de faire diminuer les trafics automobiles (qui s'est traduite par la mise en place de péages dans des villes norvégiennes, à Londres et à Stockholm, par des investissements lourds en métro à Madrid, par des restrictions fortes à la circulation automobile dans nombre de villes italiennes), la volonté de faire jouer aux transports collectifs un rôle plus important, celle d'un rôle accru pour le vélo, à l'instar de ce qui se passe aux Pays-Bas, au Danemark, ou en Allemagne sont partout présentes.

Les documents franciliens sont devenus beaucoup plus attentifs aux liaisons inter-banlieues par rapport aux exercices comparables des années quatre-vingt, qui ont débouché sur la réalisation d'Eole et de Météor, devenue la ligne 14. Ils sont orientés par une double préoccupation : l'économie d'espace d'une part, d'autant plus importante que le *SDRIF* souhaite redensifier la zone centrale, la maîtrise des consommations de carburant et des émissions polluantes locales (particulièrement marquée dans le Plan de déplacement de Paris).

De ces points de vue, on peut considérer qu'ils sont orientés par une perspective de développement durable. En revanche, ils ont également pour point commun des thèmes qui ne sont pas, ou très marginalement abordés :

- Les conséquences en termes de temps de déplacement pour les usagers des options retenues, et l'analyse des adaptations spontanées des usagers à des difficultés croissantes de circulation automobile. C'est particulièrement vrai pour le PdP de Paris,

alors même que les travaux de *Prud'homme*, *Kopp*, *Bocarejo*[108] ont montré des pertes sociales significatives liée à la première partie de la politique parisienne, que des travaux plus récents, non encore publiés de *Kopp*[109], font état d'une contribution très significative et positive de ce mode (de 15 à 19 % de la circulation de véhicules motorisés à Paris, selon les heures, avec un pic à l'heure de pointe du soir), et que les travaux prospectifs de *Massot et Orfeuil* pour l'*Ademe*[110] montrent une contribution potentielle de véhicules légers, peu encombrants et électriques supérieure de plusieurs ordres de grandeur à l'usage actuel des deux-roues.

- Les conséquences en termes de besoin de financement des transports publics. Les chiffrages proposés ci-dessus concernent uniquement l'investissement, et il paraît déjà difficile de financer tous les projets. Comme l'ont montré nos calculs (deuxième partie), ceux qui seront réalisés généreront des besoins de financement pour l'exploitation, car les ressources issues des usagers sont aujourd'hui très loin de couvrir les seuls coûts d'exploitation. Là encore, les travaux de *Orfeuil* sur les évolutions passées[111], de *Faivre d'Arcier*[112] sur des scénarios prospectifs contrastés, montrent l'importance de questions relatives aux modes de contractualisation, d'exploitation et de tarification pour aller vers un développement financièrement soutenable de l'offre de transport public. Dans la conclusion de son rapport, *Faivre d'Arcier* propose de « lier financement et performance pour une mobilité urbaine durable » et souligne que, dans les grandes villes de province, il est désormais reconnu qu'il ne suffit pas d'augmenter les véhicules-km pour gagner de la clientèle et surtout améliorer l'équilibre financier des réseaux. Les choix d'investissement doivent être plus raisonnés, tant sur le plan des coûts d'investissement que sur celui de l'attractivité de la nouvelle offre ou encore sur celui des coûts d'exploitation supplémentaires. ». Enfin, les exercices comparatifs internationaux (projet européen Maretope en 1998, séminaire du Gart de 2009) font apparaître des différences très notables de couverture des coûts par les recettes, allant de 30 à 80 % selon les pays européens.

C'est la raison pour laquelle, après l'examen des documents de planification de Taipei, nous consacrerons la partie suivante à l'examen de quelques politiques possibles inspirées de nos analyses de coût, fondées sur des approches renouvellées de la tarification du stationnement d'une part, sur une plus grande étendue de la gamme tarifaire des transports en commun de l'autre, et intégrant dans les deux cas les rôles possibles des deux-roues.

---

[108] Prudhomme R, Kopp P, Bocarejo JP (2006), Évaluation de la politique parisienne des transports, Revue Transport n° 434 pp347-360

[109] Kopp P 2009, "La contribution des deux-roues motorisés à la mobilité dans une grande métropole: le cas de Paris, non publié au 20/07/2009

[110] Massot M.H, Orfeuil J.P., Proulhac L, 2009. À la recherché d'un marché pour un petit véhicule urbain, rapport pour l'Ademe

[111] Orfeuil J.P., 2005 L'évolution du financement public des transports urbains, Infrastructure et mobilité n° 49

[112] Faivre d'Arcier B, 2008 Prospective pour un financement durable des transports publics urbains, rapport au Predit, 166 pages

14.2 Le plan de transport urbain pour une mobilité plus durable à Taipei

Le développement du transport urbain dans la mégapole de Taipei est proposé conjointement par le gouvernement municipal de Taipei City et Taipei Country. A cause de la mobilité quotidienne fréquente à travers de ces deux territoires, le plan de développement du transport urbain doit impliquer ces deux villes. Ce n'est qu'en 2003, dans la mégapole de Taipei, qu'un rapport sur la planification de transport compréhensive pour la mégapole de Taipei[113] (Taipei city et Taipei Country) est publié. Il consiste en plusieurs perspectives de développement du transport urbain d'ici à 2025 à Taipei.

Face au défi de l'usage de véhicule motorisé et de son impact environnemental, le contrôle de la croissance de nombre de véhicules motorisés et le transfert de l'usage du véhicule motorisé vers l'usage des transports publics et des modes non-motorisés sont les directions de développement prioritaires. Pour cela, l'augmentation de la capacité de transport public et l'amélioration des services de transport public constituent les points urgents à développer à Taipei afin de donner la même qualité de service entre *TC* et *VP* aux passagers.

Le nombre de déplacements quotidiens à Taipei prévu en 2030 est encore 1.5 fois plus élevé que celui de 2003. De plus, la part modale des *TC* (bus et métro) en 2030 devrait être 1.5 fois plus élevée que celle en 2003. En revanche, la part modale de voiture et de moto en 2030 serait plus faible que le niveau de l'année 2003. Cela signifie que le réseau de *TC* doit être plus solide afin de satisfaire la croissance des déplacements quotidiens à Taipei. Pour cela, le développement et l'intégration du réseau de métro et de bus sont l'axe primordial dans le plan de développement du transport urbain à Taipei.

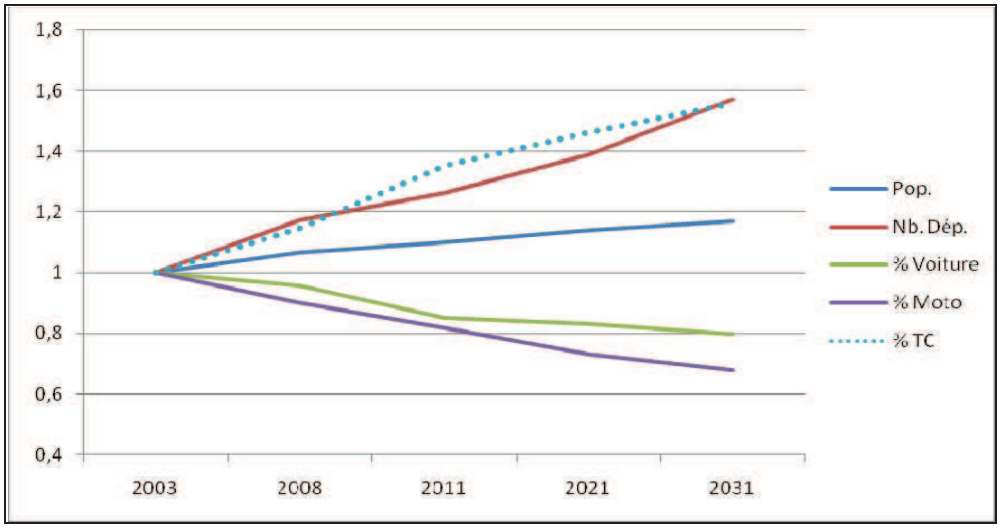


FIGURE XIV-6: Croissance prévisionnelle de la population, de déplacement, de VP et de TC

Source: Department of transportation, Taipei City Government, 2001

Tout d'abord, la politique de transport public vise d'une part à prolonger le réseau de métro (le projet de métro à moyen terme en 2015 est déjà approuvé) et d'autre part à développer les voies réservées de bus (le projet de *BRT*). En fait, le gouvernement municipal de Taipei

[113] The comprehensive transportation planning in the Taipei metropolis, 2003, Taipei City Government (TCG)

prévoit que le système de transport public doit occuper au moins 50% des déplacements à Taipei à moyen terme, par rapport à 42% en 2005.

De plus, la politique liée au transport vert se focalise sur la mise en construction des voies cyclables et l'encouragement des véhicules moins polluants (notamment pour la moto moins polluant). Par exemple, dans Taipei city, le nouveau projet de vélo en libre service (SmileBike) a été inauguré en mars 2009 (avec mille vélos pour l'instant, seulement).

En ce qui concerne la politique de transport routier, elle vise en priorité à réduire l'insécurité de trafic routier, notamment pour l'usage de moto. En deuxième lieu, il faut améliorer la qualité des voies périphériques afin d'éviter les voitures qui transitent dans les zones denses. En outre, il faut aussi renforcer le management du stationnement pour réduire l'usage de la voiture dans la ville centrale et séparer l'espace public entre le stationnement des motos et les piétons.

A la suite du plan de développement proposé par le gouvernement municipal en 2001, nous indiquons les évolutions principales des usages des modes à Taipei entre 2001 et 2007 : le nombre de voyageurs en métro augmente fortement, la croissance des correspondances entre le bus et le métro est très forte (environ 30% des voyageurs en métro utilisent aussi le bus dans le même déplacement en 2007), la croissance du nombre de véhicules motorisés est de plus en plus faible (pour la voiture, la croissance est négative depuis 2005), et la croissance du nombre de stationnements dans les stations de métro est forte (notamment pour les stationnements de vélos).

TABLE XIV-4: L'évolution des usages des modes à Taipei entre 2001 et 2007

Mode	Unité	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Transport public								
Métro	millier voyageurs/jour	794	889	866	960	988	1052	1140
Distance de métro	Km	65,1	65,1	65,1	67	67	74,4	76,6
Bus-city	millier voyageurs/jour	681	647	612	625	617	616	625
Bus-country	millier voyageurs/jour	1184	1127	1066	1082	1062	1073	1088
Corres. Bus-métro*	millier voyageurs/jour	113	146	198	343	349	358	384
Véhicule motorisé								
Voiture-city	milliers véhicules	586	607	622	635	651	655	650
Voiture-country	milliers véhicules	686	708	731	745	777	782	780
Moto-city	milliers véhicules	970	972	994	1018	1031	1046	1064
Moto-country	milliers véhicules	1776	1828	1904	1979	2036	2094	2156
Stationnement dans la station de métro								
Pour voiture	Place de stationnement	2584	2418	2573	2882	2882	3155	2875
Pour moto	Place de stationnement	5429	6138	6561	6722	6948	8711	8547
Pour vélo	Place de stationnement	5976	6851	7437	8272	8020	9317	9853

* Correspondance entre le bus et le métro

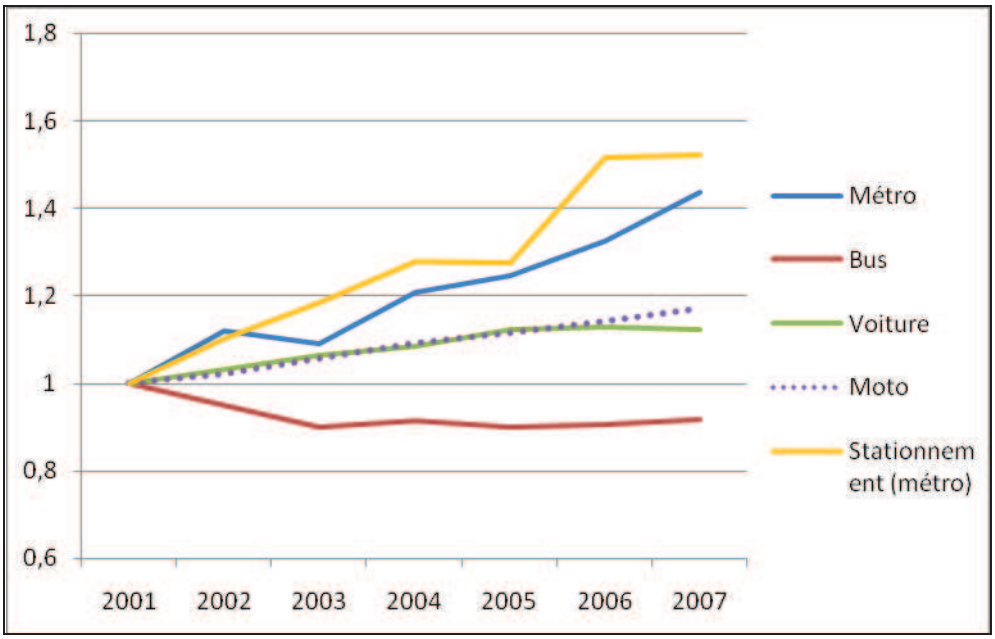


FIGURE XIV-7: Evolution des usages des modes à Taipei fondée sur la valeur de référence en 2001

Source: Taipei City Government, Taipei Country Government, Taipei Metro Company

Le rapport sur la planification compréhensive du transport urbain dans la mégapole de Taipei de 2003, présente le chemin de développement à court terme (2001-2006), à moyen terme (2007-2015) et à long terme (2016-2025). Le détail des développements sur 11 perspectives est montré dans la table suivante.

Tout d'abord, à la suite de l'évolution des l'usage des modes pendant les années 2001 et 2007, il reste deux points paradoxaux par rapport aux objectifs : l'un est la croissance du nombre de véhicules motorisés et l'autre est le nombre de voyageurs en bus. En effet, il n'y a pas de politique forte pour limiter strictement le nombre ou l'usage des véhicules motorisés (comme les taxes spécifiques etc.) à Taiwan. Quant au réseau de bus, il est défini comme un mode assistant à Taipei pour compléter le réseau de métro, c'est la raison pour laquelle le nombre de voyageurs n'augmente pas lorsque le réseau de métro s'étoffe. Selon la croissance des correspondances entre bus et métro, nous voyons que le bus peut efficacement renforcer les points faibles de métro, du fait qu'il y a un tiers de voyageurs en métro 2007 qui utilisent aussi le bus dans le même déplacement.

De plus, le développement des voies du bus en site propre est aussi proposé dans le plan de développement du transport urbain à moyen terme dans la mégapole de Taipei, voir la figure XIV-8. L'objectif de *TCSP* vise à renforcer le réseau du métro dans la mégapole de Taipei, surtout pour le centre ville (Taipei City) et la banlieue proche. Le concept de mise en planification du réseau de *TCSP* est presque pareil que pour le métro à Taipei. Dans le centre ville, la forme de réseau est carrée, et dans la banlieue proche, il n'y a que certaines lignes qui traversent les zones denses de la population (en travaux pour l'instant).

Selon le plan de développement du métro et des *TCSP* à Taipei, le réseau de transport collectif fondamental peut satisfaire la plupart des demandes de déplacement des voyageurs dans la zone centrale. Quant à la zone de banlieue, le réseau de transport collectif ne dessert que les zones denses de la population.

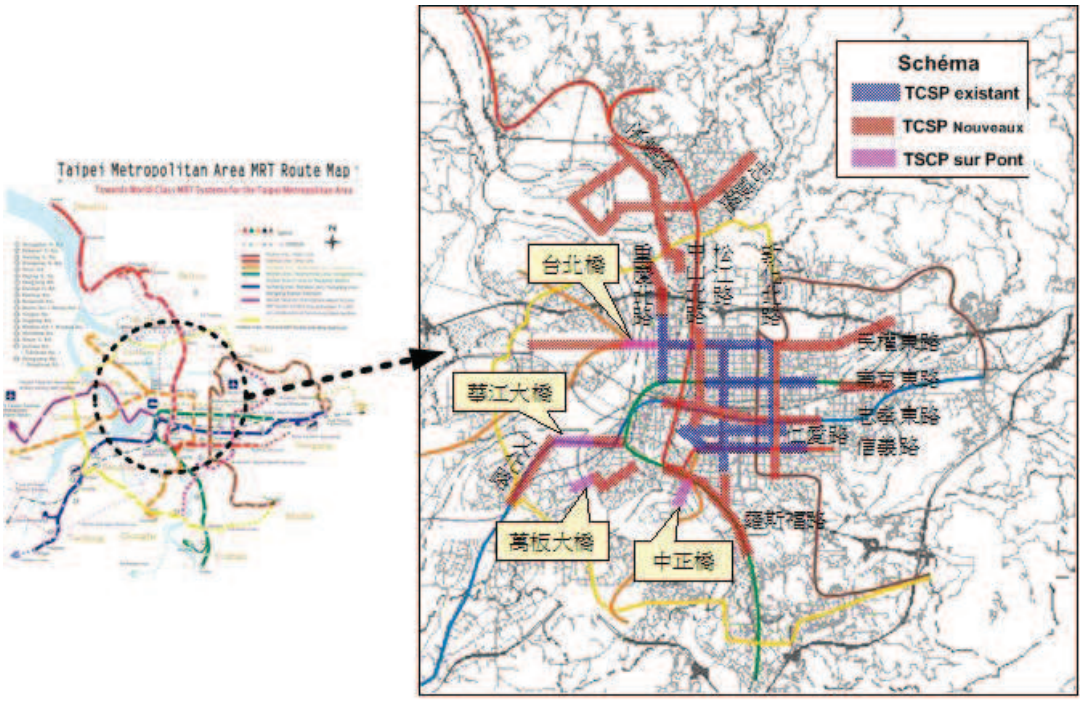


FIGURE XIV-8: Le plan de développement de TSCP dans la mégapole de Taipei

Source: The comprehensive transportation planning in the Taipei metropolis, 2003, Taipei City Government (TCG)

Par ailleurs, le nombre de places de stationnement installées dans les stations de métro croît significativement, surtout pour le stationnement des motos et des vélos. Cette politique vise principalement à attirer les déplacements longs en moto qui peut utiliser le métro plus la moto pour leurs déplacements. Quant à l'usage du vélo à Taipei, il est relativement faible et plutôt pour les déplacements en loisir. Pour cela, la collectivité locale a déjà décidé que le vélo peut être monté dans le métro dans les journées hors travail.

Dans l'ensemble, le développement du transport public est sans doute indiscutable dans le plan de transport urbain à Taipei. Quant au développement du véhicule motorisé, on vise à principalement améliorer la condition des voies périphériques et express (les voies aériennes autour du centre ville ou à travers le centre ville) afin de relier les points en banlieue et à la fois à renforcer le management du trafic lié au stationnement dans la ville centrale. En effet, à Taipei, le développement des voiries express aériennes est toujours prioritaire par rapport au développement des voiries locales. Pour cela, nous voyons qu'il y a des projets de voiries express à court, à moyen et à long terme dans la 7ième proposition dans la table suivante XIV-5. Quant aux voiries locales, elles ne visent qu'à intégrer et maintenir les voiries existantes.

Le développement des voiries express à Taipei est plutôt dans la banlieue proche afin de compléter le réseau de transport dans la banlieue (le réseau de *TC* est plus faible). Le plan de développement des voiries express à moyen et à long terme est montré dans la figure XIV-9. Nous voyons qu'il n'y a que deux voies express aériennes (l'une est verticale et l'autre est horizontale) qui traversent la zone centrale.

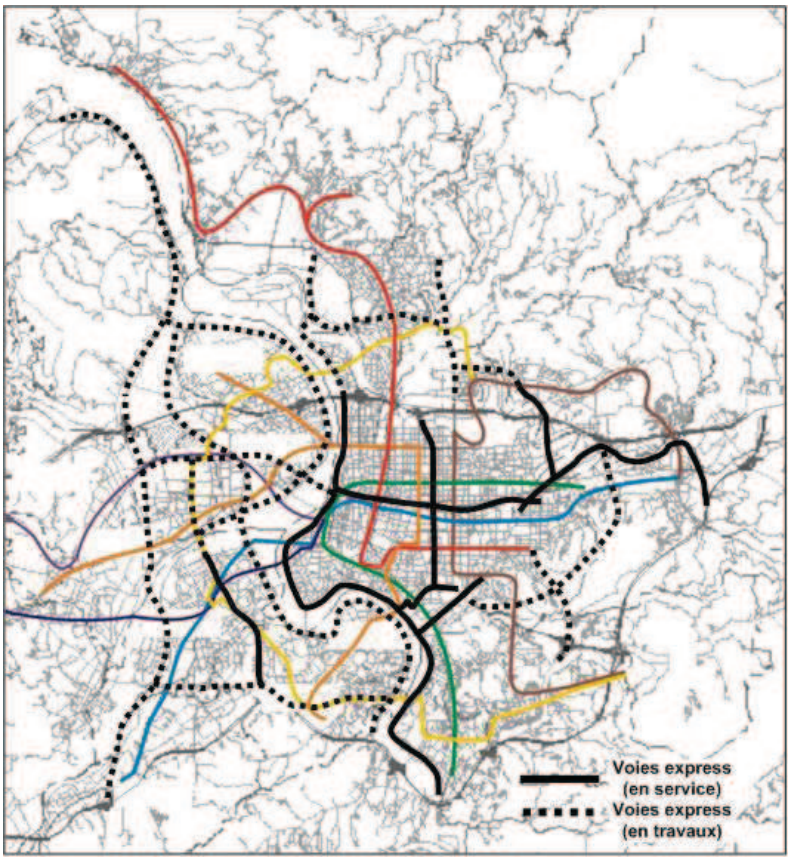


FIGURE XIV-9: Le plan de développement des voies express dans la mégapole de Taipei

Source: The comprehensive transportation planning in the Taipei metropolis, 2003, Taipei City Government (TCG)

Nous présentons les options de base du plan de développement du transport urbain à court, moyen et long terme dans la mégapole de Taipei en 11 points dans la table ci-dessous.

TABLE XIV-5: Schéma directeur de développement du transport urbain à court, moyen et long terme dans la mégapole de Taipei

Nb	Direction de développement à court, moyen et long terme	
1.	La mise en bonne qualité du réseau de transport pour encourager l'usage du transport public	
	Court terme	
	a.	La mise en œuvre du réseau de métro (jusqu'à 76.6 km en 2006)
	b.	L'amélioration de la qualité de service du métro (fréquence et ponctualité)
	c.	Le développement des voies réservées de bus pour compléter la faiblesse du métro
	d.	L'amélioration de la qualité de service du bus (notamment l'intégration entre bus et métro)
	e.	Le renforcement des plateformes informatiques pour la correspondance du transport public
	f.	L'amélioration des systèmes tarifaires (carte à puce intégrale)
	g.	Le renforcement la qualité des pôles d'échange liée aux modes différents
	Moyen et long terme	
	a.	L'intégration de système ferroviaire régional et du réseau de métro
	b.	L'achèvement des travaux adoptés à moyen et long terme de métro (projet à moyen terme est déjà adopté)
	c.	L'aménagement territoire régional lié au développement du réseau de métro
	d.	Le prolongement des voies réservées de bus, notamment à l'extérieur de Taipei City où il n'ya pas le métro

	e.	L'avancement de la qualité de service du bus (fréquence et ponctualité)
	f.	L'innovation de la capacité du bus pour tous les passagers (notamment pour les handicapés)
	g.	Le développement des pôles d'échange liés au réseau de transport public urbain et régional
2.	L'Amélioration de la qualité pour les piétons	
	Court terme	
	a.	L'amélioration de l'espace piéton, en priorité autour des stations de métro
	b.	La mise en œuvre de bonne qualité des trottoirs sans obstacle pour handicapés
	c.	La mise en séparation des voies piétons et des motos, notamment pour les motos garées sur les trottoirs
	d.	La mise en place des systèmes informatiques de transport public dans l'espace piéton
	e.	La mise en insertion des espaces piétons dans la ville dans les journées spécifiques (Par exemple, en week-end, les véhicules motorisés ne roulent pas dans les zones denses)
	Moyen et long terme	
	a.	L'avancement de l'infrastructure piétons
	b.	La transformation de l'espace routier partiel en espace piéton dans la ville centrale
	c.	L'augmentation des espaces piétons dans la zone dense liés aux stations de TC
	d.	L'élaboration du système ITS pour le piéton pour améliorer la qualité des trottoirs sans obstacle (comme le système de guidage pour les aveugles)
3.	Le renforcement d'usage du vélo	
	Court terme	
	a.	L'augmentation des voies cyclables, notamment dans la zone centrale
	b.	La mise en œuvre des stationnements de vélos, en priorité autour des stations de métro
	c.	L'élaboration de la règle de management lié au trafic de vélos
	d.	Le renforcement de l'éducation d'usage du vélo afin d'éviter les accidents routiers
	Moyen et long terme	
	a.	L'avancement des voies cyclables à la suite du plan de développement du réseau TC
	b.	L'intégration du mode vélo et du métro (amener le vélo dans le métro)
	c.	Mise en règle de management du stationnement des vélos
4.	Le contrôle de nombre de taxis et leur qualité de service	
	Court terme	
	a.	La vérification de la santé des conducteurs de taxi pour assurer la sécurité routière
	b.	La limite du nombre d'immatriculations de taxi
	c.	L'amélioration de la qualité de service du taxi
	d.	Le renforcement de service sur télé-taxi et sur les arrêts de taxi en voirie
	Moyen et long terme	
	a.	L'élaboration du système tarifaire selon le lien offre-demande
	b.	L'intégration des entreprises privées de taxi
	c.	L'élévation de seuil d'acquisition de licence pour contrôler le nombre de taxis
	d.	L'augmentation du taux d'occupation des taxis
5.	L'équilibre de l'offre et de la demande de stationnement dans la ville	
	Court terme	
	a.	L'encouragement des projets PPP pour construire les stationnements hors voirie pour voitures
	b.	Les places de stationnement partagées pour les voitures officielles dans la ville centrale
	c.	L'augmentation du nombre de stationnements hors voirie pour motos
	d.	Le renforcement des règles de stationnement lié aux amendes
	e.	L'amélioration de l'efficacité du système billettique pour le stationnement sur voirie
	f.	La modification du système tarifaire en fonction de la demande et de l'offre de stationnement
	g.	L'innovation du système de guidage de stationnement pour réduire le temps de parking
	Moyen et long terme	
	a.	L'augmentation de nombre de stationnements dans les pôles d'échange de TC
	b.	L'encouragement des places de stationnement partagées
	c.	L'augmentation de nombre de stationnements hors voirie dans l'espace public
	d.	Le développement des stationnements de motos hors voiries

	e.	L'incitation des projets PPP sur le management de stationnement
	f.	La mise en plateforme informatique du guidage de stationnement
6.	L'amélioration des règles de management du stationnement pour motos	
	Court terme	
	a.	L'interdiction du stationnement de moto dans les zones piétons
	b.	Le renforcement du management du stationnement des motos dans les stations de métro
	c.	La mise en place du tarif de stationnement sur voirie pour motos
	d.	Le contrôle de nombre de motos en fonction du système de stationnement
	Moyen et long terme	
	a.	La mise en séparation entre le stationnement des motos et les piétons et les vélos
	b.	Le développement du nombre de stationnements de moto hors voirie (dans les bâtiments)
	c.	L'amélioration du système billettique de stationnement sur voirie pour la moto
	d.	L'interdiction de l'usage de la moto dans certaines voiries en ville
	e.	L'augmentation du coût de détention de la moto liée aux taxes spécifiques
	f.	La limitation sérieuse de nombre de motos à l'échelle régionale et locale
7.	La redéfinition du rôle des routes express dans la ville	
	Court terme	
	a.	L'achèvement des projets de route express approuvés afin d'augmenter la capacité routière
	b.	L'amélioration de la qualité des routes express liée à l'efficacité et la sécurité
	c.	La mise en examen de la fonction des routes express dans le réseau de la voie régionale et locale
	d.	Localisation des industries en fonction du développement des routes express
	e.	La mise en cohérence entre l'amélioration des routes express et l'impact environnemental
	Moyen et long terme	
	a.	L'achèvement des routes périphériques liées aux routes locales et régionales
	b.	La mise en place du système de péage sur les routes express et les ponts
	c.	L'achèvement des projets de voies express en rocade dans la banlieue
8.	La mise en système rapide de transport de marchandises pour renforcer la compétitivité des industries	
	Court terme	
	a.	La limitation de l'usage des camions sur les routes locales
	b.	La modification des règles de l'utilisation territoriale et les mesures de manutention des marchandises
	c.	La modification des règles de stationnement (espace public et redevances) pour les camions
	d.	La recherche de la praticabilité sur la mise en place du centre de logistique à Taipei
	e.	L'application du système ITS pour suivre les marchandises et les véhicules
	Moyen et long terme	
	a.	La mise en plan du centre de logistique de marchandises à l'échelle régionale et nationale
9.	Le renforcement des services de transport pour loisir et tourisme	
	Court terme	
	a.	La mise en place des centres de tourisme dans la ville
	b.	L'amélioration des panneaux de signalisation en deux langues au moins
	c.	Le développement du réseau de bus pour les trajets de tourisme
	d.	La mise en place d'un système de transport bleu (transport fluvial)
	e.	Le développement du système de vélos
	f.	L'augmentation de nombre de stationnements dans les points de tourisme
	g.	La construction de funiculaires liée aux points de tourisme
	Moyen et long terme	
	a.	L'enrichissement des informations pour les touristes
	b.	L'augmentation des lignes spécifiques des bus pour les points de tourisme
	c.	La prolongation du système de transport bleu pour relier les ports maritimes de tourisme
	d.	L'élargissement du réseau de vélos en libre service dans la zone dense

10	La planification des équipements ITS pour augmenter la fiabilité du transport	
	Court terme	
	a.	L'élaboration du système dynamique ITS pour le réseau de bus
	b.	La mise en place du système informatique électronique dans les bus
	c.	L'application des équipements de communication dans le bus spécifiques pour les handicapés
	d.	La mise en place des équipements électroniques de contrôle de trafic dans les routes express
	e.	L'élaboration du centre de management informatique pour intégrer toutes les informations
	f.	L'application de l'ITS sur le management de stationnement en voirie
	g.	L'élaboration de système de guidage de stationnement autour des pôles d'échange
	Moyen et long terme	
	a.	L'élaboration de la plateforme informatique pour le temps réel de bus
	b.	L'élargissement du système informatique de guidage pour le stationnement
	c.	Le développement du plan de corridor ITS dans la ville de Taipei
	d.	L'innovation du système de communication pour le secours d'urgent routier
	e.	La mise en plan du péage urbain dans la zone centrale
11	La mise en insertion des normes environnementales dans les mesures de transport	
	Court terme	
	a.	Equipements de transport moins consommateurs d'énergie
	b.	L'importation de bus moins polluants
	Moyen et long terme	
	a.	Le développement de bus moins polluants et de plus de capacité
	b.	L'encouragement de l'usage des véhicules moins polluants (véhicule hybride ou électrique)
	c.	Le renforcement de la vérification régulière des émissions de pollution des véhicules

Source: The comprehensive transportation planning in the Taipei metropolis, 2003, Taipei City Government (TCG)

Le rapport sur la planification compréhensive du transport urbain dans la mégapole de Taipei en 2003 indique sept objectifs chiffrés pour 2015 et 2025 à Taipei, voir la table suivante.

La croissance des usages du transport public (bus + métro) est cibléé vers +5% par an à moyen terme (période entre 2007 et 2015) et +3% par an à long terme (période entre 2016 et 2025). Le nombre de voyageurs en métro par jour en 2020 est prévu le double de celui en 2007 (vers 2.3 millions de voyageurs par jour). Par ailleurs, la longueur du réseau de métro va augmenter de 60 km à moyen terme, et vise aussi à augmenter de 50 km de plus à long terme dans la mégapole de Taipei.

Quant aux objectifs de développement liés aux véhicules motorisés, ces objectifs chiffrés liés à la croissance du nombre de voiture et de motos pour Taipei city sont ciblés vers -2% et -5% à moyen terme et -5% et -10% à long terme. Quant à la croissance du nombre de voitures et de motos pour Taipei country, l'objectif est ciblé vers zéro de croissance à moye et à long terme. En effet, la croissance de nombre de voitures et de motos à Taipei city est de plus en plus faible depuis l'année 2001.

De plus, il y a aussi les trois autres perspectives principales de développement du transport urbain, par exemple, la réduction des accidents routiers, l'augmentation de la vitesse moyenne des véhicules motorisés dans les voiries principales et l'augmentation des voies cyclables en zone dense.

Dans l'ensemble, les pouvoirs publics souhaitent que l'usage du transport public (bus et métro) représente 50% des déplacements quotidiens à Taipei à moyen terme. Quant à l'objectif à long terme, la répartition modale de l'usage de *TC* est ciblée vers 60% dans la mégapole de Taipei.

TABLE XIV-6 : Les objectifs chiffrés pour les perspectives en 2015 et en 2025 à Taipei

Nb.	Article	Moyen	Long
		2007-2015	2016-2025
1.	Croissance de nombre de voyageurs en transport public par an [1] (%/an)	+ 5	+ 3
2.	Décroissance du nombre de voitures particulières par rapport à l'année 2003 (%)	2	5
3.	Décroissance du nombre de motos par rapport à l'année 2003 (%)	5	10
4.	Limitation du nombre de morts dans les accidents de trafic par an (personnes/an)	< 85	< 80
5.	Vitesse moyenne sur les voies principales en heure de point (km/h)	35	40
6.	Augmentation de la distance des voies cyclables pendant la période (km)	90	100
7.	Augmentation de la longueur du métro pendant la période (km)	60	50

[1] Y compris le bus et le métro

Source: The comprehensive transportation planning in the Taipei metropolis, 2003, Taipei City Government (TCG)

Les perspectives de développement précisées d'ici à 2025 dans le rapport de gouvernement municipal de Taipei, retiennent trois objectifs majeurs pour une mobilité au service du développement durable : en premier lieu, augmenter la part modale des transports collectifs ; en deuxième lieu, diminuer l'usage de la voiture et de la moto dans la zone centrale et leur report en transports collectifs, notamment pour la moto ; en troisième lieu, encourager l'usage des mode non-motorisés (vélo plus *TC*).

Le développement du réseau de métro est encore le premier objectif d'ici en 2025. Le plan de métro en 2025 à Taipei est montré ci-dessous.

FIGURE XIV-10 : Plan de développement du métro à Taipei en 2020

Source: Department of rapid transit system, Taipei City Government, 2009

Le projet de métro comprend trois périodes de développement. Le projet lié à la première période est déjà fait. Le projet relatif à la deuxième période est approuvé et aussi en travaux. Quant au projet lié à la troisième période, il est mis en examen à la suite des politiques de développement durable et des résultats de l'opération du métro à court terme.

- Première période (- 2006) : il y a 76,6 km en 2006, le nombre de voyageurs en métro atteint 1.15 millions voyageurs par jour ;
- Deuxième période (2007-2015) : il va être prolongé de 79.7km de 2007 à 2015. Il devrait transporter 2.3 millions voyageurs par jour en 2015;
- Troisième période (2016-2025) : on va terminer 121.5 km de plus, (le réseau de métro en 2025 va atteindre 270 km) dont la moitié est dans Taipei city et l'autre moitié est dans Taipei country ;

CHAPITRE 15 : QUELS ENSEIGNEMENTS DE CE TRAVAIL POUR UNE POLITIQUE INTERMODALE ET UNE MOBILITE PLUS DURABLE EN ILE-DE-FRANCE ?

L'Île-de-France, comme d'autres grandes métropoles en Europe et dans le monde, souhaite s'inscrire dans une perspective de développement durable. Même si la définition « officielle » de la durabilité renvoie explicitement aux dimensions économiques, sociales et environnementales du développement, son usage dans le champ des politiques publiques renvoie implicitement à une prise en compte accrue, voire fortement accrue, de la dimension environnementale.

Les analyses de coûts menées à l'échelle globale du territoire régional font apparaître le caractère relativement discutable de cette perspective : les coûts dits « externes » ne représentent qu'une part globalement assez faible des coûts totaux, et toute action globale sur le système qui serait motivée par la seule minimisation de ces seuls coûts risque potentiellement de faire croître d'autres postes de coûts d'un niveau substantiellement plus important que les économies produites dans le domaine environnemental.

La désagrégation des coûts par type de territoire apporte un élément supplémentaire. Elle fait apparaître une très grande variabilité des coûts selon le territoire où une circulation se produit, avec en particulier des coûts environnementaux très élevés dans la partie centrale la plus dense de l'agglomération, et des coûts nettement plus faibles dans les grandes périphéries peu denses. L'exercice mené est certes discutable. Il suppose des hypothèses nombreuses, dont certaines peuvent être contestées, mais on ne peut pas nier qu'un territoire présentant des contrastes aussi importants que l'Île-de-France (au niveau des densités de population par exemple, avec des écarts notablement plus importants qu'à Londres par exemple, au niveau des fonctionnalités des territoires, avec par exemple le territoire de la ville de Paris de plus en plus dévolu aux loisirs et au tourisme…) ne peut que subir des problèmes liés aux trafics très différenciés. L'exercice doit donc construire des solutions elles mêmes différenciées par type de territoire.

Les calculs de coûts de congestion et de consommation d'espace sont annexes dans le raisonnement environnemental qui s'intéresse surtout aux nuisances et à l'effet de serre. Leur statut d'externalité est mal défini parce qu'ils sont de fait supportés pour l'essentiel par les automobilistes sous forme de pertes de temps. Les calculs font

apparaître que ces dimensions sont potentiellement très importantes, dans une grande partie de la région pour ce qui concerne la congestion, dans la zone centrale et en quelques points périphériques pour le stationnement. On ajoutera que la question de la congestion dans les transports publics, non traitée ici faute d'études dans la littérature, est néanmoins fortement présente dans l 'appréciation de ce mode par les usagers et dans le traitement médiatique de ces modes.

Enfin, la question du coût de l'insécurité routière mérite une réflexion spécifique. Dans la tradition administrative, en France ou ailleurs, l'insécurité routière est traitée par une administration spécifique, avec une logique et des objectifs spécifiques, de façon largement indépendante des cultures urbaines de management de la mobilité urbaine tendues par la problématique du transfert modal de l'automobile vers les transports publics et des cultures environnementales. En témoigne par exemple la faible place accordée à ces questions dans les *PDU* (plans de déplacements urbains). Nos évaluations, qui rejoignent d'autres évaluations de la littérature, suggèrent pourtant que l'insécurité, malgré les progrès accomplis, continue de peser d'un poids important dans l'ensemble des « coûts externes » de la mobilité. Elles font en outre apparaître que la perception de la sécurité joue un rôle fondamental *dans le choix modal* lui-même. En effet, le faible usage des modes à deux-roues, le vélo à courte distance, les deux-roues motorisés à moyenne distance, contraste avec leur excellente performance en termes de temps de parcours (par rapport à la voiture et aux transports publics) et de coût pour l'usager (par rapport à la voiture).

Nous nous proposons dans cette partie de dégager, à partir de nos analyses de coûts sur le territoire francilien et de comparaison avec la situation des transports à Taipei et Shanghai, un petit nombre d'axes stratégiques allant dans le sens d'une mobilité plus durable sur le territoire francilien. Ces perspectives seront abordées avec le souci de conjuguer les dimensions économiques, sociales et environnementales. Il nous faut aussi intégrer la capacité à agir des pouvoirs publics. Cette capacité se situe pour partie dans le champ de la capacité à mobiliser l'opinion, ce que montre le « Grenelle », et dont nous ne pourrons pas rendre compte, mais aussi dans leur capacité à dégager des ressources pour les systèmes qui ont un besoin structurel d'argent public, notamment les transports collectifs.

Dans cette perspective de regard multidimensionnel, trois types de coût seront privilégiés : les coûts externes, comme traduction du souci environnemental, les coûts pour les usagers, traduction du souci économique et social, le bilan financier pour les pouvoirs publics, traduction de leur capacité à agir et d'une certaine équité entre usagers.

En préalable, il nous faut revenir sur le statut des analyses de coûts.

15.1 Les coûts des modes : quel statut ?

Nous nous sommes attachés dans la partie II à évaluer de façon aussi réaliste et précise que possible les coûts au voyageur-kilomètre de l'usage des modes pour les individus, les collectivités et l'environnement. L'importance de l'effort à accomplir ne doit faire oublier que le résultat de ces estimations est pour partie fondé sur des éléments à caractère permanent et structurel, pour partie sur des éléments de contexte qu'une politique de mobilité, quelle qu'elle soit, a vocation à modifier. Les estimations de coût reflètent donc stricto sensu des coûts moyens dans l'état du système en 2003.

Certains éléments ont un caractère permanent et structurel. Le coût de détention d'un vélo doit rester a priori inférieur à celui d'une automobile, sa vitesse de roulement doit rester inférieure sur la plupart des territoires, son encombrement en stationnement plus limité que celui de la voiture, sa portée restera plus faible que celle des moyens motorisés. Le coût global d'un service de bus, ou de taxi, est fondamentalement déterminé par l'importance des coûts salariaux[114], qui n'évolueront a priori qu'assez lentement, quelles que soient les réformes qu'on puisse envisager. Les véhicules à deux-roues, offrant a priori moins de protection à leurs occupants, resteront probablement moins sûrs en termes de sécurité secondaire, que les véhicules à quatre roues. Les différences de coûts liés au bruit ou à la pollution entre territoires resteront liées aux nombres de personnes exposées, et ce nombre restera plus élevé à Paris et en petite couronne qu'en grande couronne.

D'autres éléments concourant aux estimations de coûts ont un caractère beaucoup plus contextuel. C'est le cas par exemple le cas des coûts environnementaux de l'automobile, qui ont fortement décrû avec le progrès technologique, et qui continueront à le faire. C'est le cas des coûts de stationnement et de leurs conséquences. Des tarifs élevés à Shanghai et à Taipei (un coût horaire de plusieurs fois supérieur au coût du ticket de bus[115]) modèrent la tendance à la motorisation,

[114] Un travail ancien évalue les nombres d'emplois nécessaires pour satisfaire un milliard de voyageurs-km dans la filière automobile (construction, entretien, exploitation des véhicules et des routes) et dans les transports en commun (emplois directs et indirects liés aux consommations intermédiaires et à l'investissement). Ce nombre d'emplois par milliard de voyageur-km était de 1928 pour l'automobile en zone urbaine, de 4580 pour la *SNCF* en Île-de-France, de 6110 pour la *RATP* et de 10310 dans le transport public urbain en province. *Orfeuil Jean-Pierre*, 1999 « L'emploi et l 'énergie mobilisés par le transport de voyageurs et de marchandises en France en 1996 », rapport pour l'*Ademe*, 1999.

[115] Le prix par heure de stationnement de voiture est de 5 à 8 fois plus qu'un ticket de bus à Shanghai et de 2 à 5 fois à Taipei.

orientent la demande vers les deux-roues, les transports publics et même les taxis, contribuent à modérer les coûts de congestion. C'est le cas également, pour le coût au voyageur-km dans les transports publics, si des politiques adaptées permettent d'assurer un meilleur remplissage dans les heures aujourd'hui peu chargées. C'est le cas pour le stationnement sur voirie, avec en France un taux de paiement du tarif de moins de 30 %, lié à la faiblesse de la surveillance et du coût de l'amende[116]. C'est enfin le cas pour les véhicules à deux-roues, qu'une politique volontariste de sécurité routière pourrait conduire à des niveaux de sécurité primaire plus satisfaisants. On a vu que ce sur risque est faible à Taiwan par rapport à la France, et le tableau ci-dessous fait apparaître un sur risque *double* en France par rapport à des pays voisins plus comparables.

Table XV-1: Risque relatif d'accident mortel par milliard de km parcouru entre moto et voiture (Voiture= 1)

Pays	Allemagne	Autriche	Danemark	France
Risque moto/ risque voiture	8,3	9	9,4	17,2

Source : calculs de l'auteur d'après tableaux de source sécurité routière, publiés dans Ville et transport n°386, 2005

Ce caractère très contextuel vaut aussi pour la distribution des différents types de coût au sein d'un moyen de déplacement. Une politique de péage tend à réduire les coûts en temps et à augmenter les coûts monétaires, l'unicité tarifaire dans les transports publics (par exemple un même ticket pour un déplacement interne à Paris, qu'il soit fait en bus, métro ou *RER*) oriente la majorité des usagers vers les modes les plus rapides et contribue à une occupation plus forte des modes ferrés que des autobus.

D'autres éléments enfin peuvent avoir un caractère relativement trompeur, lié à des effets de sélection. Il en est ainsi de l'estimation des coûts temporels d'usage des transports publics au sein de la grande couronne. Alors qu'au sein de Paris, les transports publics assurent un service relativement homogène, ce n'est pas le cas dans la grande couronne. Au sein de la grande couronne l'essentiel des usagers des transports publics sont ceux qui peuvent disposer d'un service de transport public relativement compétitif en temps par rapport à l'automobile, service qui a pu être mis en place parce que la demande potentielle a été jugée suffisante. En revanche, l'essentiel des non-usagers des transports publics ne dispose pas de tels services, si

[116] L'amende forfaitaire est de 11 euros, en France comme à Paris. Elle est de 130 euros à Londres.

bien que l'alternative potentielle dans les transports publics existants serait pour eux beaucoup plus coûteuse en temps, voire impossible par absence de desserte, et la mise en place de services nouveaux serait très coûteuse pour la collectivité. Le *coût temporel moyen constaté* ne saurait constituer un indicateur d'un *coût temporel potentiel* lié à un hypothétique transfert modal.

Nous garderons donc présents à l'esprit pour les analyses qui suivent cette double dimension structurelle / contextuelle des coûts, qui renvoie à la fois aux différences habituelles entre coûts moyens et coûts marginaux et à des différences liées aux contextes institutionnels, qu'il s'agisse des règles de circulation et de stationnement, de la fiscalité ou encore de la pénétration des technologies. On peut néanmoins situer les modes de transport les uns par rapport aux autres en termes qualitatifs, c'est l'objet du tableau ci-dessous.

Table XV-2 : Situation constatée aujourd'hui sur le territoire de l'Île-de-France liée aux modes situés sur les échelles de coût

Aspects / Mode	**Coût par km voyageur**			
	Monétaire pour l'usager	Temporel pour l'usager	Pour les finances publiques	Externe
Vélo	Faible	Élevé, sauf déplacements courts	Faible si possédé, élevé si Velib	Faible
Deux-roues motorisés	Faible à moyen	Très faible	Faible	Élevés (insécurité)
Voiture	Élevé	Faible à moyen	Faible en l'absence d'investissements lourds à réaliser	Élevés
Bus Paris	Moyen	Élevé	Élevé	Faible
Bus banlieue	Moyen	Élevé	Élevé	Faible
Métro	Faible	Faible	Moyen	Faible
RER	Très faible	Faible si proche d'une station	Moyen à élevé	Faible
Taxi	Très élevé	Faible	Faible	Moyen

La question des coûts ne peut pas en outre être un critère unique dans une perspective de développement ou de restructuration de la demande. Il faut aussi intégrer les capacités de développement des modes, auxquelles nous consacrons le paragraphe suivant.

15.2 Les modes : quels potentiels de développement ?

On aborde cette question d'abord en termes globaux sur le territoire régional, puis en distinguant les principaux types de liaison.

15.2.1 Les potentiels globaux

La capacité des modes à satisfaire de nouvelles clientèles, soit du fait d'augmentations de mobilité, soit par report d'un mode sur un autre, dépend de quatre facteurs principaux.

- La capacité des infrastructures qu'empruntent les modes. Compte tenu de notre logique, qui n'est pas centrée sur un projet particulier, et du contexte francilien, où de nouvelles routes sont improbables du fait du contexte idéologique et où les investissements ferrés seront limités du fait de contrainte financière, on raisonnera ci-dessous à infrastructure constante.
- L'occupation des véhicules qui circulent sur les infrastructures. On sait depuis longtemps que les voitures particulières qui circulent en ville sont peu occupées (1,3 personnes/voiture en semaine, de l'ordre de 1,8 si on inclut le week-end), on sait moins que cette sous-occupation concerne au moins autant les transports publics, dès lors qu'elle est mesurée sur l'ensemble de la journée, et pas seulement à l'heure de pointe. Le tableau ci-dessous a été constitué en rapportant les voyageurs-km réalisés aux places-km offertes dans les transports collectifs. Ses résultats contrastent fortement avec le sentiment justifié que peuvent avoir les voyageurs de pointe. On voit qu'une stratégie qui viserait à une meilleure occupation des véhicules à moyens constants a un sens. Par ailleurs, on peut faire l'hypothèse que, contrairement aux modes ferrés, les bus sont en situation de pouvoir développer leur capacité rapidement et à faible coût (passage aux articulés, renforcements de fréquence, nouvelles lignes).

Table XV-3 : Taux d'occupation moyen sur l'année des voitures de transport public

SNCF	RER RATP	Métro	Tram	TVM [1]	Bus Paris	Bus banlieue	Bus Optile
12,5 %	24,5 %	26,6 %	40,0 %	46 %	27,7 %	25,8 %	15,4 %

[1] TVM: Trans Val de Marne

Source: STIF. Les chiffres clés du transport en Île-de-France

- Il faut que les modes soient en situation de satisfaire la demande. Le tableau qui suit est repris de (*Massot et Orfeuil,* 2008). Ces auteurs ont analysé toutes les sorties du domicile en voiture (suite de déplacements depuis une sortie du domicile jusqu'au retour) des répondants adultes avec permis à l'enquête globale Transport. Ils proposent une estimation du nombre de ces sorties qui seraient réalisables par des modes plus légers (vélo, vélo à assistance électrique, scooter), sur la base d'hypothèses (âge de la personne, distance à parcourir, nombre de personnes impliquées dans le déplacement). Sur la base de leurs hypothèses, le vélo et le vélo à assistance électrique pourraient remplacer la voiture pour 20 à 30 % des sorties, qui ne représentent toutefois que 5 à 10 % des kilométrages, tandis que le scooter serait apte à remplacer la voiture pour 60 % des sorties et 30 % des kilométrages. Ces modes ne peuvent donc pas tout faire, mais ils sont en situation de pouvoir multiplier leur rôle par des facteurs de 2 à 10, selon les contextes qui seront proposés à leurs usagers potentiels. L'avantage serait évidemment de coupler des gains environnementaux (surtout si les scooters sont électriques) avec des gains de décongestion des circulations et du stationnement[117], dans un contexte où l'infrastructure routière ne croîtra plus, du moins à Paris et en petite couronne. Il y a sans doute plusieurs contraintes à lever pour stimuler l'usage de ces modes, mais il ne fait guère de doute qu'une meilleure sécurité à l'usage est une condition nécessaire, même si elle n'est pas suffisante.

[117] On peut penser aussi à des gains monétaires pour les usagers. Sur ce plan toutefois, les auteurs notent que ces gains doivent être appréciés globalement, y compris les frais d'équipement, d'entretien et d'assurance des véhicules. Globalement les gains sont importants si une voiture peut être supprimée. Dans le cas contraire (équipement d'un véhicule supplémentaire), ils ne sont effectifs dans la situation actuelle de faibles coûts de stationnement que si le véhicule à deux-roues peut être employé avec une certaine intensité, ce qui est à apprécier au cas par cas.

Table XV-4 : Les potentiels techniques de transfert, appréhendés au niveau des sorties du domicile

Mode / Paramètre	Vélo Pédales	Vélo à assistance Electrique	Scooter	Voiture Thermique
Filtres				
Age (année)	< 65	< 70	< 70	-
Distance maximale (km) de la sortie	8	12	24	999
Accompagnement (Nombre max de personnes)	1	1	1 ou 2	-
Résultats boucles				
Nombre de boucles (Effectif)	747 550 21.3%	1 059 250 30.1%	2 175 936 61.9%	3 515 989 100%
Nombre de boucles (75, PC)	322 140 22.6%	468 688 32.9%	932 425 65.5%	1 423 778 100%
Nombre de boucles (GC)	425 410 20.3%	590 562 28.2%	1 243 510 59.4%	2 092 212 100%
Résultats individus				
Nombre d'individus (Effectif)	610 585 24.2%	859 418 34.1%	1 599 083 63.5%	2 518 712 100%
Nombre d'individus (75, PC)	270 826 25.5%	392 960 37.1%	715 735 67.5%	1 060 045 100%
Nombre d'individus (GC)	339 759 23.3%	466 458 32.0%	883 348 60.5%	1 458 667 100%
Résultats km				
Total Ile-de-France (En millions)	2.9 4.9%	5.6 9.4%	18.3 30.8%	59.4 100%
Total (75-PC) (En millions)	1.3 6.3%	2.6 12.4%	8.0 38.4%	20.8 100%
Total (GC) (En millions)	1.6 4.1%	3.0 7.8%	10.3 26.7%	38.6 100%

Lecture:

« Résultats boucles » : 61.9 % des boucles actuellement réalisées en voiture thermique répondent aux critères définis par le scooter thermique, autrement dit peuvent en théorie être effectuées avec ce mode alternatif.

« Résultats individus » : 63.5 % des individus réalisant actuellement des boucles avec pour mode principal la *VP* thermique sont concernés par ce report (pour au moins une de leurs boucles quotidiennes).

« Résultats km » : 30.8 % des kilomètres réalisés en voiture thermique sont en théorie « remplaçables » par le scooter.

Note : pour rappel, la distance totale parcourue quotidiennement en *VP* conducteur par l'ensemble des Franciliens est de 82 millions de km.

Source : Massot et Orfeuil, 2008

- Il faut enfin que les personnes soient prêtes à changer d'habitudes, qu'il n'y ait pas une trop grande « distance psychologique » entre les individus et les moyens potentiellement utilisables. C'est fondamental pour l'usage des deux roues, mais ce peut être aussi important pour les transports publics. On observe par exemple que le taux de détention d'abonnement aux transports publics chute de 48 % à Paris intra muros à 32 % en petite couronne et à 23 % en grande couronne. En l'absence d'abonnement, le réflexe d'avoir des tickets sur soi est utile pour emprunter les bus par exemple.

Dans l'ensemble, le tableau XV-5 synthétise la capacité de développement des modes, les principales orientations qui permettraient leur développement et l'intérêt de leur développement.

TABLE XV-5 : Les capacités de développement des modes

Capacité / Mode	Capacité de développement de l'offre et d'amélioration du service	Capacité de développement de la demande, à infrastructure inchangée	Créneau de développement	Intérêt
Vélo	Significative (abris publics pour stationnement nocturne des vélos par exemple)	Forte	Tous déplacements courts Zone dense et rabattement sur les gares	Urbanité Faible coût Faible encombrement, mais usage marginal structurel (portée limitée)
Deux-roues motorisés	Sous condition: fiabilité des deux-roues électriques, Investissements de sécurité (formation, infrastructure, etc.)	Forte	Tous déplacements courts et moyens, toutes zones Rabattement sur les gares	Gains en temps argent/ voiture, en coûts publics / TC Urbanité si mutations des véhicules et des conduites
Voiture	Amélioration forte du service de stationnement possible Capacité de circulation supplémentaire faible à Paris /PC	Faible à Paris / PC, significative en GC	Indispensable pour déplacements longs de rocade, pour déplacements à 3 et +, pour transport de charge	Mode dominant à tout horizon en distances parcourues
Bus Paris	Moyenne	Notable en dehors des pointes	Hors pointe, en pointe quand métro / RER saturé Coûts publics maîtrisés si hors pointe	Urbanité, accessibilité et faible consommation d'espace Limité par vitesse structurellement faible
Bus banlieue	Élevée	Importante en dehors des pointes	Hors pointe, en pointe si services supplémentaires justifiés	Urbanité accessibilité et faible consommation d'espace Important en banlieue sans métro, vitesse améliorable
Métro	Faible à moyenne (métro automatique)	Importante en dehors des pointes	Hors pointe	Urbanité et faible consommation d'espace Premier mode à Paris
RER	Faible	Très importante en dehors des pointes	Hors pointe	Urbanité et faible consommation d'espace Premier mode pour les liaisons GC-Paris
Taxi	Élevée	Significative, si pression sur la voiture	Zone dense En substitut aux TC pour zones / horaires à faible demande	Complément pour familles sans voiture Pas de consommation d'espace de stationnement Usage marginal

15.2.2 Les capacités de développement par type de liaison

Les capacités de substitution entre modes (remplacement d'un mode par un autre) et de complémentarité (usage combiné de deux modes successifs) dépendent fortement des caractéristiques des déplacements, notamment de leur longueur, du type de liaison, des performances en durée exigée, etc.

Les tableaux ci-dessous ont été constitués dans cette perspective à partir de l'*EGT*

2001 pour les personnes en situation d'utiliser une voiture en tant que conducteur : personnes de plus de 18 ans, titulaires du permis, avec au moins une voiture dans le ménage. Le premier donne la répartition en distance des déplacements en voiture et leur structure géographique. Le second apprécie l'état de la concurrence entre modes à partir des vitesses des modes sur les liaisons, le troisième à partir du partage modal observé en 2001. On ne fera pas ici une analyse exhaustive de ces informations, et on se centrera sur l'essentiel.

Les déplacements courts

5,5 millions de déplacements en automobile, soit plus de la moitié des déplacements en voiture ont une portée inférieure à 4 kilomètres. L'essentiel de ces déplacements (si l'on excepte ceux qui impliquent plusieurs personnes, qui concernent des personnes très âgées, ou qui impliquent des transports de charge importants) pourrait être effectués dans un mode plus léger et moins encombrant (à pied, en vélo, en cyclomoteur ou scooter). Le premier facteur de régulation est ici le stationnement. Dans certains cas, lorsque les services ont une fréquence importante, (à Paris et dans les communes denses de la petite couronne), les bus peuvent offrir un service intéressant. Toutefois, dans le contexte actuel, le coût monétaire peut être supérieur au coût de la voiture (car le stationnement payant est loin d'être la règle). En outre, les usagers occasionnels n'ont pas de pass et n'ont pas toujours de tickets en carnet sous la main.

On observe toutefois qu'un peu plus de 3 millions de ces déplacements s'effectue au sein de la grande couronne, où il est probable que les contraintes de stationnement resteront structurellement faibles, à l'exception de quelques territoires, et où la vitesse permise par l'automobile est conséquente, ce qui limite les possibilités de transfert. Enfin, il va sans dire que l'usage successif de plusieurs moyens de transport est inapproprié pour ce créneau.

- **Les déplacements de plus de 4 km, vers Paris**

C'est le créneau où la compétition entre la voiture, les transports publics et les deux-roues motorisés est la plus ouverte, mais ce n'est pas le créneau où les déplacements en automobile sont les plus nombreux.

Entre la petite couronne et Paris (573000 déplacements en voiture à plus de 4 km), voiture et transports collectifs font pratiquement jeu égal en nombre de déplacements, et les écarts de vitesse entre voiture et *TC* ne sont pas très importants en moyenne. Les deux-roues motorisés sont loin derrière, malgré leur suprématie sur ces deux modes en

termes de vitesse. Des stationnements mieux réglementés et plus chers seraient justifiés sur ce créneau, et produiraient des transferts vers les transports publics et les deux roues motorisés, avec un rôle notable pour les deux-roues pour les déplacements de moins de 12 km, les plus nombreux, et probablement des solutions combinées deux-roues ou voiture + *TC* pour les plus longs. La clientèle nouvelle arrivant aux *TC* permettrait de mieux justifier de réserver des couloirs aux bus, et quelques extensions de métro.

Entre la grande couronne et Paris, on a encore 277000 déplacements quotidiens en voiture. Lorsque ces déplacements n'appartiennent pas à des chaînes complexes, une intermodalité véhicule individuel/ train (voire autocar, comme dans une expérience d'intermodalité voiture/ car sur l'autoroute A 10) est envisageable. Elle sera aussi favorisée par une politique plus active de stationnement à Paris, du moins pour les résidents de la grande couronne se rendant à Paris. Dans le sens opposé (parisiens allant en grande couronne, en nombre moins important), il n'y a pas d'incitation nouvelle évidente. Sur ce créneau, les deux-roues motorisés ne présentent plus d'avantage de vitesse et ont probablement des désavantages structurels en termes de confort et de sécurité. On est bien ici dans le domaine de prédilection des pôles d'échange.

- **Les déplacements de plus de 4 km ne touchant pas Paris.**

Ils sont très nombreux (3,8 millions, dont 1,4 à plus de 12 km) et le rôle des transports publics aujourd'hui dans la satisfaction de cette demande est faible, sauf pour les échanges entre grande couronne et petite couronne, qui sont plutôt radiaux et peuvent bénéficier des dessertes vers Paris. Une gestion active du stationnement en petite couronne peut sans doute orienter certains automobilistes vers les transports publics ou les deux-roues pour les déplacements de moins de 12 km. Le rôle potentiel des pôles d'échange est probablement assez faible. Il pourrait résoudre quelques problèmes à l'origine du déplacement, mais laisserait entier la question des destinations, qui ne sont pas nécessairement à proximité des gares en couronne. En revanche, compte tenu de la pression automobile en petite couronne sur les itinéraires de rocade, des investissements nouveaux comme Arc express ou métrophérique peuvent être justifiés s'ils sont sur des itinéraires avec un niveau de clientèle suffisant. Un investissement précurseur, le *TVM*, réalisé en bus en site propre, rencontre d'ailleurs un grand succès.

TABLE XV-6 : Les déplacements en automobile : structure géographique

Déplacements		Total VP
75<>75	de 0 à 1.999 km	211603 (2.1%)
75<>75	de 2 à 3.999 km	184771 (1.8%)
75<>75	4 km et plus	143689 (1.4%)
75<>PC	de 0 à 3.999 km	169301 (1.6%)
75<>PC	de 4 à 7.999 km	269749 (2.6%)
75<>PC	de 8 à 11.999 km	172632 (1.7%)
75<>PC	12 km et plus	130446 (1.3%)
PC<>PC	de 0 à 1.999 km	1162228 (11.3%)
PC<>PC	de 2 à 3.999 km	616745 (6.0%)
PC<>PC	de 4 à 7.999 km	441638 (4.3%)
PC<>PC	de 8 à 11.999 km	183154 (1.8%)
PC<>PC	12 km et plus	159797 (1.6%)
PC<>GC	de 0 à 3.999 km	137694 (1.3%)
PC<>GC	de 4 à 7.999 km	226935 (2.2%)
PC<>GC	de 8 à 11.999 km	184084 (1.8%)
PC<>GC	12 km et plus	548353 (5.3%)
GC<>GC	de 0 à 1.999 km	1998755 (19.4%)
GC<>GC	de 2 à 3.999 km	1016858 (9.9%)
GC<>GC	de 4 à 7.999 km	908741 (8.8%)
GC<>GC	de 8 à 11.999 km	463159 (4.5%)
GC<>GC	12 km et plus	694241 (6.7%)
GC<>75	toutes distances	276790 (2.7%)
Total Île-de-France		10 301 363 (100%)

Note : % colonne

Source : EGT, 2001

Table XV-7 : Répartition modale, distance moyenne (km) et vitesse (km/h) selon les types de liaison

	Ensemble	VP	TC	MAP et vélo	2RM	Autres
Répartition (%)						
75<>75	100%	13.2%	23.4%	51.4%	1.6%	0.6%
PC<>PC	100%	39.2%	7.7%	30.5%	1.2%	0.1%
GC<>GC	100%	48.7%	2.5%	18.9%	0.7%	0.1%
75<>PC	100%	36.0%	45.5%	2.5%	2.6%	0.7%
75<>GC	100%	25.3%	61.3%	0.2%	2.0%	0.0%
PC<>GC	100%	61.2%	17.2%	1.5%	2.3%	0.2%
Hors IdF	100%	41.8%	7.7%	1.8%	0.4%	5.4%
Ensemble	100%	40.2%	14.5%	22.4%	1.3%	0.2%
Distance (km)						
75<>75	1.84	3.00	3.49	0.54	3.03	3.50
PC<>PC	3.16	4.48	7.95	0.54	7.30	3.84
GC<>GC	4.92	6.39	11.23	0.65	6.77	6.01
75<>PC	8.21	7.71	9.14	2.34	9.21	7.43
75<>GC	24.62	22.12	25.26	19.15	23.33	57.78
PC<>GC	15.90	15.32	21.44	4.53	15.59	16.98
Hors IdF	-	-	-	-	-	-
Ensemble	6.14	7.44	12.1	0.62	9.18	6.62
Vitesse (km/h)						
75<>75	5.8	7.4	6.6	2.8	10.4	7.3
PC<>PC	10.2	12.6	10.6	2.8	19.9	8.0
GC<>GC	17.6	20.7	14.0	3.3	19.0	18.0
75<>PC	11.9	12.8	11.3	5.2	21.0	14.4
75<>GC	23.0	24.9	21.6	19.2	35.9	46.2
PC<>GC	22.1	23.2	18.3	11.3	30.0	34.7
Hors IdF	-	-	-	-	-	-
Ensemble	15.2	18.1	14.4	3.2	22.5	13.1

* VP: VP conducteur seul dans son automobile; 2RM : 2 roues à moteur ; Autres : autres mécanisés et taxi.

Source : EGT, 2001

Ces observations permettent de dresser un tableau de synthèse des avantages / inconvénients de différentes substitutions modales. Ces éléments mettent en évidence une grande diversité de situations.

TABLE XV-8 : Avantages et les inconvénients des modes dans une optique de transfert potentiel

Coût / Mode	Coût monétaire pour l'usager	Coût temporel pour l'usager	Coût pour les finances publiques	Coûts sociaux	Urbanité	Remarques
Voiture vers **TC**	Bénéfique	Différences faibles sur liaisons concernant Paris. Très négatif en rocade, sauf investissement lourd nouveau	- en zone centrale -- ailleurs, sauf si heures creuses	Amélioration +++ à Paris ++ en PC + en GC	Amélioration	
Voiture vers **bus**	- en coût marginal, + en coût moyen aujourdh'ui	Augmentation	Augmentation, sauf si heures creuses	Idem TC	Amélioration	Compétition réduite aux distances moyennes
Voiture vers **métro**	Bénéfique	Différence faible à Paris	Augmentation, sauf si heure creuse	+++ à Paris, ++ en banlieue	Amélioration	Compétition réduite au cœur d'agglo
Voiture vers **RER**	Très bénéfique	Différence faible si proche de station	--	++	Amélioration	Compétition surtout dans les liaisons avec Paris
Voiture vers **2-RM**	Bénéfique	Bénéfique ++ à Paris + en PC 0 en GC	Neutre	-- (sécurité)	Amélioration ++ à Paris (conso d'espace) + en PC + en GC dans pôles d'échange	Compétition centrée sur des distances moyennes
Voiture Vers **Vélo**	Très bénéfique	Amélioration (distances courtes en zone dense) Dégradation autrement	Neutre	Amélioration De +++ (Paris) à + (GC)	Amélioration +++ à Paris	Compétition centrée sur des distances courtes
Métro vers **Bus**	-	-	-	-	-	Des transferts peuvent pourtant être intéressants en pointe
Voiture vers **taxi** + **autopartage**	Bénéfique pour personnes à faible mobilité automobile	Dépend des lieux	Neutre	Amélioration (conso d'espace)	--	Compétition possible là où très bons TC

Les politiques publiques, quant à elles, se définissent par leurs objectifs et par les instruments mis en œuvre. Nous choisissons ci-dessous deux types d'instruments

classiques, les politiques de stationnement, le financement et les politiques tarifaires des *TC* pour analyser leurs conséquences dans l'optique d'une politique intermodale orientée par le développement durable.

15.3 Analyse de deux politiques intermodales au service du développement durable

15.3.1 Les politiques de stationnement

Stationner un véhicule, c'est s'approprier pour un temps limité la disposition d'un espace (stationnement sur voirie) ou utiliser un espace privatif à soi ou mis à disposition par un tiers (parc public, employeur, grand commerce, etc.). Dans le cas du stationnement sur voirie, les pouvoirs publics ont une légitimité directe à intervenir par des règles et des tarifs, puisqu'il s'agit de leur propre domaine. Les exemples de Shanghai et de Taipei montrent qu'un tarif horaire de stationnement sur l'espace public peut être nettement plus élevé que le prix d'un ticket de bus, et que des règles tarifaires peuvent fortement orienter le choix entre l'usage des voitures et celui des deux-roues. Dans le cas des autres formes de stationnement, les pouvoirs publics ont une légitimité indirecte, puisque l'usage des moyens de déplacement individuels est lié à la plus ou moindre grande facilité à stocker les véhicules à destination. Cette légitimité est d'autant plus forte que la densité des territoires est plus forte, puisque c'est alors que le coût de la consommation d'espace est le plus élevé[118] et que les conflits d'usage de l'espace public sont à leur niveau le plus élevé. Les exemples de Taipei et de Shanghai montrent des politiques de stationnement au moins aussi actives qu'en Île-de-France, malgré des parcs automobiles plus faibles, avec des coûts de stationnement qui pèsent non seulement sur les équilibres entre voiture et transport public à l'usage, mais aussi dans les décisions d'équipement en moyens de transport individuels entre la voiture, le vélo et les deux-roues motorisés.

❖ **Plusieurs référentiels de coût peuvent être adoptés pour aider la réflexion**

Le premier est celui de la consommation d'espace, qui vise à tarifer l'usage en fonction de la valeur du « m^2-heure consommé ». Ce raisonnement a surtout un sens pour le stationnement à priorité résidentielle, et il faut y ajouter les coûts de contrôle, a priori modérés pour ce type de stationnement.

[118] Nous conservons ce terme de consommation d'espace, même si celui de location nous paraîtrait plus approprié.

Le second est celui des tarifs pratiqués dans le voisinage par d'autres formes de fourniture d'un service de stationnement : loueurs de garage, parcs publics, coût du stationnement des employés pour les employeurs et des clients pour les grandes surfaces, etc. Selon les cas, cette référence peut être utilisée pour le stationnement à vocation résidentielle ou le stationnement de courte durée. Dans le cas du stationnement de courte durée, il serait normal que le coût du stationnement sur voirie soit plus élevé que celui du stationnement en parc public, car, si le stationnement est bien géré, le lieu de stationnement est plus proche de la destination finale.

Le troisième est le prix d'équilibre qui résulterait d'une gestion du stationnement visant la qualité du service rendu. On estime généralement qu'une gestion du stationnement sur un espace est optimale lorsque le « taux de vide » (le pourcentage de places libres) est de l'ordre de 5 à 7 % (une place libre toutes les 15 à 20 places). Le tarif qui permet d'arriver à ce résultat est très variable, à la fois dans le temps et selon les zones. Il n'est plus nécessairement le reflet d'un coût de consommation d'espace, mais simplement d'une volonté politique de qualité dans le service rendu.

Ces référentiels pensent le stationnement comme un système fermé, à optimiser en lui-même. C'est pourquoi il faut aussi moduler les recommandations issues de ces indicateurs. On peut parfaitement considérer par exemple qu'en l'absence de péage reflétant les coûts externes produits par la circulation, le tarif de stationnement à destination puisse intégrer une composante reflétant ces coûts, en moyenne. On peut à l'inverse considérer que le tarif pratiqué dans un parc de rabattement peut être plus faible que le coût réel, si c'est une condition pour gagner des clients aux transports publics.

Quelque soient les référentiels adoptés, nous ferons dans la suite une hypothèse lourde, celle du respect des règles et des tarifs par les usagers, ce qui suppose une augmentation très significative du tarif des amendes en Île-de-France et de l'intensité de la surveillance. On peut alors envisager quelques directions qui auraient des conséquences importantes en matière de durabilité de la mobilité et de la ville

15.3.1.1 Tarification du stationnement à priorité résidentielle

Ce stationnement donne lieu à un tarif extrêmement faible aujourd'hui (0,5 euros par jour à Paris, contre 3 euros pour le seul coût de la consommation d'espace pour 10 m^2 pendant 10 heures, et contre 100 à 300 euros par mois pour les stationnements dans les parcs ou garages privés de la capitale). Il y a d'assez bonnes raisons pour appliquer des règles différentes pour le stationnement résidentiel et le stationnement rotatif : permettre un stationnement de longue durée sans souci, permettre à des familles avec enfants d'occuper le parc ancien, sans parking, de la capitale par exemple. Il n'y en a

en revanche qu'assez peu pour justifier une telle distorsion entre le tarif pratiqué et les référentiels présentés ci-dessus. C'est d'autant plus vrai que l'usage des voitures par les parisiens est très spécifique (30 % de voitures sans aucun usage dans la semaine contre 9 % en moyenne française, 13 trajets par semaine et par voiture utilisée contre 22 en France[119]) et que la gamme des offres alternatives s'est fortement enrichie ces dernières années, avec notamment Vélib' et des offres d'autopartage.

Une tarification réaliste à 3 ou 4 euros par jour aurait les intérêts suivants : elle restaurerait un équilibre de marché entre les offres sur voirie et hors voirie, avec un prix qui ne refléterait que partiellement celui de la consommation d'espace. Elle libérerait ainsi des places sur voirie. Elle rendrait l'autopartage plus compétitif par rapport à la possession pour les petits rouleurs, libérant à nouveau des places. Elle stimulerait l'usage de modes individuels alternatifs, comme le vélo et les deux-roues motorisés, ou occasionnellement du taxi, moins consommateurs d'espace, et des transports publics.

15.3.1.2 Tarification et contrôle visant une bonne qualité de service du stationnement rotatif sur voirie

Une part significative du temps de conduite dans les espaces denses est constituée d'un temps de recherche de stationnement, intégré dans notre étude au temps de parcours automobile. La notion de temps de recherche est difficile à objectiver, mais les observations de Sareco, bureau d'études spécialisé dans les études de stationnement, suggèrent des temps de recherche de l'ordre de 10 minutes en centre-ville[120], ce qui est considérable. Avec un temps perdu d'environ 30 minutes par place et par jour, soit 10 à 12 heures par hectare, on obtient, pour la seule ville de Paris, un temps perdu annuel de l'ordre de 25 millions d'heures, soit de l'ordre de 250 millions d'euros. À ces temps perdus par les usagers en recherche, il faut ajouter des surcoûts de congestion liés à l'impact des circulations des personnes en recherche de stationnement sur la circulation des autres usagers (certaines études avancent qu'en ville 5 % à 10 % du trafic est en recherche de stationnement), d'autre part au stationnement en double file des livreurs.

Atteindre un objectif de 5 à 7 % de places libres dans toutes les zones peut se traduire,

[119] Massot, Orfeuil, Proulhac, 2008 « À la recherche d'un marché pour un petit véhicule urbain », rapport pour l'ademe.

[120] Amélie Lefauconnier et Eric Gantelet, Sareco, non daté. « La recherche d'une place de stationnement : stratégies, nuisances associées, enjeux pour la gestion du stationnement en France.

dans quelques zones, par des tarifs très élevés[121], qui peuvent laisser penser que les automobilistes seraient perdants. Trois raisons au moins suggèrent que ce ne sera pas le cas. D'une part, ces tarifs exceptionnels n'auront lieu que dans quelques zones très limitées. Ensuite, ils susciteront des réactions d'adaptation : reports sur les vélos, deux-roues motorisés, transports publics, taxis. La recherche de qualité de service en matière de stationnement rotatif à travers une tarification rigoureuse aurait donc des conséquences a priori positives en matière de choix de mode (en particulier aux heures creuses, car les pratiques de stationnement sur voirie sont peu liées au travail, ce qui n'implique pas d'alignement d'offre supplémentaire en transport public). Le service rendu à l'usager serait amélioré : suppression de 10 minutes de temps de recherche, de quelques minutes de temps de marche. En outre, les conditions de circulation dans les espaces denses seraient améliorées et conduiraient à une baisse des coûts externes (pollution et congestion) là où ils sont les plus importants.

Les coûts élevés de surveillance constituent l'inconvénient le plus marquant de cette orientation. Dès lors toutefois que l'orientation serait décidée, on peut investir dans des dispositifs (assez coûteux au départ) d'aide automatisée au contrôle. C'est ce que fait San Francisco, avec des capteurs capables de repérer si une place est vacante ou occupée, et dans ce dernier cas si le paiement est valide. L'investissement est de 23 millions de dollars. Le système permet en outre d'ajuster les niveaux tarifaires au taux de places vides, et de communiquer ces informations sur les portables. Par ailleurs, un paiement par téléphonie mobile peut faciliter la vie des usagers (dont certains ne payent pas par absence de monnaie, ou de carte de paiement de la ville, etc.) Les personnes chargées du contrôle, équipées d'un PDA communicant, n'ont alors qu'à se diriger vers les véhicules en infraction.

15.3.1.3 Tarification du stationnement privé (employeurs, centres commerciaux)

La relation entre deux acteurs privés (un employeur et ses employés, un commerce et ses clients) est a priori privée. Concernant l'offre de stationnement, ce présupposé peut se discuter, puisque l'offre de stationnement est le point clé qui permet l'usage de l'automobile, et donc la formation d'effets externes négatifs (congestion, environnement, etc.) et c'est d'ailleurs la raison pour laquelle les pouvoirs publics peuvent imposer des normes de stationnement dans la construction neuve. La question qui peut se poser est donc celle de la tarification des coûts publics et externes des circulations que ces parkings permettent, plus que celle du stationnement lui-même.

[121] À Londres, dans le quartier de Westminster, une politique visant un taux d'occupation de 85 % amène à un tarif de 6 euros de l'heure. À Manhattan, on arrive à 10 euros de l'heure dans certaines zones.

Cette question ne se pose que si cette fonction de tarification est appliquée sur la voirie. Comment pourrait-on la mettre en œuvre, et avec quels avantages / inconvénients ?

Une première solution serait de définir une fiscalité annuelle à la place offerte. Elle a l'avantage d'être simple et d'impliquer peu de coûts d'administration, dès lors qu'on ne chercherait à ne taxer que les sites avec un grand nombre de places (au moins 20 par exemple), et qu'on rechercherait une solution acceptable (évaluation minimaliste des circulations afférentes et des coûts externes correspondants). L'inconvénient est de ne faire porter la régulation que sur le nombre de places, qui risque d'évoluer assez lentement.

Une seconde solution serait d'exiger que l'entrée de ces stationnements soit équipée d'un dispositif de comptage, qui servirait de base à la fiscalité. Dans ce cas, des évolutions plus rapides pourraient être observées, avec des employeurs ou des centres commerciaux incitant leurs employés au covoiturage ou à la venue en deux-roues et en transport public par exemple.

Les parkings d'employeur et les parkings liés aux commerces sont dans des situations différentes. Pour les premiers, on sait (par les travaux de D Shoup, professeur à l'université de Californie à Los Angeles) que la demande est très élastique aux conditions de l'offre. Les sites californiens où une mesure simple a été mise en place (Les employés qui ne demandent pas de carte de parking à leur employeur se voient ajouter sur leur fiche de paie l'équivalent de l'économie réalisée par l'employeur) ont vu baisser le nombre de voitures arrivant sur le site de 15 % environ. En Île-de-France, le problème serait sans doute d'éviter de transférer une congestion de la route vers les transports publics à l'heure de pointe. On sait moins de choses sur les seconds, sinon que chaque place est occupée par un plus grand nombre d'usagers successifs. Il est probable toutefois qu'un paiement, même très modéré, inciterait les clients à faire des « paniers » plus grands et à baisser la fréquence de visite, ou encore à changer à la marge de choix de mode. Les problèmes de contribution potentielle à la saturation des transports publics sont dans ce cas beaucoup plus limités.

15.3.1.4 Organisation du stationnement dans les pôles d'échanges.

Les grands pôles d'échange, en général en banlieue ou en lointaine banlieue, ont pour vocation première d'étendre l'aire d'attraction des gares, sur des principes de collecte / regroupement / éclatement qui sont communs à toutes les organisations logistiques. Conçus dans les années 70 et 80, ils ont accordé leurs priorités aux échanges bus/rail qui n'impliquent pas de stationnement permanent et aux échanges voiture/rail ; dès que la clientèle est un tant soit peu importante, le stationnement en voiture peut

devenir rapidement un problème, soit de saturation (et alors l'absence de garantie de places est aussi le risque de rater son train), soit de temps de parcours longs (avec des places de 2m50X4, 100 mètres permettent de garer 25 voitures en longueur et 40 en largeur). La nature du déplacement terminal (des déplacements effectués le plus souvent seul, sur des distances inférieures à 5 km) plaide pour l'usage de modes moins encombrants que la voiture (vélo ou deux-roues motorisés). On peut avancer des raisons foncières, des raisons de gain de temps de transfert (il faut rappeler que la désutilité de ces temps est couramment estimée à 3 fois la désutilité d'un temps en circulation), et des raisons de fiabilité du temps de parcours vers la gare et du temps de recherche de stationnement.

Illustrons ces points sur un exemple. Une personne est à 4 km de la gare. Elle peut s'y rendre en voiture ou en deux roues. En voiture, elle sait d'expérience que son temps de parcours sera de 10 à 14 minutes selon les conditions de circulation, elle prévoit donc 14 minutes. En deux-roues, son temps sera de 10 minutes avec une variabilité très faible. Arrivée à la gare, elle peut mettre de 1 à 3 minutes à stationner, l'usager des deux-roues n'en mettra qu'une. Si 80 personnes sont déjà arrivées dans un parking avec une double rangée de places latérales desservies par une voie, les usagers doivent se garer à 100 mètres de la gare (90 secondes de parcours à pied) si les usagers précédents étaient automobilistes, à 33 mètres (30 secondes de parcours à pied) si les précédents étaient des usagers de deux-roues (en supposant qu'une place pour voiture peut être occupée par 3 deux-roues). L'écart est d'une minute. L'externalité imposée à l'usager par le comportement de ceux qui l'ont précédé justifie (outre les questions de foncier disponible) une priorité donnée par l'exploitant aux moyens de rabattement les moins consommateurs d'espace. Entre comportements de précaution et nécessités de marcher plus, l'enjeu est de 7 minutes, et 7 minutes qui en valent probablement 15 du point de vue de la pénibilité. C'est un enjeu non négligeable pour les déplacements de la grande couronne vers Paris (qui sont couramment d'une heure tout compris), en sus des enjeux pour le gestionnaire qui aurait moins de foncier à mobiliser.

On pourrait dans ces conditions imaginer une stratégie visant à développer l'intermodalité deux-roues/rail. Elle reposerait sur les principes suivants :

- Le réseau de voirie des zones situées dans un rayon de 3 à 4 km autour des gares fait l'objet d'une analyse de sécurité approfondie des circulations deux-roues (motorisés ou non) et les investissements et politiques de gestion nécessaires à cette sécurité sont mis en place.
- L'offre de stationnement en gare est développée selon des principes clairs de priorité. Les vélos sont au plus près de l'entrée, dans des emplacements visibles par les flux piétons qui en assurent une sécurité passive. Ils sont suivis des

emplacements pour deux-roues motorisés. Suivent ensuite des emplacements réservés pour des voitures « prioritaires ». Les priorités peuvent être attribuées soit à des personnes à mobilité réduites, soit à des usagers qui en font la demande (par exemple titulaires d'un abonnement annuel), éventuellement contre un supplément tarifaire. Enfin, le reste des places est disponible pour les automobilistes sans caractéristiques particulières.

15.3.2 Le financement et la tarification des transports publics

15.3.2.1 Points forts et points faibles de la tarification du système de transport public francilien

La comparaison entre l'Île-de-France, Taipei et Shanghai fait apparaître le caractère très spécifique de l'Île-de-France à plusieurs égards.

La première spécificité est a priori positive. Les employeurs jouent un rôle dans le financement des transports publics, et ce rôle est justifié par le fait qu'ils sont des bénéficiaires indirects du système de transport : en facilitant des déplacements de masse, encore concentrés dans le temps, les transports publics permettent aux employeurs de bénéficier d'aires de recrutement importantes, ce qui serait très difficile avec des moyens de déplacements individuels seuls. On peut en revanche s'interroger sur le principe de prélèvement mis en œuvre. La base d'imposition est la masse salariale, le taux dépend du département où se trouve l'entreprise. Il est au niveau le plus élevé à Paris et dans les Hauts-de-Seine, à un niveau moyen dans les deux autres départements de petite couronne, à un niveau plus faible en Grande couronne. Ces taux reflètent imparfaitement l'intérêt que les entreprises retirent du système de transport public. En particulier, celles qui sont éloignées du réseau lourd ne retirent pas les mêmes avantages que les autres. Ces taux ne reflètent pas non plus nécessairement les coûts qu'elles engendrent, parce que des entreprises peuvent avoir des politiques de recrutement local ou des aires de recrutement très diversifiées.

Les autres points de comparaison sont moins en faveur de l'Île-de-France. En Île-de-France, l'usager ne paie qu'une faible part du coût comptable de son déplacement. L'amélioration de la qualité du système dépend moins de ses propres attentes ou comportements que des capacités des autorités publiques à dégager les financements principaux, qu'il s'agisse des finances locales générales ou du versement transport. À Taipei et à Shanghai, les pouvoirs publics financent l'essentiel des investissements lourds, mais les recettes issues des usagers couvrent l'essentiel des dépenses d'exploitation. La situation de sous tarification en Île-de-France est d'autant plus forte

que le déplacement est long en distance. Ainsi le *STIF* considère que le tarif d'un pass 2 zones couvre environ 50 % des coûts, contre 20 % seulement pour un pass 6 zones. Cette sous tarification est encore accentuée, pour les actifs, par le remboursement de la moitié du coût du pass navigo. La volonté publique est de susciter des transferts de l'automobile vers les transports publics. La réalité des comportements des usagers est plutôt celle d'un arbitrage entre des qualités de logement et des coûts de transport. Plus ces derniers sont faibles, plus le choix du logement peut se faire sur une aire étendue, et plus les déplacements, notamment vers le travail, risquent d'être de longue distance.

Troisième différence, le niveau tarifaire est le même, en Île-de-France, pour un voyage en bus et en métro, alors même que les usagers du métro, du fait de sa vitesse plus élevée, parcourent des distances plus importantes que les usagers du bus. Par comparaison, les tarifs des bus sont plus faibles à Taipei et Shanghai que ceux du métro. C'est donc en Île-de-France le mode qui offre a priori la qualité de service la plus faible qui coûte le plus cher à l'usager, par km parcouru. Cette différence est particulièrement prononcée pour les usagers marginaux, qui utilisent des tickets en carnet (Agenais, 2007). Ils paient alors 34 centimes du km en bus, contre 19 et 14 en métro et *RER*. Par ailleurs, la structure billettique présente une diversité faible : les billets (à l'unité ou en carnets pour les usagers occasionnels), les pass à base territoriale, ouvrant l'accès à tous les modes d'un même territoire, pour les usagers réguliers. Cette structure est un produit de l'histoire. Les principes tarifaires des transports urbains constituent désormais, parmi les grandes industries de réseau, une exception : les tarifs de l'électricité, des *TGV*, du transport aérien varient avec le moment de consommation. Les opérateurs de téléphone mobile proposent une multitude de forfaits, et des solutions de continuité en cas de dépassement. À Shanghai, la carte électronique permet des différenciations tarifaires sophistiquées.

Notre propre travail, comme celui d'*A. Agenais*, suggère que les différences de qualité de service (en temps de parcours) entre transport public et voiture l'emportent largement aujourd'hui dans la formation du choix modal sur les différences de coût monétaire. En revanche, si l'on fait l'hypothèse que les politiques de stationnement évoquées précédemment sont, au moins pour partie, mises en œuvre demain, le coût de l'automobile dans les zones denses sera augmenté significativement, et la question tarifaire peut reprendre un rôle non négligeable. Par ailleurs, les contraintes financières pèseront de plus en plus lourd sur les autorités organisatrices, et il faudra augmenter les tarifs des transports pour l'usager. Cette augmentation n'a aucune raison d'être uniforme pour les différents modes, territoires, périodes, types d'usagers. Cette question pourrait être traitée dans le cadre d'une innovation technologique, une carte à puce du type de celles utilisées en téléphonie mobile permettant non seulement

une tarification très fine de chaque déplacement, mais aussi une tarification de la mobilité sur une période donnée (un tarif dégressif avec l'usage, par exemple, comme à Shanghai). Nous ne le ferons pas ici, non par manque d'intérêt, mais pour présenter les raisonnements sous-jacents à une approche intermodale et orientée développement durable de la question tarifaire, dans un contexte d'augmentation structurelle des coûts de fourniture du service[122].

15.3.2.2 Les problèmes principaux du système de transport public

La liste suivante donne notre vision des problèmes des transports publics en Île-de-France :

- Saturation aux heures de pointe sur les réseaux lourds, en particulier pour les déplacements avec Paris.
- Insuffisance quantitative et qualitative des dessertes internes proche couronne, alors que le réseau routier est en voie de saturation
- Fréquence insuffisante en heure creuse pour attirer des automobilistes, hors Paris
- Difficultés de financement notables pour maintenir l'exploitation à niveau, encore plus importantes pour développer le système
- Tarifs déresponsabilisant les acteurs (employeurs, usagers) dans leurs décisions de localisation, avec une conséquence : l'incohérence entre la politique tarifaire des *TC* (favorable à l'extension urbaine) et le *SDRIF*, qui prône la « ville compacte »

15.3.3 Les évolutions souhaitables dans les tarifs et les principes de financement

Le fonctionnement du système de transport francilien aura besoin de plus d'argent dans le futur, ou son fonctionnement se dégradera. Comment faire pour que les nécessaires augmentations des tarifs (pour les employeurs comme pour les usagers) n'aient pas pour conséquence une sous-utilisation du système là où il est performant pour les usagers et la collectivité et un transfert vers les modes individuels est la question centrale à laquelle nous nous efforçons de répondre ici.

Une première réponse est la chasse aux dépenses inutiles. Il y en a sans doute beaucoup au niveau des exploitants, mais ce serait une autre thèse. Parmi celles qui dépendent de l'autorité organisatrice, deux pourraient faire l'objet d'un examen approfondi :

[122] On pourrait mieux maîtriser les couts par appel croissant à la concurrence et dérégulation du système. Nous considérons ici que ce serait en dehors du sujet de la thèse.

- L'examen des lignes très peu chargées, dont le ratio recettes/ coûts est le plus faible. Cet examen peut déboucher sur une suppression pure et simple de la ligne, ou sur des modalités différentes d'exploitation (organisation différente des fréquences, bus à la demande, etc.) et sur une négociation avec les communes concernées pour qu'elles participent au financement, lorsqu'elles souhaitent le maintien de la ligne. L'équité n'est pas nécessairement « un même service pour tous », mais peut être aussi une contribution équitable des acteurs régionaux aux services locaux.
- L'examen de la possibilité de supprimer les remboursements de 50 % des pass navigo, pour les actifs dont les salaires excèdent un certain montant, par exemple 3 Smic. Cette mesure n'aurait qu'une incidence très faible sur leurs décisions de choix de mode, beaucoup plus réglée par les performances en temps que par les coûts.

Une seconde réponse est la chasse aux dépenses nuisibles, héritées de l'histoire. Un actif qui vit à proximité de son travail et ne juge pas utile d'acquérir un abonnement de transport ne reçoit rien de la collectivité. Son employeur paie toutefois le versement transport pour lui comme pour les autres. Un actif qui vit à une distance raisonnable (sa migration se fait sur 2 zones) payait en 2003 25,2 euros sa carte orange mensuelle (après remboursement par l'employeur) et le service qu'il consommait coûtait 92,6 euros. La collectivité payait donc 67,4 euros par mois pour lui. Un actif qui vit très loin de son travail (8 zones en 2003) payait 68,5 euros, le service qu'il consommait coûtait 570 euros par mois, la collectivité payait donc 501,5 euros pour lui, c'est-à-dire plus que l'équivalent d'un RMI [123]. Cette structure s'explique par des considérations historiques (la période des villes nouvelles, celle des vertus de l'urbanisation extensives). Elle s'explique aussi aujourd'hui par la présence de catégories plus modestes dans les périphéries. S'il est difficile de revenir sur cette situation pour les personnes déjà installées, qui peuvent invoquer des « droits acquis » et qu'on peut identifier aisément, il n'est pas inimaginable de séparer leur cas, qui peut être réglé par des remboursements spécifiques, éventuellement dégressifs avec le temps, de celui des « nouveaux candidats ». L'augmentation progressive des tarifs sur les liaisons longues, pour aller vers l'égalisation des taux de subvention, la limitation par exemple au tarif 3 zones des obligations de prise en charge par l'employeur iraient dans ce sens. On pourrait également consacrer, à titre expérimental, une part modeste du Versement transport à des aides à la mobilité résidentielle aidant les actifs stables à

[123] RMI : Revenu minimum d'insertion

se rapprocher de leur travail. Quant aux employeurs (qui ont des fichiers d'adresse de leurs salariés), ils pourraient être soumis à des taux de versement transport modulés par la distance moyenne de leurs salariés au lieu d'emploi.

Une troisième réponse viserait d'une part à faciliter la vie des occasionnels, notamment ceux qui vivent en petite couronne dans des zones sans métro (50 % du territoire de la petite couronne est considérée comme non desservie). Elle consisterait à proposer des pass navigo bus seulement, à un tarif attractif par rapport au pass Navigo actuel.

Une quatrième réponse reposerait sur la régulation temporelle. On pourrait proposer des pass « heures creuses seulement » sur les différents territoires franciliens, et espérer ainsi améliorer le taux d'usage des moyens à coût constant dans les périodes les moins chargées et surtout attirer au transport collectif des clientèles nouvelles. Du côté des employeurs, on pourrait imaginer qu'ils prétendent à des baisses de Versement transport quand une part significative des prises d'emploi se fait en dehors des heures de pointe.

Une cinquième réponse pourrait reposer sur une régulation modale. Quelques territoires (le centre-ouest de Paris et la partie Ouest de la proche couronne, de La Défense à Rueil) bénéficient de l'offre exceptionnelle du *RER* A. Les employeurs de ces zones pourraient se voir appliquer un sur versement transport, afin de refléter leur contribution aux problèmes de saturation des réseaux et de desinciter de nouveaux candidats à s'installer dans ces zones. Du côté des usagers, et notamment à l'intention des usagers de Paris et de proche couronne, on pourrait proposer des abonnements bus seulement, bus et métro seulement, à des tarifs attractifs par rapport au pass navigo 2 zones actuels pour désengorger (quelques pour cents en pointe changent la donne) le *RER* dans la partie centrale, d'autant que de nombreuses lignes assurent un service parallèle.

Une plus grande responsabilisation des usagers et des bénéficiaires indirects est indispensable pour une évolution financièrement plus durable du système de transport public. Celle-ci est une condition indispensable au maintien de son rôle dans une évolution durable au sens environnemental de la mobilité en Île-de-France. Si tout ou partie des mesures proposées pour le stationnement est mis en place, les évolutions tarifaires proposées pour les transports publics (un tarif généraliste orienté à la hausse, avec des déclinaisons tarifaires spécifiques à la baisse) n'inciteront pas à des transferts vers la voiture, permettront une modération de l'évolution des coûts des transports publics et une meilleure couverture de ces coûts par les usagers.

15.4 Les enseignements pour la ville de Taipei à partir du cas d'Île-de-France

À la suite des enseignements de notre travail pour une politique intermodale et une mobilité plus durable en Île-de-France, on vise à prolonger ces enseignements pour la ville de Taipei dans ce dernier chapitre. En général, les caractéristiques propres des modes sont toujours proches tant en Île-de-France que à Taipei ou à Shanghai. Cependant, la structure de la mobilité urbaine est très différente dans ces mégapoles, à cause de la dimension socio-économique différente. C'est la raison pour laquelle, dans la ville de Taipei, l'évolution et le développement de transport peuvent également donner une autre direction de réflexion pour les autres villes, notamment pour le développement des deux-roues motorisés (peut-être l'étude d'un mode alternatif à la voiture). Dans l'ensemble, on essaie aussi de réfléchir les mesures possibles à partir du cas d'étude d'Île-de-France afin d'améliorer la mobilité plus durable à Taipei.

Selon le résultat d'évaluation des coûts de déplacement dans les mégapoles, la structure des coûts a certaines différences parmi les modes en Île-de-France et à Taipei. Pour cela, on montre la situation constatée des modes fondée sur les échelles de coût à Taipei dans la table suivante (le cas de l'Île-de-France est montré dans la table XV-2). En effet, l'usage de la moto et du bus à Taipei est relativement plus attractif que ceux en Île-de-France pour les usagers grâce à l'efficacité monétaire de la mobilité. De plus, le développement des voiries routières et de *TC* est en train de réaliser (y compris aussi les voies cyclables au centre), c'est la raison pour laquelle les finances publiques sont lourdes pour les pouvoirs publics à Taipei.

TABLE XV-9 : Situation constatée aujourd'hui des modes fondée sur les échelles de coût à Taipei

Aspects / Mode	**Coût par km voyageur**			
	Monétaire pour l'usager	Temporel pour l'usager	Pour les finances publiques	Externe
Vélo	Faible	Élevé, sauf déplacements courts	Moyen, élevé si SmileBike	Faible
Deux-roues motorisés	Faible	Très faible	Moyen	Élevés
Voiture	Élevé	Faible à moyen	Élevé	Élevés
Bus	Très faible	Élevé	Moyen	Faible
Métro	Faible	Faible, si proche d'une station	Très élevé (développement du réseau)	Faible
Taxi	Très élevé	Faible	Moyen	Moyen

15.4.1 Les capacités de développement des modes

À la suite de la description de capacité des modes à satisfaire de nouvelles clientèles fondées sur les quatre facteurs principaux en Île-de-France, on peut envisager que la capacité de développement des modes à Taipei est aussi similaire à l'Île-de-France, référée à la table XV-5.

Par ailleurs, on rappelle d'abord les certains caractères entre les modes à Taipei avant d'indiquer les avantages et les inconvénients des modes dans une optique de transfert potentiel.

En effet, à Taipei, l'avantage de l'usage de la moto est relativement plus évident par rapport à la voiture et au transport public, grâce l'accessibilité, la rapidité et l'usage économique. Selon l'enquête téléphonique (*MOTC*, 2003), il y a 92% des motocyclistes qui veulent continuellement racheter une nouvelle moto après que la moto ancienne est abandonnée. De plus, il y a 30 % des déplacements en moto qui sont inférieurs à 3 km, voir la table suivante. Ces déplacements courts ne sont pas appropriés pour l'usage successif de plusieurs moyens de transport. Dans l'ensemble, on peut diviser l'usage de la moto en trois parts en fonction de la distance adaptée de déplacement : la distance de déplacement en moto de moins de 3 km (30%) est aussi adaptée pour l'usage du vélo ; la distance longue (plus de 10 km) de déplacement en moto est aussi un marché potentiel pour le transport public, notamment les déplacements vers le centre ; le reste (les distances entre 3 et 10 km) sont absolument compétitifs pour l'usage de la moto.

Encadré :

La distance de 3 km :

Vélo : 15 minutes (la vitesse est 12 km/h)

Moto : 8 minutes (la vitesse est 30 km/h plus 2 minutes de stationnement)

L'avantage de l'usage du vélo pour la distance de déplacement à moins de 3 km est l'efficacité monétaire. En effet, l'écart de temps est 7 minutes n'est pas un facteur important pour la plupart des voyageurs, et 3 km est encore dans la tolérance raisonnable de la physique. En revanche, l'usage du vélo peut gagner la valeur monétaire, par exemple, le prix de stationnement, le prix de carburant etc.

La distance de 10 km concernant au centre :

Moto : 25 minutes (la vitesse est 30 km/h, mais 5 minutes de stationnement au centre)

Métro : 30 minutes (la vitesse moyenne est 20 km/h), si le domicile est proche de la station

Moto+Métro (3 km de moto + 7 km de métro) : 28 minutes

L'avantage de l'usage du métro (l'origine est proche de la station) pour les distances de déplacement à plus de 10 km se focalise aussi sur l'efficacité monétaire. Par exemple, le prix de stationnement au centre est relativement plus coûteux et le temps de stationnement est plus long. De plus, on peut imaginer la moto plus le métro. Pour l'efficacité temporelle, c'est plutôt la moyenne entre le mode simple moto et le métro. Pour l'efficacité monétaire, c'est aussi abordable par rapport à l'usage de la moto pour se rendre au centre, si le prix de stationnement dans la station de métro en banlieue est moins cher.

TABLE XV-9 : La répartition en longueur de l'usage de moto à Taipei

	Moins 1 km	1~3 km	3~5 km	5~8 km	8~10 km	10~15 km	15~20 km	Plus 20 km	Ensemble
Taipei City	7,70%	22,20%	15,30%	15,20%	12,70%	10,70%	8,50%	7,70%	100%
Taipei Country	10,70%	23,80%	16,40%	12,50%	12,50%	9,50%	7,60%	7,00%	100%

Source : MOTC, 2003

De plus, le risque des accidents par km de moto et de voiture est proche dans la mégapole de Taipei, voir le chapitre 14.4. C'est-à-dire, le transfert potentiel entre l'usage de la voiture vers l'usage de la moto est aussi cohérent en fonction des coûts externes à Taipei. De plus, le transfert modal de l'usage de la voiture vers l'usage de la moto est aussi très compatible pour la consommation d'espace (en circulation et en stationnement), notamment pour les déplacements dans les zones denses.

En outre, 34% du nombre de voyageurs en métro à Taipei en 2001 provient de l'usage des véhicules motorisés, dont 21% sont les motocyclistes. En effet, à la suite d'un réseau de métro plus complet, le transfert modal de l'usage de la moto vers l'usage du métro est de plus en plus élevé. C'est le bénéfice normal pour mettre en plan le métro.

TABLE XV-10 : Choix modal pour les voyageurs de métro avant la mise en service du métro

Ville	Bus	Moto	Voiture	Vélo	Taxi	Autres
Taipei City	64.1	18.5	10.6	1.1	3.7	2.0
Taipei country	57.0	25.2	12.9	0.3	2.7	2.0
Ensemble	60.5	21.5	11.8	0.7	3.5	2.0

Source : Le bureau de transport à la mairie de Taipei, 2001

Selon les caractéristiques propres des modes liés à l'échelle des coûts de déplacement et au territoire, on met une synthèse des avantages et des inconvénients de différentes substitutions modales.

TABLE XV-11 : Avantages et les inconvénients des modes dans une optique de transfert potentiel

Coût / Mode	Coût monétaire pour l'usager	Coût temporel pour l'usager	Coût pour les finances publiques	Coûts sociaux	Urbanité	Remarques
De voiture à autre…						
Voiture vers **bus**	Bénéfique	Augmentation	Augmentation, sauf si heures creuses	Amélioration +++ au centre ++ en banlieue	Amélioration	Compétition réduite aux distances moyennes
Voiture vers **métro**	Bénéfique	Différences faibles sur liaisons concernant centre. Très négatif en rocade en banlieue	Augmentation, - en zone centrale -- ailleurs, sauf si heures creuses	Amélioration +++ au centre, ++ en banlieue	Amélioration	Compétition réduite en banlieue
Voiture vers **2-RM**	Bénéfique	Bénéfique ++ au centre + en banlieue	Neutre	Neutre	Amélioration ++ au centre (conso d'espace) + en banlieue	Compétition centrée sur des distances moyennes
Voiture Vers **Vélo**	Très bénéfique	Amélioration (distances courtes en zone dense) Dégradation autrement	Neutre	Amélioration De +++ (centre) à + (banlieue)	Amélioration +++ au centre	Compétition centrée sur des distances courtes
Bus vers **Métro**	Faible bénéfique	Amélioration	Augmentation	Amélioration	--	Des transferts peuvent pourtant être intéressants en pointe
Voiture vers **taxi + autopartage**	Bénéfique pour personnes à faible mobilité automobile	Dépend des lieux	Neutre	Amélioration (conso d'espace)	--	Compétition possible là où très bons TC
De moto à autre…						
Moto vers **Métro**	Neutre	Différences faibles sur liaisons longues concernant centre.	Augmentation, - en zone centrale -- ailleurs, sauf si heures creuse	Amélioration +++ au centre ++ en banlieue	Amélioration	Compétition centrée sur des distances longues
Moto vers **Bus**	Bénéfique	Augmentation	Augmentation sauf si heures creuses	Amélioration +++ au centre ++ en banlieue	Amélioration	Compétitivité centré sur les certaines zones
Moto vers **Vélo**	Très bénéfique	Amélioration (distances courtes en zone dense)	Neutre	Amélioration +++ au centre ++ en banlieue	Amélioration ++ au centre	Compétition centrée sur des distances courtes

15.4.2 Analyse de deux politiques intermodales au service du développement durable

On prolonge l'étude sur les deux politiques présentés (les politiques de stationnement, le financement et la tarification des *TC*) en Île-de-France pour la ville de Taipei afin de proposer le trajet possible de développement pour une mobilité plus durable à Taipei. Excepté les réflexions liées aux politiques proposées pour la ville d'Île-de-France, on rajoute, dans ce paragraphe, les autres points intéressants pour la ville de Taipei.

15.4.2.1 Les politiques de stationnement

Les politiques de stationnement à Taipei visent en général à réduire l'usage des véhicules motorisés dans certaines zones denses, comme les autres villes mondiales. Bien que les tarifs de stationnement à Taipei soient relativement plus élevés que ceux en Île-de-France, il existe quand même des points contradictoires, notamment pour la moto.

- Les tarifs par heure de stationnement de voiture (pour les stationnements publics) sont en moyenne 2 à 4 fois plus élevés qu'un ticket de bus selon les zones dans la ville, en effet, dans les zones commerciales au centre, certains stationnements privés sont toujours plus coûteux que ces tarifs, notamment les tarifs des stationnements dans les centres commerciaux (au moins 6 fois plus élevé qu'un ticket de bus). Cependant, ces tarifs présents pour les stationnements publics ne sont pas gênants pour les automobilistes (le coût privé rapporté au voy.-km pour l'usage de voiture est 4 fois plus élevé que celui pour l'usage de bus). Pour cela, on propose d'abord une politique de stationnement dynamique pour l'usage de voiture. C'est-à-dire, les tarifs de stationnement sont variables selon certaines heures, journées et zones, par exemple, l'augmentation de tarif de stationnement pendant l'heure de pointe et certaines journées dans les zones denses et à la fois la réduction de tarif de stationnement pendant l'heure creuse. Cette politique peut être intégrée avec des horaires de travail flexibles afin d'éviter le trafic important dans l'heure de pointe (il faut négocier avec les employeurs). Par exemple, il y a trois grands pôles d'industrie (Neihu Technology Park, Nangang Software Park et Beitou-Shilin Technology Park) dans la banlieue proche à Taipei, donc, c'est peut-être une voie possible pour soulager le trafic lourd lié ces pôles et les zones denses. De plus, cette politique de stationnement doit accompagner un système électronique de contrôle solide et une intensité de la surveillance. Enfin, il faut

aussi considérer le développement des parcs relais dans les stations de métro en banlieue.

- La politique de stationnement pour la moto est mise en pratique depuis 2000 à Taipei afin d'une part d'éviter l'usage important de la moto dans les zones denses et d'autre part de séparer les voies piétons et les stationnements de motos à côté des voiries. En effet, les tarifs par heure de stationnement de moto à Taipei est environ 1.3 fois plus élevé qu'un ticket de bus. De plus, il y a quand même des tarifs plus coûteux (vers 2 fois plus élevé) dans certaines zones au centre. Mais, il faut considérer la cohérence entre la politique de stationnement et le développement du transport. Par exemple, le transfert modal de l'usage de la moto vers l'usage du métro ou de moto/métro est relativement incohérent, du fait que les tarifs de stationnement de la moto (pour les stationnements publics) sont toujours identiques, y compris le tarif de stationnement dans les stations de métro. C'est-à-dire, il n'a pas de raison de payer une fois le tarif de stationnement dans la station de métro et l'autre fois un ticket de métro pour se rendre au centre. C'est la raison pour laquelle il faut classifier plusieurs tarifs de stationnement pour la moto, notamment les stationnements dans les stations de métro en banlieue. Peut-être on peut imaginer un demi-tarif de stationnement de moto dans les stations de métro en banlieue, si on utilise ensuite le métro (ou bien le forfait de tarif entre le stationnement et le ticket). De plus, il faut aussi considérer l'augmentation du tarif de stationnement au centre, parce que le tarif par heure de stationnement est proche de celui d'un ticket de bus, cela n'est pas une mesure forte. Par exemple, on peut imaginer que le tarif de stationnement de moto au centre soit 1.5 à 2 fois plus élevé qu'un ticket de bus (le coût privé rapporté au voy.-km pour l'usage de moto est 1.5 fois plus élevé que celui pour l'usage de bus).

15.4.2.2 Le financement et la tarification des transports publics

À Taipei, le financement des transports publics est double : soit la finance publique pour l'investissement des infrastructures lourdes et soit les recettes publiques (billets, publicité et loyer). En revanche, il n'y a pas à Taipei, de versement transport, qui intègre les employeurs dans le plan de financement public pour les transports publics.

Dans cette logique, les recettes publiques doivent couvrir toutes les dépenses de fonctionnement pour les transports publics à Taipei, sinon il y a un budget en déficit pour les mettre en service.

Pour le métro à Taipei, c'est plutôt positif, parce que les recettes et les dépenses sont presque équilibrées après 10 ans de la mise en service (1996-2006). En effet, le développement du métro à Taipei est toujours associé avec les centres commerciaux,

comme le Châtelet à Paris, autrement dit, il y a une part importante des recettes publiques qui vient des loyers de ces centres commerciaux (il y a 12% des recettes publiques des transports publics qui viennent de la publicité et du loyer etc., selon le rapport annuel du métro à Taipei, 2007). Par ailleurs, on conçoit aussi la mesure financière *PPP* (Partenaire Public-Privé) dans les autres nouveaux projets de métro ou de tramway à Taïwan. Par exemple, les pouvoirs publics donnent une durée de concession pour la mise en service de métro et le développement du foncier autour de la station aux entreprises privées, en revanche, les entreprises privées doivent se charger de toutes les dépenses d'investissement et de fonctionnement. En effet, ce concept *PPP* est déjà appliqué pour le projet de *TGV* à Taiwan.

Quant au système des bus de Taipei, il est déjà privatisé par le groupe de 15 entreprises privées depuis 20 ans. En principe, les dépenses d'investissement sont toujours à la charge des pouvoirs publics, les dépenses de fonctionnement doivent être réalisées par les entreprises de bus. Mais, le plan de finance des bus à Taipei est plus négatif à cause d'un taux d'occupation faible, notamment pour certaines lignes en banlieue. Pour cela, le gouvernement de Taipei donne quand même une subvention publique annuelle aux entreprises de bus afin d'équilibrer les recettes et les dépenses de fonctionnement (il a peu des recettes accessoires, comme le loyer et la publicité etc.).

Selon la description de plan de financement des transports publics à Taipei, la réduction de la tarification des transports publics semble être une mesure difficile, s'il y a une subvention publique régulière ou bien des recettes publiques supplémentaires. Pour cela, les politiques les plus importantes et les plus prioritaires pour la tarification des transports publics doivent viser d'une part à augmenter le taux d'occupation des véhicules (surtout pour le bus à l'heure creuse et le bus dans la banlieue) et d'autre part réorganiser le réseau de transports publics en fonction de l'efficacité d'opération. Pour le premier point, il faut accompagner les autres politiques de transport, comme la politique de stationnement et le développement *TCSP* etc. afin d'une part de créer plus de clientèle de bus et d'autre part de renforcer le réseau. Pour le dernier point, il faut reprendre en examen les lignes de bus peu chargées sur les questions concernant la superposition des lignes de transports publics, la fréquence des lignes et le bénéfice des lignes (ratio entre les recettes et les dépenses) ou bien la possibilité de suppression des lignes et de remplacement par des minibus.

La politique de tarification des transports publics à Taipei offre peu de choix. Il n'y a que l'intégration tarifaire pour le bus et le métro ou les tarifs spécifiques pour les élèves et les groupes de handicapés. Donc, on peut lancer une nouvelle réflexion sur l'intégration tarifaire entre le ticket de transport public et le stationnement

(notamment pour les motocyclistes et les cyclistes) afin de créer de nouvelles clientèles venant de l'usage des véhicules motorisés et des recettes publiques nouvelles pour les pouvoirs publics. Après avoir augmenté les recettes publiques, on peut imaginer plus loin sur la réduction de la tarification des transports publics.

CONCLUSION GENERALE

Bien que la forme urbaine, la structure du transport urbain et le niveau économique soient très différents dans les trois mégapoles d'étude, elles font toujours face au même challenge de transport important et inévitable sur la création d'une mobilité plus durable concernant la réduction de la dépendance aux véhicules motorisés dans les zones centrales, l'augmentation de l'attraction du transport collectif et à la fois le développement d'autre mode alternatif aux véhicules motorisés.

Face à ce défi dans la ville, il y a plusieurs stratégies possibles dont le concept de l'intermodalité semble être une des stratégies utiles pour satisfaire le développement durable dans les meilleures conditions économiques et sociales, et la reconnaissance du lien entre besoins de transport et urbanisme.

❖ Rappel des objectifs de la recherche

Tout au long de ce travail de thèse, nous avons souhaité répondre à la problématique du transport urbain et au rôle possible de l'intermodalité autour du cœur du développement durable dans le contexte actuel de trois mégapoles : Île-de-France, Shanghai et Taipei afin de proposer les pistes possibles de développement dans le cadre de développement durable.

Dans ces mégapoles, respectivement *45*%, *25*% et *50*% des déplacements quotidiens sont réalisés en véhicule motorisé individuel, et la part de ces véhicules est croissante. Si cette tendance d'évolution modale continue, l'objectif de développement durable du transport urbain ne sera pas réalisé.

Dans ce cas, nous visons à chercher la compatibilité des mesures de transport et la possibilité de l'intermodalité afin de construire une mobilité urbaine plus durable dans les mégapoles. Donc, notre travail a en premier lieu cherché à comprendre les caractéristiques générales de la mobilité urbaine, l'évolution de mobilité dans les mégapoles d'étude afin d'indiquer la dépendance de l'usage de la *VP*, parce que les mouvements d'étalement des populations et des activités, ainsi que l'évolution des niveaux et des rythmes de vie, ont conduit à une utilisation prépondérante du véhicule particulier, notamment pour le véhicule motorisé. Après avoir analysé la mobilité urbaine, il nous faut ensuite chercher à comprendre la concurrence relative des modes

dans la mégapole d'étude et à la fois en proposer une piste possible de développement pour l'intermodalité dans la ville dans la fin de première partie.

Pour quantifier ces analyses qualitatives sur la mobilité urbaine, la deuxième partie fait évaluer tous les coûts de déplacement respectifs par activité, par territoire et par mode liés à deux approches d'évaluation. En effet, la méthodologie adaptée se base sur une analyse comptable et économique du déplacement pour les différents acteurs de transport (usagers, pouvoirs publics et société) a pour but : de dégager le développement durable du transport urbain au regard du triple objectif poursuivi : l'accessibilité, la productivité et la durabilité et d'évaluer, a l'aide d'un modèle de diagnostic de transport, les différents effets de scénarios politiques précis. La réflexion s'est ensuite orientée sur la comparaison des modes de transport à la faveur du résultat d'évaluation des coûts de déplacement afin d'une part de préciser le rapport entre la mobilité urbaine et les coûts de déplacement et d'autre part d'apporter des éclairages aux mesures de transport urbain dans les mégapoles.

Par ailleurs, nous avons d'abord proposé, dans la troisième partie, les perspectives de développement durable dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei. Enfin, les enseignements de ce travail pour une politique intermodale et une mobilité plus durable dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei fondés sur les résultats d'évaluation des coûts de déplacement est notre dernier travail afin d'expliquer comment pouvons nous appliquer le modèle de diagnostic des coûts à la mise en examen des politiques de transport. D'ailleurs, il convient en effet de remettre en cause certaines habitudes de pensée, devenues obsolètes, et soutenir des partenariats diversifiés, renouveler les pratiques, partager des réflexions et échanger des expériences par-delà les frontières de la mégapole.

Transversalement aux trois parties principales de notre recherche liant analyse qualitative et quantitative autour des questions de mobilité urbaine durable, nous avons ainsi pu mettre en exergue des facteurs clés, permettant de comprendre les freins et les leviers du développement durable de transport urbain. Partant des idées forces de chacun des axes, nous allons à présent tenter de tracer les enjeux de l'intermodalité dans la mégapole et dans le cadre du développement durable.

En bref, ce chapitre dernier consiste principalement en trois composantes : le rappel des objectifs de la recherche, les principaux résultats et les apports et pistes de recherches ultérieures à développer.

16.1 Les principaux résultats

Il s'agit ici de revenir succinctement sur les cinq points de vue forts de notre

recherche au travers des questions traitées sur le transport urbain fondées sur l'évaluation des coûts de déplacement dans le cadre du développement durable dans les mégapoles à échelles économiques différentes : (1) l'évolution de la motorisation urbaine et la compétitivité des modes dans les mégapoles, (2) la complémentarité des modes de transport, (3) la possibilité de mise en œuvre de l'intermodalité, (4) les éléments de diagnostic basés sur l'évaluation des coûts de déplacement, (5) les mesures de transport proposées pour l'intermodalité et la mobilité durable. Chacun de ces points a permis de mettre en évidence des résultats intéressants sur l'utilisation du levier des coûts de déplacement dans les mégapoles d'étude.

16.1.1 L'évolution de la motorisation urbaine

Tout d'abord, il convient de faire l'apprentissage de l'évolution historique de la motorisation urbaine liée à la croissance économique et démographique dans la mégapole. En effet, la plupart des politiques de transport urbain présentes visent toujours à rechercher les solutions possibles pour réduire le niveau de la motorisation ou soulager l'impact environnemental causé par les véhicules motorisés dans la zone urbaine sous l'angle du développement durable. C'est la raison pour laquelle nous choisissons les trois mégapoles (Île-de-France, Shanghai et Taipei) qui se situent dans des situations différentes liées au niveau de motorisation, d'économie locale et de démographie dans notre recherche. L'objectif de ce point est double : l'observation de la trajectoire de développement du transport urbain et la compétitivité des modes de transport dans les mégapoles d'étude.

Selon les descriptions générales de la motorisation au regard de l'évolution temporelle, à la forme urbaine et au niveau socio-économique dans le chapitre 1 et 2, nous avons précisé que l'évolution de la motorisation a une trajectoire similaire dans les mégapoles d'étude (vers un usage important des véhicules motorisés, voitures et motos). De plus, cette trajectoire de la motorisation urbaine peut accompagner des formes modales urbaines différentes, confronté avec la figure II-1. Pour cela, les études de motorisation et la tendance du transfert modal dans la mégapole peuvent donner une vision initiale avant la mise en œuvre des politiques de transport.

A la suite de l'observation du transport urbain, les véhicules particuliers, comme la voiture en Île-de-France, le vélo et la moto à Shanghai et la moto et la voiture à Taipei, sont toujours plus utilisés par rapport aux autres modes dans la ville, grâce à leur accessibilité et leur prix abordable. De plus, la croissance de la motorisation à Shanghai augmente très rapidement, notamment pour les deux-roues motorisés (20 000 en 1986 et 1.1 millions en 2004). En fait, ¨la compétitivité¨ des modes liée à

la condition géographique peut directement refléter l'ordre de choix modal des individus, cette observation peut également être prouvée par le modèle des coûts de déplacement.

À la suite de la description de la compétitivité pour l'usage du véhicule particulier, cela signifie que le transport en commun n'a pas au sens large assez d'attractivité, notamment dans la banlieue. En effet, le réseau de transport en commun en Île-de-France est relativement développé par rapport aux autres villes dans le monde. Quant au réseau de transport en commun dans la mégapole de Shanghai et de Taipei, il est en train de se développer. Pour cela, les défis rencontrés en Île-de-France peuvent être un exemple de réflexion pour les deux autres mégapoles après la mise en développement du réseau de transport collectif.

De plus, selon le résultat d'évaluation des coûts de déplacement, l'usage du transport collectif et celui du véhicule motorisé ont leurs avantages respectifs. Par exemple, l'usage du véhicule motorisé est normalement plus attractif que l'usage de transport collectif si on considère le coût du temps et le bilan des pouvoirs publics. Au contraire, l'usage du transport collectif est plus compétitif que l'usage de véhicule motorisé, si on prend compte le coût privé lié à la dépense de détention et d'usage et le coût externe. À la suite de l'évaluation des coûts de déplacement par territoire, la compétitivité entre transport collectif et véhicule motorisé est toujours différente en fonction des liaisons dans la mégapole. Par exemple, en Île-de-France, le transport collectif est relativement plus compétitif par rapport à la voiture pour les déplacements intra-zones de Paris, et interzones Paris-PC, Paris-GC et PC-GC. En revanche, pour les déplacements en rocade dans la banlieue, l'usage de véhicule motorisé est sans doute plus réalisable. ¨La compétitivité¨ des modes est plutôt expliqué par le comportement préféré des individus pour le choix modal, le fardeau du financement public pour les pouvoirs publics et le niveau de l'impact environnemental pour la société. C'est la raison pour laquelle l'objectif des mesures de transport ¨bâton¨ et ¨carotte¨ vise toujours à changer la situation de la compétitivité des modes dans les mégapoles.

16.1.2 La complémentarité des modes de transport

Après avoir décrit la trajectoire de développement du transport urbain et l'évolution économique et démographique, la structure de la mobilité urbaine devient de plus en plus stable lorsque le niveau de l'économie est développé et la densité démographique est saturée. Ce phénomène est bien représenté dans les trois mégapoles d'étude, Île-de-France, Shanghai et Taipei. Par exemple, selon la figure II-1 sur la trajectoire du développement du transport urbain, la structure de la mobilité dans la mégapole d'Île-

de-France reste relativement stable par rapport à celle dans la mégapole de Shanghai et Taipei. Quant à la mégapole de Shanghai, le développement du transport urbain commence à partir des années 90 à la suite de l'essor économique.

Face à une structure de mobilité stable en Île-de-France et une croissance forte de la motorisation dans la mégapole de Shanghai et de Taipei, ¨la complémentarité¨ entre modes est une notion fondamentale pour réduire raisonnablement la dépendance de la motorisation et à la fois satisfaire les demandes de déplacement aux habitants. De plus, si la nécessité d'organiser la complémentarité des moyens de transport a été depuis pointée de façon récurrente, une intensification des réflexions et propositions en la matière est notable depuis les dernières années, notamment pour les villes plus développées. Selon la description qualitative sur les caractéristiques respectives des modes dans la partie I, la complémentarité des modes a théoriquement certains avantages afin de renforcer l'accessibilité du transport collectif et de soulager l'impact environnemental causé par le véhicule motorisé dans la mégapole.

De plus, nous pouvons également expliquer ce phénomène de la complémentarité des modes à la faveur de l'évaluation des coûts de déplacement. Selon les résultats d'évaluation des coûts par activité, par mode et par territoire, nous pouvons constater qu'il y a des caractéristiques différentes des déplacements en *VP*, en moto et en *TC*. C'est-à-dire, l'organisation effective de la complémentarité des modes de transport peut nous amener une mobilité plus durable dans la mégapole.

D'ailleurs, la complémentarité des modes peut non seulement donner une réflexion supplémentaire aux voyageurs pour le choix modal, mais aussi une vision de l'aménagement urbain liée à l'espace urbain limité et au prix foncier aux pouvoirs publics. Pour cela, cette direction de développement est double : l'une vise à libérer l'espace urbain pris par le véhicule motorisé et l'autre vise à réduire la dépense publique lié au prix du foncier élevé. En revanche, le développement raisonnable du système routier dans la banlieue peut non seulement renforcer le réseau faible du transport collectif et les activités humaines, mais aussi réduire relativement la dépense publique de l'infrastructure de transport collectif.

16.1.3 La possibilité de mise en œuvre de l'intermodalité

La mise en place de l'intermodalité dans le système du transport urbain est au sens large une voie de prolongation sur ¨la complémentarité des modes¨. En effet, sauf les véhicules particuliers, le transport collectif ne satisfait que les demandes de certains voyageurs pour les services de déplacement en porte-à-porte, surtout pour les déplacements dans le centre. Autrement dit, en profitant des caractéristiques

respectives des modes, l'intermodalité peut renforcer la fonction du transport collectif afin de donner un service porte-à-porte aux voyageurs, bien que le taux d'usage de l'intermodalité dans les mégapoles d'étude reste encore marginal.

Selon la définition fondamentale de l'intermodalité (voir le chapitre 3), ce mode semble pouvoir constituer d'une part une chaîne de transport efficace en comparaison de certains déplacements en *VP* (notamment pour les liaisons entre le centre et la banlieue) et d'autre part réduire l'impact environnemental négatif lié à l'usage des véhicules motorisés. Pour cela, nous avons proposé une piste possible de développement de l'intermodalité dans la mégapole : les déplacements interzones entre le centre et la banlieue liés à l'usage de la *VP* (vélo, moto, voiture et bus) de l'origine à la gare de train dans la banlieue et à l'usage du *TC* (métro et train) de la gare au centre.

Par ailleurs, nous avons aussi mis en point fort et faible pour l'usage de l'intermodalité en fonction des résultats d'évaluation des coûts. Pour cela, il y a d'abord les deux points faibles pour l'intermodalité : l'un est le coût du temps de déplacement pour usagers, du fait que le temps de parcours pour l'intermodalité est relativement plus élevé (l'augmentation du temps à l'extérieur du véhicule, comme le temps d'attente, de correspondance et de stationnement) et l'autre est le coût pour les pouvoirs publics, du fait qu'il doit améliorer la situation des correspondances (comme les pôles d'échange, les parcs relais et les conditions de correspondance dans la station etc.). Quant aux points forts, il y en a aussi deux : l'un est la réduction de l'impact environnemental causé par le véhicule motorisé (la pollution, le bruit, les accidents et la congestion), notamment dans la zone centrale ; l'autre est l'extension de l'aire d'attraction des gares.

Bien que le mode intermodal ait une attraction relative pour certains déplacements dans la mégapole à la suite de la description qualitative et de l'analyse quantitative, ce mode n'occupe qu'un peu du marché de transport urbain à cause des points faibles dans la chaîne du transport urbain. Dans l'ensemble, le mode intermodal devrait être encouragé et attractif par rapport à l'usage de *VP* conformément au développement durable, du fait que l'extension importante du réseau de *TC* doit dépendre de la capacité du budget public. Pour cela, ce mode peut être un mode complémentaire pour renforcer la capacité du réseau de *TC*.

En outre, un succès de l'intermodalité doit non seulement être fondé sur un réseau solide et attractif de transport collectif, mais aussi sur l'aménagement efficace des pôles d'échange et des parcs relais. Les pôles d'échange et les parcs relais apparaissent ainsi comme un outil potentiel d'aide au fonctionnement de noyaux urbains concentrés. À l'échelle d'une ville, ils permettront de plus de démultiplier et

de gérer sélectivement les capacités de stationnement : stationnement de longue durée préférentiellement en périphérie dégageant théoriquement de l'espace central de voirie et de stationnement à réaffecter. De plus, à cette échelle, un nouveau type d'analyse, fondée sur la comparaison des coûts de déplacement réalisés avec les différents modes de transport dans les différents territoires en ville, nous a permis de démontrer qu'il existe effectivement des domaines géographiques d'efficacité socio-économique maximum différenciés pour chacun d'entre eux et qu'une méthodologie de localisation optimale des lieux d'échange VP/TC du point de vue de la collectivité peut être esquissée.

16.1.4 Les éléments de diagnostic basés sur l'évaluation des coûts

Après avoir évalué les coûts de déplacement par mode, par activité et par territoire dans les mégapoles dans la deuxième partie, nous avons proposé des éléments de diagnostic basés sur la comparaison internationale, sur l'étude globale des différents types de coûts et sur la différenciation spatiale des coûts. Ces éléments de diagnostic peuvent nous donner des références chiffrées avant la mise en pratique des mesures de transport pour les pouvoirs publics.

Tout d'abord, la comparaison internationale peut expliquer les niveaux d'usage des véhicules motorisés individuels en fonction des stades de développement économique, des trajectoires de développement urbain et de politique de contrôle des flux. Ensuite, les éléments généraux de diagnostic fondés sur l'étude globale des différents types de coûts peuvent respectivement refléter le coût pour les usagers (coût privé), pour les pouvoirs publics (le bilan des pouvoirs publics) et pour la société (les coûts externes). Ces coûts liés aux trois activités peuvent se lier aux trois perspectives sur le développement durable. En effet, le niveau de développement des modes est toujours différent en fonction de ces éléments de diagnostic. Par exemple, l'usage du *TC* est plus économique que l'usage de la *VP* pour la société, et l'usage du *TC* est au contraire moins attractif que l'usage de la *VP* pour les finances publiques. Quant aux usagers, la situation est très différente selon les types de liaisons.

Enfin, les éléments généraux de diagnostic fondés sur la différenciation spatiale des coûts peuvent nous tracer la compétitivité respective entre *VP*, moto et *TC* selon les liaisons différentes dans la mégapole. Comme nous voyons que le réseau de transport collectif est toujours concentré dans la zone centrale, c'est la raison pour laquelle le coût total de déplacement en *TC* à Paris, par exemple, est sans doute plus économique que la voiture et la moto. En revanche, le réseau de *TC* est plus faible pour les dessertes en rocade dans la banlieue, donc le coût total de déplacement en *TC* en

rocade dans la banlieue est plus coûteux que celui en voiture et en moto.

Selon ces éléments de diagnostic différents, nous pouvons bien indiquer les avantages et les inconvénients pour l'usage de la *VP* et du *TC* par territoire sous les différents aspects, usagers, pouvoirs publics et société dans les mégapoles. Ces résultats peuvent guider les mesures de transport dans le cadre du développement durable.

16.1.5 Les mesures de transport proposées pour l'intermodalité et la mobilité durable

Au début de la troisième partie de notre recherche, nous avons présenté les perspectives proposées en Île-de-France et à Taipei, et à la fois les objectifs chiffrés pour le développement à moyen et à long terme selon les rapports officiels publiés. Après avoir constaté les perspectives proposées et les objectifs chiffrés dans ces deux mégapoles, la réduction de l'usage du véhicule motorisé dans les zones denses, l'augmentation de l'usage du *TC* et de modes non-motorisés et la création des modes alternatifs aux véhicules motorisés sont les axes principaux de développement en ville. En principe, ces mesures proposées peuvent cadrer les quatre perspectives sur l'environnement, sur le bilan des pouvoirs publics, sur l'efficacité de la mobilité et sur l'urbanité.

Pour cela, nous avons déjà mis en grille le rapport entre le développement des modes et les avantages /inconvénients des modes dans une optique de transfert modal en fonction des résultats d'évaluation des coûts de déplacement liés aux différents aspects (comme le coût monétaire et temporel pour l'usager, le coût pour les finances publiques et les coûts sociaux) dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei. Ces résultats peuvent nous guider dans une direction de développement des modes liée aux types de liaisons dans les mégapoles.

Excepté l'analyse de développement des modes fondée sur l'évaluation des coûts de déplacement, nous avons ensuite fait une proposition concernant les deux politiques intermodales au service du développement durable : les politiques de stationnement, le financement et la tarification des transports publics en Île-de-France et à Taipei. Dans cette proposition, nous avons aussi lancé quelques pistes possibles de développement du transport urbain dans le cadre du développement durable dans la mégapole, comme le système de la tarification du stationnement en ville, l'organisation des pôles d'échange, le moyen de financement public du *TC* et la modification du système tarifaire du *TC*.

Dans le cadre du développement durable du transport urbain, il existe aussi des mesures variées relatives au transport urbain au regard de l'aspect environnemental,

économique et social. Dans l'ensemble, la cohérence des mesures de transport urbain vise non seulement à construire un environnement plus agréable pour tous les habitants, mais aussi à éviter le gaspillage important des ressources sociales. C'est la raison pour laquelle on doit chercher des solutions raisonnables à court terme pour résoudre le problème actuel des transports urbains et tracer le chemin à moyen et long terme pour la vision future de développement du transport urbain dans les mégapoles. Dans l'ensemble, notre modèle de diagnostic fondé sur l'évaluation des coûts de déplacement semble être adapté pour mettre en examen la direction de développement des mesures et la cohérence entre les mesures.

16.2 Pistes de recherches ultérieures

Notre recherche a mis en valeur des aspects économiques que soulèvent les questions autour de l'intermodalité et de la mobilité urbaine basées sur le comportement des voyageurs, la restriction du financement public et l'impact de l'environnement externe et à la fois nous avons aussi établi un modèle d'analyse économique qui comprend la multitude de facteurs relatifs à travers ces trois aspects (l'efficacité de mobilité liée à l'aspect des usagers, le bilan des pouvoirs publics lié au financement public et l'environnement lié à l'externalité).

16.2.1 Pistes de recherches fondamentales

Pour aller plus loin dans l'analyse, des investigations complémentaires s'avéreraient maintenant nécessaires du point de vue socio-économique et en termes de perspectives des politiques. Dans le premier registre, il s'agirait de mieux comprendre les pratiques individuelles concernées selon ce type d'offre (métro, bus, BRT etc.) ; dans le second, ce sont les expérimentations menées pour le développement de dispositifs de tarification intégrée qu'il serait intéressant de suivre et éventuellement aussi les incidences sectorielles que ces rapprochements intermodaux pourraient avoir. Donc, le chemin de recherches ultérieur à développer, qui prolonge les travaux antérieurs, peut principalement se focaliser sur 6 pistes :

Le premier domaine dans lequel nos travaux nous ont fait ressentir la nécessité d'approfondissement des connaissances est donc celui de la potentialité de transfert modal en mégapole. Tout au long de ce travail nous avons souligné la trajectoire de transfert modal dans les mégapoles d'Île-de-France, de Shanghai et de Taipei, depuis 20 ans, et à la fois les mesures liées au transfert modal dans le cadre du développement durable. En effet, ces descriptions qualitatives fondées sur les

enquêtes locales et les recherches publiées passent au sens large au travers d'éléments de compréhension sur l'état des lieux de la mobilité urbaine dans les mégapoles d'étude. Donc, il serait par exemple intéressant de faire tracer la trajectoire future de partage modal dans la mégapole en fonction de seuils différents liés aux facteurs économiques, environnementaux et sociaux dans le cadre de développement durable. En fait, il y a encore peu de recherches sur la prospective de la mobilité urbaine qui combinent les aspects d'ensemble relatifs au développement durable et l'approche quantitative scientifique.

Une deuxième piste de recherche ultérieure vise à enrichir le modèle d'évaluation des coûts de déplacement pour la mégapole de Shanghai, du fait qu'il manque des données locales suffisantes dans notre recherche afin d'évaluer les coûts publics et externes. Après voir analysé la compétitivité des modes dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei, nous pouvons confirmer que le résultat d'évaluation des coûts de déplacement liés au choix individuel et à l'optimum collectif peut expliquer la structure de la mobilité urbaine, les questions rencontrées de transport urbain et la cohérence des mesures de transport. L'objectif de cette piste de développement est double : l'un est à chercher les leviers adaptés liés à une condition socio-économique différente (comme en Île-de-France, à Taipei et à Shanghai etc.) pour changer la trajectoire négative présente dans le cadre du développement durable et l'autre vise à mettre en examen la compatibilité des approches d'évaluation des coûts de déplacement avec les autres études internationales.

Une troisième piste de recherche ultérieure concerne le lien entre la sensibilisation environnementale et les pratiques de mobilité. Ce lien ne fait pas l'objet de nombreux travaux et mériterait d'être davantage étayé dans des recherches futures, notamment pour évaluer les facteurs externes en valeur monétaire. Selon les recherches récentes sur la prospective de transport, la plupart des recherches sont toujours dépendantes des paramètres environnementaux. De plus, nous avons observé que ces facteurs environnementaux sont les points cruciaux afin de réussir à transférer l'usage du véhicule motorisé vers l'usage du transport collectif, du mode non-motorisé ou du mode intermodal. Pour prolonger cette piste de recherche, il faudrait approfondir une étude sur le rapport entre les mesures liées à l'impact environnemental, l'internalisation des facteurs externes et l'efficacité de la mobilité pour individus.

Une quatrième piste de recherche ultérieure concernerait les différents leviers de transport liés à l'aménagement du territoire urbain et à la planification de transport urbain afin de maximiser le bénéfice social, voir la figure II-5 sur le diagramme des boucles de rétroaction pour le système dynamique du transport urbain. En effet, nous avons déjà montré certaines mesures fondées sur les coûts de déplacement afin de

transférer l'usage des véhicules motorisés vers l'usage du transport collectif. Selon la figure II-5, nous pouvons concevoir les mesures de transport liées à l'impact externe, à la qualité de service du TC et le financement public dans les mégapoles (comme les mesures liées au levier du stationnement, des taxes, des péages etc.).

Une cinquième piste de recherche ultérieure, plus centrée sur les véhicules motorisés, toucherait la compétition entre les véhicules motorisés classiques et les véhicules alternatifs (comme le vélo électrique, la moto électrique ou la voiture électrique etc.). Cette question nous semble intéressante à creuser et à mettre en parallèle la complémentarité, la durabilité ou la praticabilité, en centrant la réflexion sur l'attachement à l'objet, attachement qui freine en partie la réduction de véhicule motorisé. En ce sens, prolonger sur le développement des véhicules alternatifs par analogie avec le transport collectif, serait une piste intéressante.

Une autre piste de réflexion concernerait le rapport entre l'intermodalité et la qualité de vie. Une hypothèse serait que les individus ayant un usage exclusif d'un mode s'en fatigueraient et le subiraient plus rapidement que les personnes qui adoptent des pratiques intermodales. Une plus grande flexibilité dans les choix modaux serait favorable à une meilleure qualité de vie, et chacun des modes serait alors mieux supporté sur le long terme. De plus, il nous faut continuer à analyser les autres politiques pour l'intermodalité et la mobilité plus durable, excepté les politiques de stationnement des véhicules motorisés et de financement public /tarification des transports publics présentés dans notre travail.

La mobilité urbaine est un thème très large qui invite à la réflexion sur de nombreuses recherches futures. En bref, si les moyens de transport dont cette thèse a cherché à approcher les enjeux et modalités d'articulation et de mise en cohérence se focalisent sur les transports collectifs et les véhicules particuliers ou les modes légers, il ne saurait bien sûr être question pour nous de minimiser l'importance des autres modes. Une volonté d'organisation de la complémentarité, choisissant cette entrée, nous semble cependant bien une voie d'amélioration globale du fonctionnement urbain, parce qu'elle met au premier plan la nécessité d'une analyse de système. La complémentarité est en particulier une tentative de rationalisation du fonctionnement de chaque composante du système de déplacement qui rend envisageable une recherche d'optimisation socio-économique collective dans le respect d'un souci d'équité sociale et territoriale.

Références bibliographiques

Acharya S. R. et Morichi S., (2007), « Managing motorization and timing of mass rapid transit in east asian megacities », Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, p.14

Ademe/Certu/DTT/GART, (2002), Bilan des PDU de 1996 à 2001 : De la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie et la relative à la solidarité et au renouvellement urbain, Coédition : Certu/Ademe, 369 p.

Adies S. C., (1998), *International Study on Internal Transport*, OECD Research Series Ministry of Transport, Public Works and Water Management - Directorate Strategy and Coordination

Aguiléra A., Madre J.-L., et Mignot D., (2004), «Métropolisation, Formes urbaines et Mobilité», *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n° 45, pp. 5-14. (Téléchargement sur site : http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/06/84/11/PDF/PresDos.pdf)

AIPCR, (2000), Intermodalité : Mesures visant à encourager l'usage des transports en commun, ISBN 2-84060-120-6, 110 p.

AIPCR, (2004), Evaluation des mesures de performance des transports urbains. ISBN 2-84060-160-5, 101 p.

AIRPARIF, (2005), Analyse de l'inventaire et du cadastre des émissions des principaux gaz à effet de serre en Ile-de-France, AIRPARIF, Septembre, 50 p. (Téléchargement sur site : http://www.airparif.asso.fr/pages/publication/publication?ancre=docdiv)

Allen D P *et al.* (1998), «Operational Analysis of Uninterrupted Bicycle Facilities», *TRB-Transportation Research Record,* n°1636, pp. 29-36

Ascher F., (2003), «Multi-Mobility, Multispeed Cities: a Challenge for Architects, Town Planners and Politicians», the *1st International Architecture Biennial Rotterdam in 2003*, 23 p. (Téléchargement sur site: http://www.ville-en- mouvement.com/)

Auzannet P. et Maubois R., (1988), «Un compte transport de voyageurs pour la région d'Ile-de-France», Revue générale des chemins de fer, n°2, pp. 41-53

Axhausen K.W. et Bhat C., (2005), «Travel behaviour research and connection choice», *Transportation Research Part A*, Vol. 39, pp. 277-278

Bachelier C. et al. (2002), Législation, réglementation, normes et recommandation : Accessibilité des transports, de la voirie, du cadre bâti et du tourisme, Bulletin officiel N° 2002-2, 92 p.

Bailly J.-P. et Heurgon E., (2001), *Nouveaux Rythmes Urbains: Quels Transports*?, Projet de rapport à la section permanente du *Conseil national des transports*, mars 2001, 221 p.

Barrington A., (1977), «Valuing Time Saving in Developing Countries», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 11, pp.195-201

Bates J. *et al.,* (2001), «The Valuation of Reliability for Personal Travel», *Transportation Research*, Vol. 37, pp. 191-229

Beaucire F., (2005), Transports collectifs urbains : Quelle contribution au développement urbain durable et par quels moyens?, Les rapport de L'institut Veolia environnement N° 6, 48 p. (Télécharger sur le site : www.institut.veolia.org/fr/cahiers/transports-urbains/)

Becker G., (1965), «A Theory of the Allocation of Time», *The Economic Journal*, Vol. 75, pp. 493-517

Bernard S., Debrincat L., et Simon T., (2005), *Les Déplacements en Transports Collectifs en Ile-de-France*, Syndicat des Transports d'Ile-de-France, 26 p. (Téléchargement sur site : http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/cahier5_cle2c4cd2.pdf)

Bertrand F., (2005), *Motorisation et usage de l'automobile en Ile-de-France*, Direction Régionale de l'Equipement d'Ile-de-France, (Téléchargement sur site : http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/cahier6_cle244849.pdf)

Bhouri N., et Scemama G., (2003), «Intermodality in Urban Management Systems: State of the Art», Proceeding of the 9th *Meeting the EURO Working Group on Transportation*, Bari, Italy, 6 p.

Black W.R., (1996), «Sustainable transportation: a US perspective», *Journal of transport geography*, Vol. 4, pp. 151-159

Boiteux, M., (1995), *Transports: Pour un meilleur choix des investissements*, Commissariat général du plan, ISBN-10: 2110032782, 131 p.

Boiteux M. et Baustark L., (2001), *Transports : Choix des investissements et coûts des nuisances*, Commissariat général du plan, 325 p.

Bondada, M.V.A., (1999), *Urban Public Transportation Systems - Implementing Efficient Urban Transit Systems and Enhancing Transit Usage*, Amercian Society of Civil Engineers, 726 p.

Boske L. B., (1998), *Multimodal/Intermodal Transportation in the United States, Western Europe, and Latin America: Governmental Policies, Plans, and Programs*, Lyndon B. Johnson School of Public Affairs - Policy Research Project Report, ISBN: 0899 407 439

Bouzaïene-Ayari B., Gendreau M., et Nguyen, S., (2001), «Modeling Bus Stops in Transit Networks: A Survey and New Formulations», *Transportation Science*, Vol. 35, pp.304-321

Boyer K.D., (1998), *Principles of Transportation Economics*, Michigan State University, ISBN 0-321-01103-1, 519 p

Bonnafous A. *et al.* (1995), *Transports : Le prix d'une stratégie - Tome 1 : éléments de réflexion et recommandations. Tarification et financement*, Commissariat général du plan, Paris, 213 p.

Burge P. et Rohr C., (2004), «Review of International Experience in VOT Study Design», European Transport Conference, Strasbourg, 2004

Bussière Y. *et al.* (1997), «Motorisation et Intermodalité: Une Comparaison Montréal - Paris», *Transports*, n°381, pp.30-40

Cabiron C., (2004), «Barcelone : A l'heure de l'intermodalité», *Transport Public*, N° 1042 de la revue, pp.48-52

Cabiron C., (2004), «Lyon : Keolis, reconduit pour six ans, devra développer l'intermodalité avec le réseau ferroviaire», *Transport Public*, N° 1042 de la revue, 8 p.

Canada Québec Ministère des transports, (2004), *Le financement du transport en commun. Une approche intégrée*, Document de consultation, 51 p.

Carré J. R. et Julien A., (2002), «Cheminements piétonniers et exposition au risque», Recherche –Transports -Sécurité, Vol. 76, October-December, pp.173-189

CCFA, (2006), *Emissions de CO2 - Les transports routiers mobilisés*, Comité des Constructeurs Français d'Automobiles, 23 p. (Téléchargement sur le site : www.ccfa.fr/)

Cea J. D. et Fernández E., (1993), «Transit Assignment for congested public transport systems: An equilibrium model», *Transportation Science* Vol. 27, pp.133-147

Certu, (1999), *Les logiciels de planification des déplacements urbains*, Rapport d'étude, ISSN : 1263-2570, 98 p.

Certu, (2000), *Evaluation des transports en commun en site propre: Recommandations pour l'évaluation socio-économique des projets de TCSP*, Direction des Transports terrestres, 136 p.

Chen X. *et al.* (2006), «Planning Bicycle Corridor for Shanghai Central City», Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #07-1156

Chen X. *et al.* (2006b), «Research on Characteristics Change of Transportation System during Urban Expansion of Shanghai», Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #07-1329

Cherry C. R., (2007), *Electric Two-Wheelers in China: Analysis of Environmental, Safety and Mobility Impacts*, PhD Dissertation, (University of California), 186 p. (Téléchargement sur site: http://en.luyuan.cn/future/images/1.pdf)

Chevroulet T. et al., (1999), Potentials of New Technologies in Transport Scenarios: Alternative technologies - Intermodality -Telematics & Information Technologies, SCNARIOS project, 4th Framework Programme, Strategic Research, Contract n°: ST-96-AM.104/OFES 95.0133

Chriqui C. et Robillard P., (1975), «Common bus lines», Transportation Science Vol. 9, pp.115-121

Christian P., (2006), La communication de la commission au Conseil et au Parlement européen : Pour une Europe en mouvement Mobilité durable pour notre continent, Les documents d'information - Assemblée nationale, Vol. 95, ISSN : 1240-831X

Clerq F. L., (1972), «A public transport assignment model», Traffic Engineering and Control, Vol. 74, pp.132-157

Cominetti R. et Correa J., (1995), «The common line problem in congested transit networks», Universidad de Chile, Casilla 170/3 Correo 3, Santiago, Chile

Cominetti R. et Correa J., (2001), «Common-Lines and Passenger Assignment in Congested Transit Networks», Transportation Science Vol. 35, pp.250-267

Committe on the Future of Parsonal Transport Vehicles in China, (2003), Personal Cars and China, 280 p. (Téléchargement sur site: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10491)

Commission Européenne, (2004), Towards Passenger Intermodality in the EU, (Téléchargement

sur site: http://ec.europa.eu/transport/intermodality/passenger/studies_en.htm)

Courel J., Meyere C. et Nguyen-Luong D. (2005), «Répartition géographique des déplacements : une nouvelle approche», *Les cahiers de l'Enquête Globale de Transport*, 20 p.

Crossonneau N. et Lesfargues F., (2002), Quelques questions et éléments de réponse et références bibliographiques sur le thème de l'intégration urbain des pôles d'échanges

D'Autume A., (2001), «Evaluation des coûts unitaires des déplacements routiers à partir du compte satellite des transports», Notes de synthèse du Service économique et statistique, ISSN 1277-5711, n°133, pp.13-18

Danielle J., (2006), *Déplacements domicile-travail : un desserrement de l'emploi parisien vers la grande couronne*, Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie Paris - Ile-de-France

(Téléchargement sur site : www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=20&ref_id=9859)

Debar P.L. *et al.* (2002), *Evolution du coût et de l'accès à l'automobile*, Compte rendu de la réunion du 6 novembre 2000, N° DRAST-CPVS - 02-02, 111 p.

Delft C., (2007), *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, Report of European Commission DG TREN, 332 p.

Delsey J., (2003), *Réduction de la pollution de l'air et des émissions de CO2 par les véhicules routiers : Examen des dossiers de demandes d'aides présentés à la région Ile-de-France en 2003*, Rapport INRETS N°. 0301, 26 p.

DeSerpa A., (1971), «A Theory of Economics of Time», *The Economic Journal*, Vol. 81, pp. 828-846

Dial R., (1967), «Transit pathfinder algorithm», *Highway Research Record* Vol. 225, pp.67-85

Domenach O. et Quercy M., (2003), *Approche institutionnelle de la billettique intermodalité*, 41p.

Doulet J. F., (2001), *Rapport d'une mission en Chine : Pékin, Chengdu, Chongqing, Wuhan, Shanghai*, 25 octobre - 6 novembre. (VERSION DE TRAVAIL)

Drefus J., (2005), *Le profil des déplacements journaliers en transport en commun et voiture particulière*, janvier 2005.- 22 p.

(Téléchargement sur : http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=101)

DREIF, (2000), Les Déplacements des franciliens en 1997-1998 - Enquête Global de Transport, 7 p. (Téléchargement sur http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/)

DREIF, (2000), Plan de Déplacements Urbains de la Région Ile-de-France, 235 p.

(Téléchargement sur http://www.stif-idf.fr/IMG/pdf/Guide_AXES.pdf)

DREIF, (2001), Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France : Guide méthodologique et technique sur les pôles d'échanges, 92p. (Téléchargement sur : www.pduif.org)

DREIF, (2003), Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France, 102 p.

(Téléchargement sur site : http://www.stif.info/les-developpements-avenir/)

DREIF, (2004), Les déplacements des Franciliens en 2001-2002 : Enquête Globale de

Transport, N°41 (Téléchargement sur site : http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/)

DREIF, (2007), Les cahiers de l'Enquête globale de transport - La mobilité dans Paris, La seine-et-Marne, etc., No.9

(Téléchargement sur site : www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/cahier0_cle2b1c16.pdf)

Dreyfus S., (1969), «An appraisal of some shortest-path algorithms», *Operations Research* Vol. 17, pp.395-412

Edouard F., (1994), *Introduction du confort dans la prévision du trafic des transports en commun Application au cas de l'Ile-de-France*, Mémoire de la fin d'étude, *ENPC*

Eliasson J., (2004), «Car Driver Valuations of Travel Time Variability, Unexpected Delays and Queue Driving», *Proceedings of the European Transport Conference, 2004*

European Commission, (2001), *White Paper-European transport policy for 2010: time to decide*. European Commission, 126 p.

(Téléchargement sur site : http://ec.europa.eu/transport/white_paper/documents/index_en.htm)

European Commission, (2006), *Pour une europe en movement - Mobilité durable pour notre continent,* Examen à mi-parcours du livre blanc sur les transports publié en 2001, 39 p.

(Téléchargement sur site : http://ec.europa.eu/transport/transport_policy_review/index_fr.htm)

Faivre D'Arcier B., (2003), «Urban Transport in France: Moving to a more sustainable policy», *Revue mensuelle de recherche en sciences sociales de l'Université Senshu, Tokyo* N° 481

(Téléchargement sur le site : http://econpapers.repec.org/paper/haljournl/halshs-00069621_5Fv1.htm)

Faivre d'Arcier B., (2008), *Prospective pour un financement durable des transports publics urbains*, rapport au Predit, 166 p

Fan G.-S., (2006), *A Study of Household Car/Motorcycle Ownership and Use in Taipei Area*, National Chiao-Tung University, Master's thesis, 98 p

Féve M., (2003), *Le financement des transports de la région Ile-de-France - Perspectives à moyen terme*, CESR Ile-de-France, Rapport, mars 2003, 187 p.

FNAUT, (2007), *Evolution des prix réels des carburants et des transports collectifs urbains entre 1970 et 2005*, Rapport final – *ADEME (*Fédération Nationale des Associations d'Usagers des Transports)

Frenay P., (2003), «Parcs - relais versus urbanisation aux abords des nœuds de transports publics», *Transport Environnement Circulation*, juillet-août, n° 166, pp. 20-29

Froidh O., (2003), *Introduction of regional high speed trains: A study of the effects of the Svealand line on the travel market, travel behaviour and accessibility*, Doctoral Thesis, KTH-Infrastructure, 401 p.

Gallez C., (2000), *Indicateurs d'évaluation de scénarios d'évolution de la mobilité urbaine*, Rapport sur convention DTT-INRETS N°. 690-9919-D33

Ganter C., (1997), *Diversification et intégration des modes de transport dans la communauté urbaine de Lille*, 10 p.

GART et Ademe, (1997), *Politiques et Pratiques d'intermodalité*, GART, Paris, 162 p.

Gaubatz P., (1998), «China's Urban Transformation: Patterns and Processes of Morphological Change in Beijing, Shanghai and Guangzhou», *Urban Studies,* Vol. 36, pp.1495 - 1521

Gbahoue A., (2006), *Les Changements des Comportements de Mobilité à Shanghai*, Mémoire de Master, ENTPE

Gérard G., (2000), Transport collectif urbain de voyageurs : Evolution, techniques et organisation, Clese, ISBN : 2-85009-214-2, 148 p.

Gille L. et Mathonnet P. (1997), *Transition et transaction : Pôles et places d'échange*, DRAST, Paris, 78 p.

Godard F., (2001), La ville en mouvement, Gallimard, collection Découvertes, Paris, n° 410, 128 p.

Goodwin P.-B., (1976), «Human Effort and the Value of Travel Time», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 10, pp. 3-15

Grenier A., (2006), «Mobilités, Territoires et Développement durable La recherche en question», *Conférence GIR Maralpin*, 11 p.

GTZ, (2005), Sustainable Transport: A Source book for Policy-makers in Developing Cities,

(Téléchargement sur http://www.sutp.org/index.php?lang=en)

Guan H., (2004), *Study on Urban Bicycle Traffic System*, Southwest Jiaotong University, Master Thesis, Chine, 98 p.

Gueguen-Agenais A.-E., (2008), La tarification des déplacements: Evaluation de la pertinence d'une evolution tarifaire pour l'île-de-France, Thèse de doctorat à l'Ecole nationale des ponts et chausées, p. 400

Gunn H., (2001), «Spatial and Temporal Transferability of Relationships between Travel Demand: Trip Cost and Travel Time», *Transportation Research*, Vol. 37, pp. 163-189.

Guo S.-P., (2002), *The Effects of Rail Transit System on Households' Mode/route Choices, Residential-rent Distribution and Environmental Impacts*, PhD thesis National Chiao-Tung University

Guo X. et Lu H., (2003), «The Sustainable Transportation Development Policy of China», *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 4

Hanrot P. (2003), Evaluation client des innovations tarifaires en milieu urbain et validation par les réseaux, N° DRAST-PREDIT, 128 p.

Hayashi R., (2002), «Intelligibility in User Evaluation of Bus Network: Considering the Relation with Transfer Barrier», Uiversité de Tokyo

(Téléchargement sur: http://park.ecc.u-tokyo.ac.jp/)

Henry E., (2005), *Quelles nouvelles relations entre mobilités, mégapoles et globalisation* ? Le projet de perspectives métropolitaines globales à l'INRETS

Hensher D. A., (2001), «Measurement of the Valuation of Travel Time Saving», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 35, pp. 71-98

Heran F., (2003), Les effets pervers des parcs relais, *Vélo cité*, n° 70, pp. 12-14

Hivert L., (2006), *Bilan gaz à effet de serre de l'étalement urbain*, Convention DAEI/SESP - CERN & INRETS, n° CO 0400056, 162 p.

Hongyi G., (2004), Study on urban bicycle traffic system, Master thesis, Southwest Jiao-tong University, Chine

Howe J. D., (1976), «Valuing Time Saving in Developing Countries», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 10, pp. 113-125

Hsu E. C., (2005), Study on Advanced Traveller information Services for Railway Transfer, Master thesis, National Taiwan University

Huang Y. et Deng F. F. (2005), «Residential Mobility in Chinese Cities: A Longitudinal Analysis», Housing Studies, Vol. 21, N° 5, pp.625-652 (28)

HU Yong-Ju, (2005), Study on the Methods of Quantifying the Trip Costs of Urban Traffic Modes, College of Traffic Engineering, Northeast Forestry University

Hubert M., (2004), Les coûts environnementaux de l'automobile: Une mise en perspective de l'évaluation, Note de méthode, IFEN, n° 4, 199 p.

INFRAS/IWW, (2000), External Costs of Transport - Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe, Etude réalisée pour l'Union internationales des chemins de fer, 307 p.

INFRAS/IWW, (2004), External Costs of Transport - Update Study (Final Report), 167 p.

INSEE, (2003), Ile-de-France à la page : Plus de la moitié des déplacements des Franciliens pour leurs affaires personnelles et leurs loisirs, Mensuel N°. 231

Jackson W. B. et Jucker J. V., (1981), «An Empirical Study of Travel Time Variability and Travel Choice Behaviour», Transportation Science, Vol. 16, pp. 460-475.

Jacob C. et Nolorgues L, (2005), L'usage du vélo en Ile-de-France, un concept à valoriser, une pratique à encourager, Note rapide sur les transports, n° 395, 6 p.

Jacob C. et Nolorgues L., (2005), Quel avenir pour le vélo en Ile-de-France? Note rapide sur les transports, IAURIF, N° 397, 6 p.

Janic M., (2006), «Sustainable Transport in the European Union: A Review of the Past Research and Future Ideas», Transport Reviews, Vol. 26, pp. 81-104

Jara-Diaz S., (1991), «Income and taste in mode choice models: Are they surrogates? », Transportation research, Vol. 25(B), pp. 341-350

Jayakrishnan R., Mcnally M. G., et Marar A. G., (1995), «Recursive Structure for Exact Line Probabilities and Expected Waiting Times in Multi-path Transit Assignment», Transportation research record, n° 1493 (217 p.) (14 ref.), pp. 178-187

Jiang M.-L. et Morikawa T., (2004), «Measuring Components of Value of Travel Time Savings», Presented at 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., 2004

Jong G. D., (2004), «The Value of Reliability», Association for European Transport, 2004

Julienne C., (2002), Le Rail & La Route - Pour une nouvelle économie des transports, Les Belles Lettres, Paris, 304 p.

Kelly K.L., (1998), «A system approach to identifying decisive information for sustainable development», *European Journal of Operation Research*, Vol. 019, pp. 452-464

Khisty C. J., (1993), «Transportation in Developing Countries: Obvious problems, possible solutions», *Transportation Research Record*, Vol. 1396, pp. 44-49

Kleinpeter M.-A. et Gaubert H., (2006), *Mobilité, transport et environnement*, Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, 405 p.

Kopp P., (2009), La contribution des deux-roues motorisés à la mobilité dans une grande métropole : le cas de Paris, non publié au 20/07/2009

Korsu E. et Massor M.-H., (2004), «The potential of transport and land use policy for reducing car use and daily distances Paris region case study», *WCTR Conference,* Istanbul, 23 p.

Lam, W. H. K., (2000), «Pedestrian Speed/Flow Relationships for Walking Facilities in Hong Kong», *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 126, No. 4, July/August 2000, pp. 343-349

Lavergne R. et al. (2006), *Le "facteur 4"*, Annales des Mines - Responsabilité et Environnement, No. 44, p. 89

Lebaudy M., (2004), *La mobilité des franciliens enquête globale transport 2001-2002*, *MST Sociologie et Economies quantitatives*, 54 p.

Le Breton E. (2002), Les transports urbains et l'utilisateur : voyageur, client ou citadin ?, Harmattan, Paris, 255 p.

Le Blanc F., (2003), «Six classes d'aires urbaines du point de vue des migrations domicile-travail», *Notes de synthèse du Service économique et statistique*, n°145, pp. 13-20 p.6.

Lee S. et Ng W.S., (2004), *Rapid Motorization in China*, ADB-JBIC-World Bank East Asia, 48 p.

(Télechargement sur http://embarq.wri.org/documentupload/China_Motorization.pdf)

Le Hellaye F et al. (2001), Méthode d'analyse transversale pour l'observation des mutations urbaines, ISRN : Certu-01-34-Fr, 113 p.

(Télécharger sur le site : http://lara.inist.fr/bitstream/2332/1094/2/CERTU_meth_acteur.pdf)

Le Quement J., (2005), Mégapoles de Babel aux grandes cités du monde, L'Harmattan, ISBN 2-7475-7006-1, septembre 2004, 280 p.

Li Z., (2004), «Socioeconomic transformations in Shanghai, 1990-2000», *Cities in China*, 36p

(Téléchargement sur http://mumford.albany.edu/chinanet/hongkong2004/lizhigang_text.pdf)

Lichère V. et Foulon G., (1999), *La modélisation des déplacements intermodaux*, Décision d'aide à la recherche n° 98MT31, pp. 85 p.

Litman T., (1997), «Full cost accounting of urban transportation: implication and tools», *Cities*, Vol. 14, pp. 169-174

Litman T., (1999), Transportation cost analysis for sustainability, *Victoria Transport policy Institute*, 16 p.

Litman T., (2002), «Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimations and Implications», *Victoria Transport policy Institute*

Litmam T., (2006), *Smart Transportation Investments - Reevaluating the role of highway expansion for improving urban transportation*, Victoria Transport policy Institute, 21p. (Téléchargement sur http://trainsnotlanes.info/Documents/cong_reliefII.pdf)

Litman T., (2006), Smart Transportation Investment II - Reevaluating the role of public transit for improving urban transportation, Victoria Transport policy Institute, 13 p.

Litman T., (2007), Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable

Transport Planning, Victoria Transport policy Institute

Liu G., (2006), «A behavioural model of work-trip mode choice in Shanghai», China Economic Review, 21 p

Lu H., (2004), Today and the Future: Mobilization in Chine, Ville en mouvement

Mackie P.J., Jara-Diaz S. et Fowkes A.S., (2001), «The Value of Travel Time Saving in Evaluation», Transportation Research, Vol. 37, pp. 91-106

Mackie P.J. et Wardman M., (2003), Valuation of Travel Time Saving in the UK – Summary Report, Institute for Transport Studies, University of Leeds

Madre J.L.et Bussière Y., (2002), Démographie et transport : Villes du Nord et Villes du Sud, Sciences humaines transport, 477 p.

Mairie de Paris, (2002), Le bilan des déplacements en 2001-2007 à Paris, L'observation des déplacements à Paris, (Téléchargement sur : http://www.paris.fr/)

Mairie de Paris, (2007), Arrêt du projet de plan de déplacements de Paris - Pour un droit à la mobilité durable pour tous, Conseil de Paris du 12-13 février 2007, 95 p.

Margail F., (1996), Les parcs relais, outils clés de politiques intermodales de déplacement urbain. Thèse de doctorant, Ecole nationale des ponts et Chaussées, 624 p.

Mark W., (2004), «Public Transport Values of Time», Transport Policy, Vol. 11, pp.363-377

Massot M.-H., (2005), «La mobilité au quotidien, entre choix individel et profuction Sociale», INRETS, pp. 82-100

Massot M.-H. et Armoogum J., (2002), «Evaluating the potential for reducting car traffic in the dense part of the great Paris region», Recherche Transports Sécurité, No. 77, pp. 259-280.

Massot M.-H. et Orfeuil J.-P., (2007), La contrainte énérgétique doit-elle réguler la ville ou les véhicules? Mobilités urbaines et réalisme écologique, Contribution introductive au débat du colloque : Energie, Mobilité et Environnement, Les Annales de la Recherche Urbaine, N° 103

Massot M.H, Orfeuil J.P. et Proulhac L, (2009), À la recherché d'un marché pour un petit véhicule urbain, rapport pour l'Ademe

Maurice A., (2002), Modélisation du trafic, Acte du groupe de travail 1999, INRETS

Mayeres I., Ochelen S. et Proost S., (1996), «The Marginal External Cost of Urban Transport», Transport Research Record, Vol. 1, pp. 111-130

Melian J., (2004), «Theoretical Analysis on the Variation of Value of Travel Time Savings», Transportation Research Part A, Vol. 38, pp. 551-571

Menerault P., (2001), Représentation graphiques : où est passée l'intermodalité? Une approche nationale, Internationale et locale des plans de réseaux de transports collectifs en milieu urbain, Annales des Ponts et Chaussées, N°. 98, 49 p.

Menerault P., (2006), Les pôles d'échanges en France : Etat des connaissances, enjeux et outils d'analyse, INRETS/CODRA, 179 p.

Menerault P., (2006), Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales, Contrat GRRT, N°, C04-21, 124 p.

Merger M., (2006), «Intermodality, Historians and Policy Making in Europe», The Journal of Transport History, 5 p

Mikesell R.-F., (1992), Economic Development and the Environment: A Comparison of Sustainable Development with Conventional Development Economics, Routledge, ISBN 978-0-7201-2267-1, 160 p.

Mitchell D. H. et Smith J. M., (2001), «Topological network design of pedestrian networks», Transportation Research, Part B, Vol.35, pp. 107-135

Moreau S., (2005), «Mobilité touristique et intermodalité», Revue Espaces, Vol. 230, 57 p.

MVA et al. (1987), The Value of Travel Time Savings, A report of research undertaken for the department of transport, 221 p.

Nangeroni C., (2004), «Intégration tarifaire : ceux qui avancent.... plus ou moins vite», Rail & Transports, N° 354, pp.14-20

Navarré D., (2002), Paris - Berlin : Comparaison des systèmes de transport, *Note rapide sur les transports,* IAURIF, N°.301, 6 p.

Niel X., (1998), Pourquoi se passer de sa voiture? INSEE N°.607, 4 p.

OECD, (2001), Policy Instrument for Achieving Project Environmentally Sustainable Transport

OECD, (2004), Politiques de transport durable, Conférence européenne des ministres des transports, 39 p.

OCDE, (2007), Panorama des statistiques de l'OCDE 2006 - Economie, environnement et société.

Orfeuil J.-P., (1993), Transport policy and the greenhouse effect, Transport policy and global warming, pp. 103-116

Orfeuil J.-P., (1996), «Quelques points de repère sur les usages du temps à partir des études de mobilité», Colloque vivre la ville demain: Quels enjeux?, 17 p.

Orfeuil J.-P., (1996), «Transports et effet de serre», Annales des Ponts et Chaussées, N°. 79, pp. 44-49

Orfeuil J.-P., (1997), Les coûts externes de la circulation routière-essai d'évaluation et étude de stratégies de minimisation, Rapport INRETS, N°. 216, 103 p.

Orfeuil J.-P., (1998), Contributions transports et effet de serre, INRETS

Orfeuil J.-P., (1999), *L'emploi et l 'énergie mobilisés par le transport de voyageurs et de marchandises en France en 1996*, rapport pour l'Ademe, 1999

Orfeuil J.-P., (2004), Accessibilité, Mobilité, Inégalité: Regards sur la Question en France aujourd'hui (Téléchargement sur : http://www.ville-en-mouvement.com/telechargement/)

Orfeuil J.-P., (2004), Transports, Pauvretés, Exclusions – Pouvoir bouger pour s'en sortir, 193 p.

Orfeuil J.-P., (2005), *Déplacements, Energie consommée et Formes urbaines*, IUP/Paris XII, CRETEIL, Octobre 2005

Orfeuil J.P., (2005), «L'évolution du financement public des transports urbains», *Infrastructure et mobilité*, n° 49

Orfeuil J.-P., (2006), Territorialisation objectivable des recettes spécifiques, des coûts internes et externes des circulations routières, Rapport pour l'Ademe

Padeco, (2000), Study on Urban Transport Development, The World Bank, Final Report. (Téléchargement sur http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/)

Palma A.-d. (2001). «Choix modal et valeurs du temps en Ile-de-France», *RTS-Recherche Transports Sécurité*, n°71, pp. 24-46

Pan C. *et al.* (2006), «A GPS-based Arterial Roadway Network Travel Time-Delay Data Collection Method», *TRB 2007,* Vol. 2024, pp. 35-43

Pan H. et Doulet J.-F. (2003), *Croissance urbaine, modes de transport et intermodalité*, Tongji université et Institut pour la ville en mouvement, 180 p. (Ouvrage bilingue chinois-français)

Pan H. *et al.* (2006), «Influence of Urban Form on Travel Behavior in Four Neighbourhoods of Shanghai», *TRB 2007 Annual Meeting Paper* #07-3361

Papon F. (1997), «Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette», *RTS Recherche Transports Sécurité*, n°56, juil.-sep. 1997, pp.61-75

Papon, F. (1999). La marche et la bicyclette dans les enquêtes transport auprès des ménages - volume 1 : Typologie des cyclistes. *Projet de recherche INRETS-IFRESI*.

Papon F. (1999), La marche et la bicyclette dans les enquêtes transport auprès des ménages : Typologie des piétons, Eco-mobilité Projet de recherche INRETS-4D-IFRESI, Vol. 2, 131 p.

Papon F. (2001), «Evolution de la mobilité dans le monde : quelle place pour la bicyclette ? » Vélocité n°63, revue de la FUBicy, Strasbourg, Septembre/Octobre, pp. 23-25

Papon F, (2002), «Prospective de la mobilité en Île-de-France. Les apports et les limites d'une démarche économétrique», RTS, n°77, pp. 243-258

Papon F. (2002), «La marche et le vélo : Quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité? Première partie: le temps et l'argent», Transports, n°412, mars-avril, pp. 84-94.

Papon F. (2002), «La marché et le vélo: Quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité? Deuxième partie: la santé et la sécurité», Transports, n°413, mai-juin, pp.187-197

Papon F. (2002), «La marche et le vélo: quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité? Troisième partie: la collectivité», Transports, n°414, juillet-août, pp.1-18.

Papon F. (2005), «Perspective de la mobilité urbaine - après la transition vers l'automobile sur le modèle américain, l'Europe cherche un nouvel équilibre plus multimodal», INRETS-IVM, 5 p.

Papon F. et al. (2006), Compte Rendu de Mission a Shanghai. Rapport de mission à l'INRETS, 72 p.

Paumier J.-M., (2003), Le financement des transports de la région Ile-de-France Perspectives à moyen terme, Conseil économique et social région, Ile de France, mars 2003, 205 p. (Téléchargement sur : www.cesr-ile-de-france.fr/cesr_doc/synthese/)

Peng Z.-R., (2005), «Urban Transportation Strategies in Chinese Cities and Their Impacts on the Urban Poor», *Paper presented at the TRB 85th Annual Meeting*, n° 05-2027

Pooley C. et Turnbull J., (2000), «Modal choice and modal change: the journey to work in

Britain since 1890», *Journal of transport geography*, 8(1), pp. 11-24, ISSN 0966-6923

Poulit J., (2005), *Le territoire des hommes*, Bourin Editeur, 349 p.

Pretsch H. *et al.* (2002), *Enseignements du Projet Bahn.Ville*, DEUFRAKO, 87 p.

Pretsch H. *et al.* (2002), *Enseignements du projet Bahn.Ville développement d'un urbanisme orienté vers le rail et intermodalité dans les régions urbaines allemandes et françaises*, INRETS et CERTU, 168 p.

Prud'homme, R., (2000), *La congestion et ses coûts*, Annales des Ponts et Chaussées, nouvelle série N° 94, pp13-19

Prudhomme R, Kopp P et Bocarejo JP, (2005), «Évaluation économique de la politique parisienne des transports», *Revue Transport,* n° 434, pp.346-359

Qin, J. *et al.* (1996), «Evaluating the full costs of urban passenger transportation», *Annual Meeting of the Transportation Research Board*, n° 1518, pp. 57-64

Quarmby D.-A., (1967), «Choice of Travel Mode for the Journey to Work», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 1, pp. 276-314

Quinet A., (2008), «La valeur tutélaire du carbone», Note de Veille, n° 101, Centre d'Analyse Stratégique.

Quinet E., (1990), *Analyse économique des transports*, Presse Universitaires de France, 302 p.

Quinet E., (2000), «Evaluation methodologies of transportation projects in France», *Transport Policy*, Vol. 7, n° 1, pp. 27-34

Quinet E., (2005), «Peut-on se fier aux calculs de coûts externes? », *Transports*, ISSN 0564-1373, n°429, pp. 5-14

RATP, (1997*), Trafic journalier du réseau ferré : Analyse des déplacements sur les réseaux métro et RER RATP*, Enquête T.J.R.F, 48 p.

RATP, (2005), *Les statistiques Annuelles 2001-2004*, RATP, Paris

RFF, (2007), Le débat public sur la ligne à grande vitesse PACA, *Etudes min- graphiques*, 84p.

Ronez B., (2006), *Les infrastructures de transport en Chine (Routes, Chemins de Fer, Ports et Voies Fluviales, Aéroports et Métros*, Etudes des Mission Economique, Pékin, 167p.

Ronsard P., (2004), «Elections régionales : Les enjeux du transport public», *Transport Public*, N° 1034, mars 2004.- pp. 15-26

Scheiner J., (2006), «Housing mobility and travel behaviour: A process oriented approach to spatial mobility (Evidence from a new research field in Germany) », *Journal of transport geography*, Vol. 14, N° 4, pp. 287-298

Schipper L., (2006), *China Motorization Trends: Policy Options in a World of Transport Challenges*, Growing in the greenhouse: Protecting the climate by putting development first, pp. 49-67.

(Téléchargement sur http://energy.sipa.columbia.edu/PDFs/Schipper_3-8-06.pdf)

SDRIF, (2006), Une vision régionale pour l'Ile-de-France, N° 2006-07, juin 2006, 132 p.

(Téléchargement sur : www.cesr-ile-de-france.fr/cesr_doc/avis/avis06_terr_vision_sdrif.pdf)

Seligmann B., (1995), Transports: Le prix d'une stratégie - Tome 2 : l'avenir des entreprises publiques, Commissariat général du plan, Paris, 182 p.

SEMALY, (1999), La modélisation des déplacements intermodaux, Rapport Final - Direction des investissements, DRAST - 99-35, 85 p.

Servant L. et Sebek A., (2004), La pollution atmosphérique et les transports franciliens, IAURIF, Rapport, 114 p.

Servant L., (2005), La consommation énergétique des transports franciliens, Note rapide sur les transports, IAURIF, N°.400, 6 p.

Servant L., (2005), Pollution atmosphérique, effet de serre et circulation routière en Ile-de-France : des améliorations notables, des efforts à poursuivre, Note rapide sur les transports, IAURIF, N°.402, p.6.

Servant L. et al. (2006), Transports et Energie en Ile-de-France. Rapport de synthèses (Contribution du sous-groupe Energie du groupe Mobilité et Transports), 78 p.

Sergio J.-D. (2003), «Behind the Subjective Value of Travel Time Saving», Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 37, pp. 29-46

Shanghai City Government, (2004), Shanghai Statistical Yearbook (From 2000 to 2008), (Téléchargement sur http://www.stats-sh.gov.cn/2004shtj/tjnj/tjnj2008.htm)

Shanghai City Government, (2002), Shanghai Metropolitan Transport White Paper,

(Téléchargement sur http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/article-69518.html)

SOFRETU et CETUR (1994), Analyse des coûts de déplacement: Elaboration d'une méthodologie dans le cadre d'un compte transport des voyageurs, 3 tomes et rapport de synthèse, Paris

Roson R. Soriani S. (2000), «Intermodality and the Changing Role of Nodes in Transport Networks», *Transportation planning and technology*, ISSN 0308-1060, Vol. 23, pp. 183-197

Soulas C. et Papon F., (2003), «Les conditions d'une mobilité alternative à l'automobile individuelle», *Réalités industrielles*, n° NOV, pp.84-93

Stephan K., Martin D. et Theo A., (2004), «Multimodal public transport: an analysis of travel time element and the interconnectivity ratio», *Transport Policy*, Vol. 11, n° 3, pp. 265-275

STIF, (1996), *Compte transport de voyageurs et coût des déplacements en Ile-de-France*, STIF, Paris, 15 p.

STIF, (1998), *Compte transport de voyageurs et coût des déplacements en Ile-de-France*, STIF, Paris, 15 p.

STIF, (1999), *Compte transport de la région Ile-de-France: Rapport d'actualisation 1999*, STIF, Paris, 107 p.

STIF, (2001), *Compte transport de voyageurs et coût des déplacements en Ile-de-France : Rapport d'actualisation 1999*, STIF, Paris, 15 p.

STIF, (2003), *Compte déplacements des voyageurs en Île-de-France*, rapport d'actualisation 2001, novembre, 2003

STIF, (2005), Les transports en commun en chiffres en Ile-de-France : Recueil de statistiques sur les transports en commun d'Ile-de-France, STIF, Paris, 56 p.

STP, (1998), *Méthodes d'évaluation des projets d'infrastructures de transports collectifs en région Ile-de-France*, Rapport Final - Direction des investissements, STP

Sylvain A., (2003), *Les sens du mouvement*. Synthèse du colloque international de Cerisy-la-Salle, 32p.

Taipei City Government, (2001), *Taipei Metropolitan Comprehensive Transportation Planning Data: Investigation and Rectification*, Vol. I & II

(Téléchargement sur http://www.dot.taipei.gov.tw/)

Taipei City Government, (2003), Transportation planning for Taipei metropolitan second edition, (Téléchargement sur http://www.dot.taipei.gov.tw/newch/)

Taipei City Government, (2005), Taipei Year book from 2000 to 2007,

(Téléchargement sur http://www.dbas.taipei.gov.tw/)

Theys J., (2002), *Evolution du coût et de l'accès à l'automobile*, Group permanent de réflexion sur les véhicules automobiles du futur, 41 p.

Thierry R., (2000), *Conception et management de projets de pôles d'échanges : La question des parcours des usagers: La Défense, Massy, Val d'Europe*, Rapport, DRAST - 00-22, 194 p.

Tison O., (1997), «Une évaluation globale de la congestion à partir de l'enquête transports», *RTS* n° 57

Transportation Research Board, (1993), ISTEA and Intermodal Planning: Concept Practice Vision, *Special Report* 240, 171 p.

United Nations, (1998), Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 20 p (Téléchargement sur : http://unfccc.int/resource/docs/)

United Nations, (2004), *World Urbanization Prospects The 2003 Revision*, Department of Economic and Social Affairs - Population Division, 32 p.

UTP, (1998), *Résultats de l'enquête sur l'intermodalité dans les réseaux de transport*, 35 p.

Victor F.-S., (1996), «Beijing: urban transport issues in a socialist Third World setting (1949-1992) », *Journal of Transport Geography*, Vol. 4, n° 4, pp. 253-273

Virkler M.R, (1998), «Prediction and Measurement of Travel Time along Pedestrian Routes», Transportation *Research Record*, No. 1636, pp. 37-42

Vande Walle S. et Steenberghen T., (2006), «Space and time related determinants of public transport use in trip chains», *Transportation Research Part A*, Vol. 40, n° 2, pp.151-162

Wachter S. *et al.* (2005), La mobilité urbaine en débat - Cinq scenarios pour la future? *Rapport d'étude*, Certu n° 46, ISBN: 2-11-095319-5, 210 p.

Wardman M., (1998), «The Value of Travel Time», *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 32, pp. 285-316

Wardman M., (2001), «A review of British evidence on time and service quality valuations», *Transportation Research Part E*, Vol. 37, n° 2-3, pp. 107-128

Wardman M., (2004), «Public transport values of time», *Transport Policy*, Vol. 11, n° 4, pp. 363-377

Weinert, J. X., C. T. Ma, et al. (2007), «The Transition to Electric Bikes in China: Effect on Travel Behaviour, Mode Shift, and User Safety Perceptions in a Medium-Sized City», TRB

Wen H. *et al.* (2005), «Study on Data Model for Public Transport Networks Based on Time Chain», *Geography and Geo- Information Science*, Vol. 21

Wenglenski S., (2006), *Paris à l'épreuve de la déconcentration : Quelles populations, quels emplois, quelles mobilités?*, Laboratoire Ville mobilités Transport, INRETS, ENPC, Université Marne la Vallée (Sciences sociales)

Wenglenski S., (2006), «Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien», *Les Cahiers Scientifiques du transport*, n° 49, pp. 103-127

Yang H.-W., Zhang C. et Guo L.-Z., (2004), «Efficiency Assessment on Passenger Interchange between Railway Passenger Station and Urban Public Transport», *Railway Transport and Economy*, China

Yang J.-H., (2005), *The Existing Problems and Developing Strategies of Non-Vehicle Traffic in Urban Transport System*, School of Traffic and Transportation Engineering, Tongji University

Yeh C.-F., (2007), «Where in mega-cities could the intermodal transport mode be well encouraged? », *The 12th International Conference of Hong-Kong society for Transportation Studies*, 11 p.

Yeh C.-F. et Papon F., (2008), «Le développement durable du transport urbain à Shanghai : Quelle place pour le vélo ? », *Transports*, n°448 mars-avril, pp. 92-104

Yuan H. et Lu H., (2002), *Evaluation and Analysis of Urban Transportation Efficiency in China*. (Téléchargement sur: http://www.ville-en-mouvement.com/articles/lu_huapu04.pdf)

Yusuf S. et Wu W., (2002), «Pathways to a World City: Shanghai Rising in an Era of Globalisation», *Urban Studies*, Vol. 39, n° 7, pp. 1213–1240

Zacharlas J., (2002), «Bicycle in Shanghai: movement patterns, cyclist attitudes and the impact of traffic separation», *Transport Review*, Vol. 22, n° 3, pp. 309-322

Zhang L. *et al.* (2004), «A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China», *Landscape and Urban planning*, Vol. 69, n° 1, pp. 1-16

Zhou H. et Sperling D., (2001), «Transportation in Developing Countries Greenhouse Gas Scenarios for Shanghai», *China Prepared for the Pew Center on global climate change*, July, 2001

Zhou J., (2004), «Mobilité urbaine en Chine : Enjeux et problématiques : Les cas de Shanghai et d'autres grandes métropoles», *Communication à la conférence internationale MUTA 2004 Mont Tremblant,* Canada. (Téléchargement sur : http://latts.cnrs.fr/site/tele/)

Zhou J., (2004), The Speed of Urban Transportation as New Regulatory Tool for Future Cities,

(Téléchargement sur: http://www.eukn.org/eukn/)

Publication en version chinoise:

丁宣明, (2000), 加大公交發展力度的對策, 《交通与运输》1998 年 06 期 ISSN:1671-3400.0.1998-

06-005

上海交通政策課題組, (2000), 上海的城市交通回顧與展望, *Shanghai Economic Forum*.

李新, (2006), 老上海 200 舊影, 上海人民美術出版社, ISBN 7532247732, 153 p.

上海城市綜合交通規劃研究所, (1998), 97 上海綜合交通發展年度報告.

上海城市規劃管理局 et 上海城市綜合交通規劃研究所, (2005), 上海市第三次綜合交通調查簡要報告, 21 p.

上海市城市綜合交通規劃研究所, (1996), 1995 年末 上海城市交通概況

上海市城市綜合交通規劃研究所 (1997), 上海市 1996 年綜合交通發展年度報告, 《交通与运输》1997 年 06 期, ISSN 1671-3400.0.1997-06-001

上海市城市綜合交通規劃研究所, (1999), 98 上海綜合交通發展 年度報告

上海市城市綜合交通規劃研究所, (2004),. 2004 上海城市綜合交通發展報告 摘要一, 二

上海市城市綜合交通規劃研究所, (2005), 上海市第三次綜合交通調查成果簡介

上海市建設委員會, (1997), 上海公共交通換乘樞紐研究,《上海綜合經濟》-1997 年 7 期, 25-26 頁

中國產業地圖編委會 et 中國經濟景氣監測中心, (2005), 中國產業地圖 - 汽車 2004-2005, 145 p.

交通部統計處, (2002), 台灣地區自用小客車使用狀況調查摘要, Ministry of Transportation and communication (MOTC), ROC (Téléchargement sur: http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/)

交通部統計處, (2005), 我國機車成長及其相關業務統計分析, Ministry of Transportation and communication (MOTC), ROC (Téléchargement sur: http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/)

交通部統計處, (2001), 台灣地區計程車營運奘況調查 摘要分析, Ministry of Transportation and communication (MOTC), ROC (Téléchargement sur: http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/)

交通部統計處, (2003), 台灣地區計程車營運狀況調查 摘要分析, Ministry of Transportation and communication (MOTC), ROC (Téléchargement sur: http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/)

交通部統計處, (2004), 台灣地區自用小客車使用狀況調查 摘要分析, Ministry of Transportation and communication (MOTC), ROC (Téléchargement sur: http://www.motc.gov.tw/)

何覺林, (2001), 2000 年上海自行車市場的趨勢, *China Bicycle*.

何覺林, (2003), 2002 年上海自行車市場走勢強勢, *China Bicycle*.

何覺林, (2004), 20 個城市電動自行車擁有量一覽表, *China Bicycle*.

何覺林, (2004), 2003 年上海自行車市場空前活曜, *China Bicycle*.

何覺林, (2005), 2004 年上海自行車市場運行良好, *China Bicycle*.

凌浩, (2005), 城市交通方式間的轉乘

刑建榕, (2005), 車影行蹤, *City* memory, 上海文化出版社, ISBN 780646855,123 p.

劉武元, (1999), 發展公共交通市改善

劉爾康, (1998), 發展私人交通還是公共交通

劉遷, (2001), 城市交通大型換乘樞紐的交通規則

吳嬌蓉 et 陳小鴻, (2003), 上海軌道交通陸家嘴站換乘特性與區域綜合交通改善, 《城市轨道交通研究》2004 年 第 7 卷 第 04 期

單連優, (2005), 十一五我國城市交通發展展望,《中國經貿導刊》第 03 期

單靜濤, (2003), 城市交通樞紐交通換乘分析與客流組織評價研究, 《重庆交通学院学报》第 20

卷 第 04 期

姜曉明, 荊新軒 et 顧保南, (2003), 上海市軌道交通換乘現狀的分析與對策,《城市軌道交通研究》

姜華平 et 陳海泳, (2005), 城市公交客運量的預測模型研究,《统计与决策》2005 年 第 12 期

季杰, (2000), 有關城市交通若干問題的探討

孫有望, (1996), 上海公交的困境責任和出路

孫立軍, (1996), 上海城市交通建設與可持續發展的思考, Tongji University journal 7.

左大杰 et 王慈光, (2002), 基於總出行時間最少的城市軌道交通站間距探討, 《铁道运输与经济》2003 年 第 25 卷 第 02 期

張慶賀 et 朱合華, (2001), 地鐵與輕軌, 人民交通出版社, ISBN 9787114060892, 405 p.

張易謙, (1998), 上海城市交通建設發展的思考與展望,《上海建设科技》1998 年第 6 期

張波 et 張春虎, (1994), 1993 年上海市區交通調查分析報告

張頡, 任福田 et 劉小明, (1995), 北京城市自行車與公共交通換乘研究,《中國公路學報》第 08 期

徐吉謙, 張迎東 et 梅冰, (1999), 自行車交通出行特徵和合理的適用範圍探討,《城市交通》

徐哲強, (2003), 台灣地區汽車客運路線成本歸類之研究, 碩士論文 (Master Thesis), 國 立 交 通 大 學 -交 通 運 輸 研 究 所.

徐循初, (1995), 21 世紀中國的城市交通, 《城市發展研究》

徐正良 et al. (2002), 軌道交通徐家匯樞紐站方案研究, 《中国市政工程》2002 年 第 03 期

方楷, 王煒 et 陸建, (2005), 我國組團城市居民出行時耗特徵分析,《交通運輸工程與信息學報》第 3 期

易亭 *et al.* (2004), 上海市地鐵站點客流換乘特徵分析, 《忻州師範學院學報》2004 年 第 20 期

朱嘉廣, (2004), 發達國家城市交通的啟示,《北京观察》2004 年 第 07 期

李世雄, (2004), 上海軌道交通線網的換乘, 《城市軌道交通研究》第 7 卷 第 03 期, pp. 66-69

李亞軍 et 楊忠振, (2005), 城市交通規則中的交通方式結構,《大連海事大學學報》第 04 期

李仁涵, (2005), 上海大都會圈交通發展模式的探討

李俊豪 et 陳定風, (1996), 上海市第二次全市性綜合交通調查成果公佈, SCCTPI

李建, (1998), 中國城市交通可持遇發展的機遇與挑戰, 百家論壇, 第 04 期

李建佑, (2002), 世界主要都市捷運路網型態與運輸需求特性關係之研究, 碩 士 論 文 (Master Thesis), 國 立 成 功 大 學 - 都市計劃研究所.

李林波, (2004), 出行者心理因素對公共交通發展的影響, 《人类工效学》第 12 卷 第 01 期

李紫琳, (2004), 台北捷運接駁公車營運績效評估之研究, Master Thesis, 淡江大學

李翔, 潘曉東 et 方守恩, (2005), 大型公共設施產生的自行車交通影響分析,《交通科技與經濟》2004 年 第 03 期

楊金花, (2005), 城市交通系統中的非機動車交通問題及發展對策, 同济大学交通运输工程学院

樊國欣, (2006), 台北地區家戶汽機車持有與使用特性之研究, 碩 士 論 文 (Master Thesis), 國 立 交 通 大 學 - 交通運輸研究所

溫傑華, (2006), 台灣高速鐵路離站接駁運具選擇之研究, 碩士論文 (Master Thesis), 逢 甲 大 學 - 交通工程與管理學系.

潘海嘯, (2005), 中國城市機動性 20 年發展的回顧,《国外城市规划》2005 年 第 20 卷 第 03 期

潘海嘯 et 惠英, (1999), 軌道交通建設與都市發展, 《城市規劃匯刊》1999 年 第 02 期

王尤優, (2005), 上海公交客運樞紐發展的思考,《交通与运输》2005 年 02 期

王玉萍, (2004), 常規公交與軌道交通之間的競爭與合作, 西安:長安大學

王秋平 et 李峰, (2003), 城市其他客運交通換乘軌道交通協調探討, 西安建築科技大學學報, Vol. 35

石京, (2006), 城市道路交通規劃設計與運用, 人民交通出版社. 328 p. ISBN 7114059515

聞輝 *et al.* (2005), 基於時間鏈的公交網絡數據模型研究,《地理與地理信息科學》, 第 21 卷 3 期, pp. 35-38

蔡岳霖, (2002), 捷運系統營運前後車站周邊地區商業發展之變化, 碩士論文 (Master Thesis), 國立臺灣大學 - 土木工程學系

蔡明伸, (2005), 捷運車站週邊機車停車轉乘需求之研究, 碩士論文 (Master Thesis), 國立臺灣大學 - 土木工程學系

蘇文杰, (2004), 回眸歷史十五年: 市論上海自行車為何陷入困境.

許恩哲, (2005), 鐵路先進旅行者轉乘資訊服務之研究, 碩士論文 (Master Thesis), 國立臺灣大學 - 土木工程學系

豬滬生, (2004), 軌道交通網絡話建設中大型換乘樞紐的探討,《都市快軌交通》2004 年 第 17 期

越彥優, (2004), 自行車的禁與奔, *China Bicycle*

辛飛飛, 陳小鴻 et 林航飛, (2004), 機動車出行對城市道路的影響與對策,《交通科技》2004 年 第 04 期

邱興敖, (2006), 上海城市規劃展示館, 43 p.

郝學華, (2005), 自行車交通的兩種觀念比較,《城市道桥与防洪》2005 年 第 01 期 ISSN：1009-7716(2005)01-0099-03

郭中天 (2003). 公車旅行時間, Master thesis, 國立台灣大學土木工程學研究所

郭瑜堅, (2003), 都市旅次成本之研究, *Master thesis*, 台灣大學土木工程研究所, 184 p.

鄒南昌, (2004), 台北市的城市交通,《交通与运输》2005 年 05 期

金建平 et 王健, (2004), 對自行車交通不同觀念的比較,《交通与运输》2004 年第 4 期

錢少華, (2004), 上海城市交通對策與探索, 《上海建设科技》2004 年第 5 期

錢林波 et 陳茜, (1997), 城市交通可持續發展的道路:城市交通發展政策規劃, 《现代城市研究》2004 年 02 期, ISSN:1009-6000.0.2004-02-004

陳定風, (2000), 居民出行小樣本調查的初步分析, 《交通与运输》2000 年第 2 期

陳尚云 et 高世廉, (2001), 關於我國特大城市客運交通發展戰略的研究, *西南交通大學學報* , n° 36

陳建華, (2000), 上海公交五十, 《交通与运输》1999 年第 05 期

陳毅影, (2004), 法國 巴西的公共交通,《公路运输文摘》2004 年 第 12 期

陸建 et 王煒, (2004), 城市居民出行時耗特徵分析研究,《公路交通科技》2004 年 第 21 卷 第 10 期, ISSN: 1002-0268(2004)10-0102-03

陸錫明, (2003), 大都市一體化交通,《城市公用事业》2006 年 第 20 卷 第 01 期

陸錫明, (2004), 長江三角洲與上海都市圈層交通發展問題研究,《交通与运输》2003 年 第 05 期

陸錫明, (2005), 快速公交系統 (Bus Rapid Transit), 同濟大學出版社, 211 p.

陸錫明, (2005), 決策導向型綜合交通規劃, 上海：同濟大學出版, 社

韓正, (1999), 以公共交通為主導, 推動上海城市交通建設, 百家論壇, 第 4 期

高偉軍, 顧保南 et 邱麗麗, (2004), 上海軌道交通 3 耗線車站換乘情況調查與分析, 城市軌道交通研究

高振華 et 韓寶明, (2003), 城市軌道交通換乘站規劃研究,《综合运输》2003 年第 11 期

Publication en version japonaise :

Fujisawa T., Aoyama Y., Nakagawa D. et Matsunaka R., (2001), キーワーズ：自転車交通行動, 歩行者・自転車交通計画，市街地整備, 工博，岡山大学大学院環境学研究科

Hayashi R., Harata N. et Ohta K., (2003), キーワーズ：意識調査分析，交通網計画，交通手段選択

Matsuda K., Tsukaguchi H. et Takegami N., (2003), キーワーズ：歩行者, 経路選択,行動モデル

Satoh H. *et al.* (2001), キーワーズ：交通弱者対策、ターミナル計画.

Statistics Bureau, the Director-General for Policy Planning (Statistical Standards) and the Statistical Research and Training Institute (http://www.stat.go.jp/)

LISTE DES SIGNES ET ABRÉVIATION

ACV	Zone autour du centre de la ville
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
BHNS	Bus à Haut Niveau de Service
BRT	Bus rapid transit
CCFA	Comité des Constructeurs Français d'Automobiles
CDG	Charles de Gaulle
CEC	Consommation d'espace en circulation
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CGD	Coût global de déplacement
CGP	Commissariat général du Plan
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
CO	Monoxyde de carbone
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
CTD	Coût total de déplacement
CEC	Espace consommé en circulation
CES	Espace consommé en stationnement
CO2	Dioxyde de carbone
CV	Zone du centre de la ville
DREIF	Direction Régionale de l'Equipement en Ile-de-France
ECMT	European Conference of Ministers of Transport
EGT	Enquête Global de Transport
FNAT	Fédération nationale des artisans-taxi
GART	Groupement des Autorités Responsables de Transports
GC	Grande couronne
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
HC	Hydrocarbures

HFC	Hydrofluoro-carbones
HT	Hors Taxe
IAURIF	l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Île de France
IDF	Île-de-France
IFEN	Institut français de l'environnement
INRETS	Institut National de recherche sur les transports et leurs sécurité
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ISTEA	Intermodal Surface Transportation Efficiency Act
Kep	Kilogramme d'équivalent pétrole
Km	Kilomètre
LOTI	Loi d'Organisation des Transports Intérieurs
MOTC	Ministry of Transportation and Communications (Taiwan)
MTK	Millions de train-km
NM	Véhicule non-motorisé
NOx	Oxydes d'azote
OD	Origine et Destination
OECD	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
ONU	Organisation des Nations unies
OPTILE	Organisation professionnelle des Transports d'Ile-de-France
Pb	Plomb
PC	Petite couronne
PE	Pôle d'échange
PDP	Plan de déplacement de Paris
PDU	Plan de déplacements urbains
PFC	Hydrocarbures per-fluorés
PIB	Produit intérieur brut
PKO	Places au kilomètre offert
PL	Poids lourd
PNB	Produit national brut
PNLCC	Plan national de lutte contre le changement climatique
PPP	Partenariat public-privé
PRQA	Plan Régional de la Qualité de l'Air

RATP	Régie autonome des transports parisiens
RER	Réseau express régional
P+R	Parc relais
SCCPTI	Shanghai City Comprehensive Transportation Planning Institut
SDAURP	Schéma directeur de la région d'Île-de-France
SDRIF	Schéma directeur de la Région Île-de-France
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
STIF	Syndicat des transports d'Île-de-France
STP	Syndicat des Transports Parisiens (ancien STIF)
SUE	Zone suburbaine
SUI	Zone suburbaine intérieure
TC	Transport collectif
TCSP	Transport en commun en site propre
TGV	Train à grande vitesse
TIPP	Taxe intérieure de consommation sur les produits pétroliers
T.L.M	Train à lévitation magnétique
TOD	Transit-Oriented Development
TTC	Toutes taxes comprises
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UITP	Union Internationale des Transports Publics
Véh	Véhicule
Voy	Voyageur
Voy-km	Voyageur-kilomètre
VP	Véhicule particulier
VT	Versement Transports
VTPI	Victoria Transport Policy Institute
VUL	Véhicules utilitaires légers

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tables:

TABLE A : Évolution de la population urbaine dans le monde 17
TABLE I-1 : Le nombre d'automobiles par mille habitants 21
TABLE I-2: Proportion des déplacements en transport collectif selon les régions du monde ..27
TABLE II-1: Proportion de la dépense budgétaire de transport en Île-de-France 42
TABLE II-2: Relation entre la vitesse et l'espace selon les modes différents 45
TABLE II-3: Consommation d'espace pour un déplacement de 10 km aller-retour 47
TABLE II-4: Coût externe selon les différents modes de transport 49
TABLE IV-1: Les principaux indicateurs socio-économiques pour la municipalité de Shanghai, en 1986, 1995 et 2004 65
TABLE IV-2: Evolution de la population flottante en 1990 et en 2000 67
TABLE IV-3: Changement démographique dans les zones de Shanghai 1982-1990 68
TABLE IV-4: Le changement démographique dans les zones de Shanghai 1990-2000 69
TABLE IV-5: Le changement démographique dans les zones de Shanghai 2000-2003 70
TABLE IV-6: Changement routier dans la municipalité de Shanghai de 1995 à 2004 75
TABLE IV-7: Les indices de réseau routier dans la ville centre en 2001 77
TABLE IV-8: Utilisation des sols autour des stations de métro dans le centre ville 84
TABLE IV-9: Nombre de places de stationnement d'automobile dans la ville centre 85
TABLE IV-10: Choix modal des individus selon le niveau d'équipement des ménages 87
TABLE IV-11: Evolution du nombre de véhicules motorisés immatriculés 88
TABLE IV-12: Changement des caractéristiques de l'usage des véhicules automobiles à Shanghai (en 1986, 1995 et 2004) 88
TABLE IV-13: Evolution du nombre de motos et de cyclomoteurs de 1986 à 2004 92
TABLE IV-14: Caractéristiques de fonctionnement des motos et cyclomoteurs à Shanghai, en 1986 et en 2004 92
TABLE IV-15: Evolution du trafic pour les véhicules motorisés en 1995 et 2004 93
TABLE IV-16: Nombre de taxis et de passagers dans les taxis par jour à Shanghai 99
TABLE IV-17: Caractéristiques du fonctionnement des taxis à Shanghai 99
TABLE IV-18: Proportion des modes de transport dans les deux-roues légers 101
TABLE IV-19: Tarif de parking selon les zones différentes en 2006 104
TABLE V-1: Relation entre l'économie nationale et le nombre de véhicules motorisés dans la mégapole de Taïwan 108
TABLE V-2: La superficie des villes dans Taipei métropole 109

TABLE V-3: La densité de population dans les trois zones de Taipei métropole 110
TABLE V-4: Motif en moto pour Taipei City et Taipei Country 116
TABLE V-5: Part modale des transports dan la ville de Taipei métropole depuis 1975 118
TABLE V-6: Le nombre de taxis enregistrés dans la mégapole de Taipei en 2001 120
TABLE V-7: Taux de taxis vides en 1997 -2001 122
TABLE V-8 : Moyen de l'arrivée et le départ de station de métro à Taipei 125
TABLE VI-1: La surface et la population en Île-de-France 130
TABLE VI-2: Répartition des emplois par département 133
TABLE VI-3: Données d'exploitation des modes de transport public en IDF en 2004..... 141
TABLE VI-4: Evolution du nombre de déplacements selon le lieu de résidence..... 141
TABLE VI-5: L'évolution du parc automobile en Île-de-France 143
TABLE VI-6: Evolution de la mobilité en automobile selon la zone de résidence..... 145
TABLE VI-7: Evolution des voyageurs en transport collectif 146
TABLE VI-8: Nombre de déplacements en TC selon les types de liaison en IDF 147
TABLE VI-9: Evolution du nombre de déplacements selon le type de liaison..... 150
TABLE VI-10: La distance moyenne de TC et VP selon les zones géographiques..... 152
TABLE VI-11 : Evolution de l'intermodalité en Île-de-France 153
TABLE VI-11: Nombre et répartition des parcs relais en 2006 selon le département 154
TABLE VI-12: Evolution des facteurs potentiels pour le transport urbain 156
TABLE VII-1: Catégorie de coût de déplacement 171
TABLE VII-2: Liste des études historiques sur le coût de transport 172
TABLE VII-3 : Introduction des paramètres pour les équations 190
TABLE VII-4 : Décomposition de coût total de déplacement en transport intermodal et non intermodal 191
TABLE VIII-1 : Les valeurs du temps proposées par la littérrature internationales depuis 1965 198
TABLE VIII-2 : Les valeurs du temps recommandées (moyen en EU-25) 200
TABLE VIII-3: Valeurs horaires du temps en France 201
TABLE VIII-4: Valeur du temps par rapport aux modes (€ 2000/h)..... 202
TABLE VIII-5: Valeur du temps à Taïwan 202
TABLE VIII-6: Valeur du temps par rapport aux modes à Taipei (nt/h) 203
TABLE VIII-7: Valeur du temps à l'intérieur/extérieur du véhicule selon les modes à Shanghai 203
TABLE VIII-8: La vitesse, la distance et le temps dans les pays développés et en développement 208
TABLE VIII-9: La vitesse, la distance et le temps dans les pays développés et en développement 209
TABLE VIII-10: le temps de déplacement à l'extérieur du véhicule 210

TABLE VIII-11: Temps de déplacement en moto dans les trois mégapoles 211
TABLE VIII-12: Temps de déplacement en voiture dans les trois mégapoles..... 212
TABLE VIII-13: Temps de déplacement en taxi dans les trois mégapoles 213
TABLE VIII-14: Temps de déplacement de bus en Île-de-France..... 213
TABLE VIII-15: Temps de déplacement de bus en Taipei 214
TABLE VIII-16: Temps de déplacement de bus en Shanghai 214
TABLE VIII-17: Temps de déplacement en transport du rail dans les trois mégapoles..... 215
TABLE VIII-18: Comparaison de la vitesse moyenne en VP et en TC dans les mégapoles 216
TABLE VIIIX-19: Coût du temps de déplacement par liaison de déplacement en Île-de-France 217
TABLE VIII-20: Coûts du temps de déplacement en Île-de-France 219
TABLE VIII-21: Coûts du temps de déplacement dans la mégapole de Taipei 220
TABLE VIII-22: Coûts du temps de déplacement en mégapole de Shanghai 221
TABLE VIII-23: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement en Île-de-France 223
TABLE VIII-24: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement à Taipei 223
TABLE VIII-25: Coût du temps rapporté au voy-km et déplacement à Shanghai..... 223
TABLE VIII-26: Part modale du transport urbain dans les trois mégapoles 224
TABLE IX-1: le coût de détention des deux-roues (moyenne cyclo/moto) en Île-de-France . 233
TABLE IX-2: le coût de détention en moto à Taipei en 2000..... 234
TABLE IX-3 : le coût de détention en moto à Shanghai en 2004..... 234
TABLE IX-4: le coût de détention en automobile en Île-de-France..... 236
TABLE IX-5: Distribution des automobiles selon la cylindrée de moteur..... 237
TABLE IX-6: Le coût de détention en automobile à Taipei en 2000 237
TABLE IX-7: le coût variable d'usage en moto en Île-de-France 240
TABLE IX-8: le coût variable d'usage en moto à Taipei en 2000..... 240
TABLE IX-9: le coût variable d'usage en automobile en Île-de-France..... 241
TABLE IX-10: Distribution des automobiles selon la capacité de cylindrée du moteur 242
TABLE IX-11: le coût variable d'usage en automobile à Taipei en 2000..... 242
TABLE IX-12: Tarif du taxi en mégapole d'Île-de-France 243
TABLE IX-13: Tarif du taxi en mégapole de Taipei 244
TABLE IX-14 : Tarif du taxi en mégapole de Shanghai 244
TABLE IX-15: Répartition des recettes par réseau de RATP..... 245
TABLE IX-16: Coût variable d'usage en Bus à Taipei en 2002..... 245
TABLE IX-17: Coût variable d'usage en rail en Île-de-France 246
TABLE IX-18: Coût variable d'usage en métro à Taipei en 2002..... 246
TABLE IX-19: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes en Île-de-France..... 247
TABLE IX-20: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes à Taipei 248
TABLE IX-21: le coût d'usage rapporté au voy-km selon les modes à Shanghai 248

TABLE IX-22: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes en Île-de-France 249
TABLE IX-23: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes dans la mégapole de Taipei 250
TABLE IX-24: le coût privé rapporté au voy.-km à la charge des usagers selon les modes dans la mégapole de Shanghai 250
TABLE IX-25: Comparaison de la répartition modale et du coût privé dans les mégapoles .. 251
TABLE IX-26 : Estimation de dépense de stationnement à la charge des employeurs 252
TABLE X-1: Calcul des coûts d'investissement en route en Île-de-France 258
TABLE X-2: Calcul des coûts d'investissement en route dans la mégapole de Taipei 261
TABLE X-3: Estimation des coûts de fonctionnement des transports collectifs en IDF..... 263
TABLE X-4: Estimation des coûts d'infrastructure pour les réseaux de transport collectif en Île-de-France 264
TABLE X-5: Estimation des coûts de matériel roulant pour les réseaux de transport collectif en Île-de-France 265
TABLE X-6: Estimation des coûts de la consommation d'espace pour bus en Île-de-France . 266
TABLE X-7 : Coût d'investissement lié à l'approche économique en transport public en Île-de-France 267
TABLE X-8: Estimation des coûts de fonctionnement des transports collectifs à Taipei..... 267
TABLE X-9: Estimation des coûts d'investissement des transports publics à Taipei 268
TABLE X-10: Estimation des coûts de matériel roulant pour les réseaux de transport en commun dans la mégapole de Taipei 268
TABLE X-11: Estimation des coûts d'infrastructures pour les réseaux de transports collectifs dans la mégapole de Taipei 269
TABLE X-12: Estimation des coûts de la consommation d'espace par les autobus dans la mégapole de Taipei.....270
TABLE X-13 : le coût d'investissement en transport public dans la mégapole de Taipei 270
TABLE X-14 : Comparaison des coûts de fonctionnement et d'investissement lié à l'usage des voiries et au transport public dans les mégapoles d'étude 271
TABLE X-15: Les recettes unitaires selon les modes de TC en Île-de-France.....273
TABLE X-16: Flux fiscaux liés au transport de voyageurs en Île-de-France 273
TABLE X-17: Rendement fiscal des déplacements automobiles en 2003 274
TABLE X-18: Les recettes unitaires selon les modes de TC dans la mégapole de Taipei 275
TABLE X-19: Rendement fiscal des déplacements des véhicules motorisés en 2002 276
TABLE X-20: le coût public net selon les modes en Île-de-France 277
TABLE X-21 : le coût public selon les modes et les zones dans la mégapole de Taipei 278
TABLE XI-1 : Coûts externes des transports rapportés au PNB 280
TABLE XI-2 : Proportion des coûts externes de transport en EU17 280

TABLE XI-3 : Caractéristiques des recherches corrélatives 282
TABLE XI-4 : Valeur attribuée aux impacts de la pollution atmosphérique selon les études 286
TABLE XI-5 : Valeur attribuée aux impacts de la pollution atmosphérique 287
TABLE XI-6: Répartition des trafics VP et des densités de la population liée aux régions 288
TABLE XI-7 : Les résultats d'évaluation du coût de la pollution en Île-de-France 289
TABLE XI-8 : Les résultats d'évaluation du coût de la pollution de bus en Île-de-France 289
TABLE XI-9 : Les productions de la pollution selon les modes 290
TABLE XI-10 : La distribution du coût de pollution atmosphérique..... 290
TABLE XI-11 : Le coût unitaire de pollution atmosphérique selon les modes 290
TABLE XI-12 : Coût de la pollution rapporté au voyageur-km par zone à Taipei..... 291
TABLE XI-13: Valeur attribuée au bruit (2000)..... 292
TABLE XI-14: Valeur du bruit à l'échelle régionale et nationale..... 292
TABLE XI-15 : Valeur attribuée aux impacts du bruit 293
TABLE XI-16 : Répartition des trafics VP et des densités de la population selon régions 294
TABLE XI-17 : Estimation du coût de bruit par zone en Île-de-France 294
TABLE XI-18 : Répartition des trafics et des indices de gravité liée aux régions 295
TABLE XI-19 : Coût du bruit VP rapporté au voy.-km par zone en Île-de-France 296
TABLE XI-20 : Coût du bruit de bus rapporté au voy.-km par zone en Île-de-France 296
TABLE XI-21 : Le coût d'évitement des bruits à Taipei 297
TABLE XI-22: Le coût unitaire du bruit dans la mégapole de Taipei..... 297
TABLE XI-23 : Coût du bruit rapporté au voyageur-km par zone à Taipei 298
TABLE XI-24 : Valeur liée à l'effet de serre à l'échelle régionale et nationale 299
TABLE XI-25: Coût de l'effet de serre rapporté au voyageur-km en Île-de-France 300
TABLE XI-26 : Estimation du coût de l'effet de serre dans la mégapole de Taipei 301
TABLE XI-27: Valeur de congestion à l'échelle régionale et nationale 303
TABLE XI-28 : Proportion de la diminution des temps de parcours automobile, entre la pointe et les heures creuses en Île-de-France 304
TABLE XI-29 : Proportion de la distribution des déplacements par territoire en Île-de-France 305
TABLE XI-30 : Temps perdu par territoire et temps perdu par km sur le territoire pour les parcours automobile en Île-de-France 305
TABLE XI-31 : Temps perdu par territoire et temps perdu par km sur le territoire pour les parcours bus en Île-de-France 306
TABLE XI-32: Coût de congestion des modes dans la mégapole de Taipei 307
TABLE XI-33: Le coût unitaire de congestion dans la mégapole de Taipei 307
TABLE XI-34: Coût de l'insécurité par voy-km à l'échelle régionale et nationale..... 308
TABLE XI-35: Les accidents de la circulation en Île-de-France 309
TABLE XI-36: Les accidents de la circulation par modes en Île-de-France 309

TABLE XI-37: la situation des accidents dans la mégapole de Taipei en 2003 311
TABLE XI-38: Frais médicaux selon les modes dans la mégapole de Taipei 311
TABLE XI-39: le coût des accidents dans la mégapole de Taipei 311
TABLE XI-40: le coût externe rapporté au voyageur-km par zone et par mode en Île-de-France 313
TABLE XI-41: le coût externe selon les modes et les zones dans la mégapole de Taipei 314
TABLE XII-1 : Coûts de déplacement en voiture par l'approche comptable en Île-de-France 316
TABLE XII-2 : Coûts de déplacement en voiture par l'approché économique à Taipei 318
TABLE XII-3 : Les coûts de déplacement en moto en Île-de-France..... 319
TABLE XII-4 : Les coûts de déplacement en moto dans la mégapole de Taipei 320
TABLE XII-5 : Les coûts de déplacement en TC en Île-de-France 321
TABLE XII-6 : Les coûts de déplacement en TC dans la mégapole de Taipei 322
TABLE XII-7 : Comparaison des coûts de déplacement entre VP, moto et TC en Île-de-France 323
TABLE XII-8 : Comparaison des coûts de déplacement entre VP et TC à Taipei..... 324
TABLE XII-9: Comparaison des coûts de déplacements liée à l'approche comptable et économique par modes en Île-de-France..... 326
TABLE XII-10: Comparaison du coût total en VP et en TC lié aux approches différentes.....327
TABLE XII-11: La répartition de trafic en VP et en TC en Île-de-France..... 328
TABLE XII-12 : Coûts de déplacement lies à l'approche comptable et à la zone géographique en VP, en moto et en TC en Île-de-France 329
TABLE XIII-1 : Comparaison des coûts monétaires fixes par rapport au salaire par heure dans les mégapoles 335
TABLE XIII-2 : Comparaison des coûts monétaire d'usage par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles 337
TABLE XIII-3 : Comparaison de coût monétaire privé (usage + fixe) par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles d'étude..... 338
TABLE XIII-4 : Comparaison du coût total de déplacement et le salaire moyen par heure dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei 340
TABLE XIII-5 : Comparaison de bilan des pouvoirs publics global par rapport au salaire moyen par heure dans les mégapoles d'étude..... 341
TABLE XIII-6 : Comparaison du taux des accidents routiers liée aux modes de moto et de voiture dans les mégapoles d'Île-de-France et de Taipei 343
TABLE XIV-1: L'évolution des usages des modes à Paris entre 2002 et 2007 347
TABLE XIV-2: Enjeux et réponses liés aux perspectives de développement d'ici 2020 en IDF 349
TABLE XIV-3 : Les objectifs chiffrés pour les perspectives en 2013 et en 2020 en Île-de-France 350

TABLE XIV-4: L'évolution des usages des modes à Taipei entre 2001 et 2007 357
TABLE XIV-5: Schéma directeur de développement du transport urbain à court, moyen et long terme dans la mégapole de Taipei 360
TABLE XIV-6 : Les objectifs chiffrés pour les perspectives en 2015 et en 2025 à Taipei 364
Table XV-1: Risque relatif d'accident mortel par milliard de km parcouru entre moto et voiture (Voiture= 1) 369
Table XV-2 : Situation constatée aujourd'hui sur le territoire de l'Île-de-France liée aux modes situés sur les échelles de coût 370
Table XV-3 : Taux d'occupation moyen sur l'année des voitures de transport public..... 371
Table XV-4 : Les potentiels techniques de transfert, appréhendés au niveau des sorties du domicile 373
TABLE XV-5 : Les capacités de développement des modes 375
TABLE XV-6 : Les déplacements en automobile : structure géographique 378
Table XV-7 : Répartition modale, distance moyenne (km) et vitesse (km/h) selon les types de liaison.....379
TABLE XV-8 : Avantages et les inconvénients des modes dans une optique de transfert potentiel 380
TABLE XV-9 : Situation constatée aujourd'hui des modes fondée sur les échelles de coût à Taipei 392
TABLE XV-9 : La répartition en longueur de l'usage de moto à Taipei 394
TABLE XV-10 : Choix modal pour les voyageurs de métro avant la mise en service de métro 394
TABLE XV-11 : Avantages et les inconvénients des modes dans une optique de transfert potentiel 395
Tableau A-1 : Flux de voyageur en transport collectif dans la station People Square en 2005, 2010 et 2020..... 464
TABLE B-1: Consommation globale d'espace-temps pour un déplacement de 10 km 474
TABLE D-1: Catégorie de vitesse de marche au Japon 479
TABLE D-2: Catégorie de vitesse de marche à Taiwan 479
TABLE D-3: Mode de rabattement pour arriver à la station de métro (Ligne 1)..... 480
TABLE D-4: Mode de rabattement pour partir de station de métro à destination (Ligne de métro 1) 480
TABLE D-5: Temps de rabattement pour arriver la station de métro (ligne 1) 481
TABLE E-1 : Coût du temps de déplacement lié aux formes de déplacement en Île-de-France 482
TABLE F-1 : Le prix du marché de la moto liée à la cylindrée différente en France..... 483
TABLE G-1: le coût fixe d'usage en taxi en Île-de-France 484
TABLE G-2: la distribution du taxi selon la capacité de la cylindrée du moteur 485

TABLE G-3: le coût fixe d'usage du taxi à Taipei en 2000 485
TABLE G-4: le coût variable d'usage en taxi sous l'aspect du conducteur en Île-de-France .. 486
TABLE G-5: la distribution de taxis selon la capacité de cylindrée de moteur 486
TABLE G-6: le coût variable d'usage en taxi sous l'aspect du conducteur à Taipei en 2000 .. 486
TABLE H-1: Valeurs du débit et de la consommation d'espace en circulation d'automobile et d'autobus en Île-de-France 489
TABLE H-2: Consommation d'espace, exprimée en m^2×heure, selon le mode de transport (Parcours domicile-travail et domicile-achats de 10km aller et retour) 490
TABLE I-1: Pollution atmosphérique (déplacements quotidiens en Île-de-France) 491
TABLE I-2: Rejet de gaz carbonique et effet de serre en Île-de-France 493
TABLE J-1: La consommation du CO_2 des modes de transport 494
TABLE K-1: Proportion du trafic automobile par territoire en Île-de-France 495
TABLE K-2: Distance de km affectée par territoire pour VP conducteur 495
TABLE K-3 : Durée totale pour les parcours automobiles par territoire 496
TABLE K-4 : Pertes du temps pour les parcours automobiles par territoire 496
TABLE L-1: Tarif des taxis en Île-de-France selon les zones administratives 497

Table des figures

FIGURE A : Organigramme de la recherche 11
FIGURE I-1: L'évolution de la motorisation des pays 23
FIGURE I-2: Taux de 2⁄3 roues à moteur pour 1000 habitants dans les villes asiatiques 24
FIGURE I-3: Possession de la voiture à l'échelle nationale et locale 25
FIGURE I-4: Distribution des villes rapportées à l'effectif de la population et le PIB de la ville 29
FIGURE I-5: Relation entre le métro et le PIB pour les villes dans les pays en développement 30
FIGURE II-1 : Trajectoire du développement de transport urbain dans les villes mondiales .. 35
FIGURE II-2: Pyramide du développement durable du transport 38
FIGURE II-3: Le cercle vicieux de la croissance de l'usage de l'automobile 40
FIGURE II-4: La comparaison entre le véhicule particulier et le transport collectif 41
FIGURE II-5: Diagramme des boucles de rétroaction pour le système dynamique du transport urbain 43
FIGURE II-6: L'espace requis des modes différents 46
FIGURE II-7: Distance de déplacement selon les modes dans les pays principaux en Europe 48
FIGURE III-1: Diagramme d'un déplacement intermodal 52
FIGURE III-2 : Typologie des pôles d'échange selon le niveau de transport urbain 53

FIGURE III-3 : Répartition des différents modes de rabattement selon la morphologie de la zone de départ 59
FIGURE IV-1: Les districts dans la collectivité métropolitaine de Shanghai 66
FIGURE IV-2: La tendance de la population depuis 1970 (hors la population flottante) 66
FIGURE IV-3: La densité démographique dans la ville de Shanghai métropole 71
FIGURE IV-4: Répartition des investissements en transport en fonction des types d'infrastructures dans la municipalité de Shanghai, en montant de frais et pourcentage, en fonction des différents plans 72
FIGURE IV-5: Les lignes principales de transport dans le centre ville de Shanghai 73
FIGURE IV-6: Réseau d'autoroute au centre ville 75
FIGURE IV-7: Evolution de l'infrastructure routière par habitant depuis l'année 1986 76
FIGURE IV-8: Evolution du bus depuis l'année 1986 79
FIGURE IV-9: Les voies prioritaires de bus au centre ville en 2001 80
FIGURE IV-10: Plan des métros de Shanghai en 2006 81
FIGURE IV-11: Le plan de la ligne de ceinture (ligne 3 + ligne 4) 82
FIGURE IV-12: 1.2 km de diamètre autour des stations de métro à Shanghai en 2004 83
FIGURE IV-13: Utilisation des sols autour des stations du rail dans la banlieue 84
FIGURE IV-14: Distribution des stationnements d'automobile dans la ville centre en 2004.. 86
FIGURE IV-15: Distribution des origines des déplacements en véhicules automobiles, y compris le minibus, dans la ville centre en 2004 89
FIGURE IV-16: Répartition géographique (%) des déplacements en automobile dans la mégapole de Shanghai en 2003 90
FIGURE IV-17: Prix d'immatriculation et demande d'automobiles en 2000 et 2004 91
FIGURE IV-18: Evolution du nombre de voyageurs en transport collectif à Shanghai (en 1986, 1995, 1996, 2000 et 2004) 94
FIGURE IV-19: Croissance de la distance de métro mise en service 95
FIGURE IV-20: Chargement de voyageur des lignes en 2003 et en 2004 95
FIGURE IV-21: Nombre de voyageurs en métro en 2001 et 2004 96
FIGURE IV-22: Tendance du nombre de lignes de bus depuis 1991 97
FIGURE IV-23: Tendance du nombre de passagers en bus (normal et en trajet spécial) depuis 1991 98
FIGURE IV-24 : Taux de bicyclettes par ménage à Shanghai selon la zone 102
FIGURE V-1: La situation géographique de Taipei à Taiwan 109
FIGURE V-2: Les zones administratives à Taipei City et Taipei Country 110
FIGURE V-3: La croissance de la population dans Taipei métropole 111
FIGURE V-4: La densité de population dans la ville de Taipei métropole 112
FIGURE V-5: Les revenus des ménages à Taipei métropole depuis 1990 112
FIGURE V-6: La croissance de la voiture particulière à Taipei métropole 113

FIGURE V-7: La croissance de la moto à Taipei métropole 114
FIGURE V-8: La tendance de la croissance de moto à Taipei City depuis 40 ans 115
FIGURE V-9: Tendance de la croissance du transport en commun à Taipei 118
FIGURE V-10: Le réseau de métro dans Taipei métropole 119
FIGURE V-11: Part modale entre le bus, le métro et la correspondance 120
FIGURE V-12: le nombre de taxis par mille habitants à Taipei City depuis 1968 121
FIGURE V-13: La tendance de la croissance du vélo dans la ville de Taipei City 123
FIGURE V-14: La croissance du transport entre vélo, voiture et moto 124
FIGURE VI-1: Distribution des agglomérations en Île-de-France 129
FIGURE VI-2: La tendance de la population en Île-de-France 131
FIGURE VI-3: l'aire administrative en Île-de-France 132
FIGURE VI-4: La distribution de revenu des ménages en Île-de-France 134
FIGURE VI-5: Longueur des réseaux en Petite Couronne depuis 1983 et 2001 135
FIGURE VI-6: Longueur des réseaux en Grande Couronne depuis 1983 et 2001 135
FIGURE VI-7: Evolution annuelle du linéaire d'aménagement cyclable depuis 1997 136
FIGURE VI-8: Répartition des déplacements mécanisés 142
FIGURE VI-9: Taux de motorisation des ménages et des individus en Île-de-France 144
FIGURE VI-10: Evolution des vélos à Paris par rapport à l'année 2000 148
FIGURE VI-11: Evolution des déplacements à bicyclette en Île-de-France 149
FIGURE VI-12: Distribution géographique des déplacements motorisés en IDF en 2001 150
FIGURE VI-13: Répartition des déplacements selon le mode de transport et le lieu de résidence en 2001 151
FIGURE VII-1: La décomposition du coût global de déplacement 167
FIGURE VII-2: Schéma de coût total de déplacement 169
FIGURE VII-3: Coûts unitaires de déplacement en voiture rapporté au voyageur-km 170
FIGURE VII-4: Le classement des modes de transport urbain 174
FIGURE VII-5 : Le déplacement de passager en transport intermodal 188
FIGURE VII-6 : La situation géographique de l'origine et la destination 190
FIGURE VII-7 : La structure des coûts de déplacement 193
FIGURE VII-8 : Séhéma de la coherence du développement de mode basé sur les coûts 195
FIGURE VIII-1: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes en Île-de-France 225
FIGURE VIII-2: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Taipei 226
FIGURE VIII-3: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Shanghai 226
FIGURE VIII-4: Part modale et coût du temps des modes en Île-de-France 227
FIGURE VIII-5: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Taipei 228

FIGURE VIII-6: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Shanghai 228
FIGURE X-1: La structure des coûts publics 255
FIGURE X-2: Distribution du coût public des voiries 256
FIGURE X-3: Répartition du financement des transports collectifs 274
FIGURE XI-1 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport 281
FIGURE XI-2 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport en Amérique du nord ($/passager-mile)..... 281
FIGURE XI-3 : Comparaison rail/route du transport de voyageur en zone urbaine..... 282
FIGURE XIV-1 : Evolution des usages des modes à Paris fondée sur la valeur de référence en 2002 348
FIGURE XIV-2 : Principaux projets de développement des transports en commun d'Île-de-France 351
FIGURE XIV-3: Schéma de développement du transport ferré en banlieue proche..... 352
FIGURE XIV-4: Schéma de développement du tramway et TCSP en banlieue proche 352
FIGURE XIV-5: Projet de Grand Huit en Île-de-France 354
FIGURE XIV-6: Croissance prévisionnelle de la population, de déplacement, de VP et de TC 356
FIGURE XIV-7: Evolution des usages des modes à Taipei fondée sur la valeur de référence en 2001 358
FIGURE XIV-8: Le plan de développement de TSCP dans la mégapole de Taipei 359
FIGURE XIV-9: Le plan de développement des voies express dans la mégapole de Taipei.... 360
FIGURE XIV-10 : Plan de développement du métro à Taipei en 2020 365
Figure A-1 : La station de Shanghai South Railway Station 463
Figure A-2 : Station de métro People Square 465
Figure A-3 : Station de métro Shanghai Rail Station 466
Figure A-4: Station de métro Xujiahui 467
Figure A-5: Station de métro Longyang Road..... 469
Figure A-6: La station de métro Gonfu Xincun 470
Figure A-7 : Station de métro Shanghai Stadium 471
Figure A-8 : Station de métro Zhong Shang Gong Yuan 471
Figure A-9: La station de Xinzhuang 472
Figure A-10: La station de Song Jiang 473
FIGURE H-1: Forme des courbes débit-densité et vitesse-densité et caractéristiques fixées pour le régime urbain 488
FIGURE M-1 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1 et 2..... 499
FIGURE M-2 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1, 2, 3, 4 et 5 499

FIGURE A : Organigramme de la recherche 11
FIGURE I-1: L'évolution de la motorisation des pays 23
FIGURE I-2: Taux de 2/3 roues à moteur pour 1000 habitants dans les villes asiatiques 24
FIGURE I-3: Possession de la voiture à l'échelle nationale et locale 25
FIGURE I-4: Distribution des villes rapportées à l'effectif de la population et le PIB de la ville 29
FIGURE I-5: Relation entre le métro et le PIB pour les villes dans les pays en développement 30
FIGURE II-1 : Trajectoire du développement de transport urbain dans les villes mondiales .. 35
FIGURE II-2: Pyramide du développement durable du transport 38
FIGURE II-3: Le cercle vicieux de la croissance de l'usage de l'automobile 40
FIGURE II-4: La comparaison entre le véhicule particulier et le transport collectif 41
FIGURE II-5: Diagramme des boucles de rétroaction pour le système dynamique du transport urbain 43
FIGURE II-6: L'espace requis des modes différents 46
FIGURE II-7: Distance de déplacement selon les modes dans les pays principaux en Europe 48
FIGURE III-1: Diagramme d'un déplacement intermodal 52
FIGURE III-2 : Typologie des pôles d'échange selon le niveau de transport urbain 53
FIGURE III-3 : Répartition des différents modes de rabattement selon la morphologie de la zone de départ 59
FIGURE IV-1: Les districts dans la collectivité métropolitaine de Shanghai 66
FIGURE IV-2: La tendance de la population depuis 1970 (hors la population flottante) 66
FIGURE IV-3: La densité démographique dans la ville de Shanghai métropole 71
FIGURE IV-4: Répartition des investissements en transport en fonction des types d'infrastructures dans la municipalité de Shanghai, en montant de frais et pourcentage, en fonction des différents plans 72
FIGURE IV-5: Les lignes principales de transport dans le centre ville de Shanghai 73
FIGURE IV-6: Réseau d'autoroute au centre ville 75
FIGURE IV-7: Evolution de l'infrastructure routière par habitant depuis l'année 1986 76
FIGURE IV-8: Evolution du bus depuis l'année 1986 79
FIGURE IV-9: Les voies prioritaires de bus au centre ville en 2001 80
FIGURE IV-10: Plan des métros de Shanghai en 2006 81
FIGURE IV-11: Le plan de la ligne de ceinture (ligne 3 + ligne 4) 82
FIGURE IV-12: 1.2 km de diamètre autour des stations de métro à Shanghai en 2004 83
FIGURE IV-13: Utilisation des sols autour des stations du rail dans la banlieue 84
FIGURE IV-14: Distribution des stationnements d'automobile dans la ville centre en 2004.. 86
FIGURE IV-15: Distribution des origines des déplacements en véhicules automobiles, y compris le minibus, dans la ville centre en 2004 89

FIGURE IV-16: Répartition géographique (%) des déplacements en automobile dans la mégapole de Shanghai en 2003 90
FIGURE IV-17: Prix d'immatriculation et demande d'automobiles en 2000 et 2004 91
FIGURE IV-18: Evolution du nombre de voyageurs en transport collectif à Shanghai (en 1986, 1995, 1996, 2000 et 2004)..... 94
FIGURE IV-19: Croissance de la distance de métro mise en service 95
FIGURE IV-20: Chargement de voyageur des lignes en 2003 et en 2004 95
FIGURE IV-21: Nombre de voyageurs en métro en 2001 et 2004 96
FIGURE IV-22: Tendance du nombre de lignes de bus depuis 1991 97
FIGURE IV-23: Tendance du nombre de passagers en bus (normal et en trajet spécial) depuis 1991 98
FIGURE IV-24 : Taux de bicyclettes par ménage à Shanghai selon la zone 102
FIGURE V-1: La situation géographique de Taipei à Taiwan..... 109
FIGURE V-2: Les zones administratives à Taipei City et Taipei Country 110
FIGURE V-3: La croissance de la population dans Taipei métropole 111
FIGURE V-4: La densité de population dans la ville de Taipei métropole 112
FIGURE V-5: Les revenus des ménages à Taipei métropole depuis 1990 112
FIGURE V-6: La croissance de la voiture particulière à Taipei métropole 113
FIGURE V-7: La croissance de la moto à Taipei métropole 114
FIGURE V-8: La tendance de la croissance de moto à Taipei City depuis 40 ans 115
FIGURE V-9: Tendance de la croissance du transport en commun à Taipei 118
FIGURE V-10: Le réseau de métro dans Taipei métropole 119
FIGURE V-11: Part modale entre le bus, le métro et la correspondance..... 120
FIGURE V-12: le nombre de taxis par mille habitants à Taipei City depuis 1968 121
FIGURE V-13: La tendance de la croissance du vélo dans la ville de Taipei City 123
FIGURE V-14: La croissance du transport entre vélo, voiture et moto 124
FIGURE VI-1: Distribution des agglomérations en Île-de-France 129
FIGURE VI-2: La tendance de la population en Île-de-France..... 131
FIGURE VI-3: l'aire administrative en Île-de-France 132
FIGURE VI-4: La distribution de revenu des ménages en Île-de-France 134
FIGURE VI-5: Longueur des réseaux en Petite Couronne depuis 1983 et 2001 135
FIGURE VI-6: Longueur des réseaux en Grande Couronne depuis 1983 et 2001 135
FIGURE VI-7: Evolution annuelle du linéaire d'aménagement cyclable depuis 1997 136
FIGURE VI-8: Répartition des déplacements mécanisés..... 142
FIGURE VI-9: Taux de motorisation des ménages et des individus en Île-de-France 144
FIGURE VI-10: Evolution des vélos à Paris par rapport à l'année 2000 148
FIGURE VI-11: Evolution des déplacements à bicyclette en Île-de-France 149
FIGURE VI-12: Distribution géographique des déplacements motorisés en IDF en 2001 150

FIGURE VI-13: Répartition des déplacements selon le mode de transport et le lieu de résidence en 2001 151
FIGURE VII-1: La décomposition du coût global de déplacement 167
FIGURE VII-2: Schéma de coût total de déplacement 169
FIGURE VII-3: Coûts unitaires de déplacement en voiture rapporté au voyageur-km 170
FIGURE VII-4: Le classement des modes de transport urbain 174
FIGURE VII-5 : Le déplacement de passager en transport intermodal 188
FIGURE VII-6 : La situation géographique de l'origine et la destination 190
FIGURE VII-7 : La structure des coûts de déplacement 193
FIGURE VII-8 : Séhéma de la coherence du développement de mode basé sur les coûts 195
FIGURE VIII-1: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes en Île-de-France 225
FIGURE VIII-2: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Taipei..... 226
FIGURE VIII-3: Coût du temps rapporté au déplacement et voyageur-kilomètre selon les modes dans la mégapole de Shanghai 226
FIGURE VIII-4: Part modale et coût du temps des modes en Île-de-France 227
FIGURE VIII-5: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Taipei .. 228
FIGURE VIII-6: Part modale et la valeur du temps des modes dans la mégapole de Shanghai 228
FIGURE X-1: La structure des coûts publics 255
FIGURE X-2: Distribution du coût public des voiries 256
FIGURE X-3: Répartition du financement des transports collectifs 274
FIGURE XI-1 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport 281
FIGURE XI-2 : Les coûts externes moyens selon les modes de transport en Amérique du nord ($/passager-mile)..... 281
FIGURE XI-3 : Comparaison rail/route du transport de voyageur en zone urbaine..... 282
FIGURE XIV-1 : Evolution des usages des modes à Paris fondée sur la valeur de référence en 2002 348
FIGURE XIV-2 : Principaux projets de développement des transports en commun d'Île-de-France 351
FIGURE XIV-3: Schéma de développement du transport ferré en banlieue proche..... 352
FIGURE XIV-4: Schéma de développement du tramway et TCSP en banlieue proche 352
FIGURE XIV-5: Projet de Grand Huit en Île-de-France 354
FIGURE XIV-6: Croissance prévisionnelle de la population, de déplacement, de VP et de TC 356
FIGURE XIV-7: Evolution des usages des modes à Taipei fondée sur la valeur de référence en 2001 358

FIGURE XIV-8: Le plan de développement de TSCP dans la mégapole de Taipei 359
FIGURE XIV-9: Le plan de développement des voies express dans la mégapole de Taipei.... 360
FIGURE XIV-10 : Plan de développement du métro à Taipei en 2020 365
Figure A-1 : La station de Shanghai South Railway Station 463
Figure A-2 : Station de métro People Square 465
Figure A-3 : Station de métro Shanghai Rail Station 466
Figure A-4: Station de métro Xujiahui 467
Figure A-5: Station de métro Longyang Road..... 469
Figure A-6: La station de métro Gonfu Xincun 470
Figure A-7 : Station de métro Shanghai Stadium 471
Figure A-8 : Station de métro Zhong Shang Gong Yuan 471
Figure A-9: La station de Xinzhuang 472
Figure A-10: La station de Song Jiang 473
FIGURE H-1: Forme des courbes débit-densité et vitesse-densité et caractéristiques fixées pour le régime urbain 488
FIGURE M-1 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1 et 2..... 499
FIGURE M-2 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1, 2, 3, 4 et 5..... 499

Table des matières détaillées

Introduction et démarche.....5

Contexte général 5

Positionnement de la problématique de recherche.....7

Cadre méthodologique de la recherche.....10

Organisation de la thèse 12

PREMIERE PARTIE : L'état des transports urbains et de l'intermodalité dans les mégapoles.....15

INTRODUCTION 17

CHAPITRE 1: ETAT DES LIEUX ET EVOLUTIONS DE LA MOBILITE DANS LES GRANDES VILLES.....20

1.1 L'évolution de la motorisation 20

1.2 L'évolution du transport collectif urbain.....26

CHAPITRE 2: LES PERSPECTIVES DU TRANSPORT URBAIN.....32

2.1 La répartition modale du transport urbain 33

2.2 Le développement durable du transport urbain 36

2.3 L'obstacle de développement VP et TC dans la ville.....39

2.4 Le transport urbain comme système dynamique 42

2.5 La complémentarité potentielle entre les modes.....44

2.5.1 Consommation territoriale 44

2.5.2 La distance et le temps de déplacement.....47

2.5.3 L'effet environnemental et énergétique 49

2.5.4 Bilan.....50

CHAPITRE 3: L'INTRODUCTION DU TRANSPORT INTERMODAL 51

3.1 L'intermodalité en zone urbaine : première approche.....51

3.2 Les avantages théoriques du transport intermodal.....54

3.3 Une demande de déplacement intermodale encore faible : l'exemple de l'Île-de-France.....58

3.4 Les determinants de la demande intermodale : revue de la litterature.....60

3.4.1 Synthèse sur les comportements : 60

3.4.2 Quels usages et quels usagers des déplacements intermodaux ? 60

3.4.3 Quels déplacements de transport intermodal? 61
3.4.4 Synthèse 61
3.5 Conclusion 63
CHAPITRE 4: LE CAS DE SHANGHAI 64
4.1 La situation et la perspective de développement à Shanghai 64
4.2 Situation géographique, démographique, économique 64
4.2.1 Population flottante 67
4.2.2 Evolution de la population 67
4.2.3 Densité de la population 70
4.3 Financement des infrastructures 71
4.4 Le dimensionnement des infrastructures de transport urbain 73
4.4.1 Infrastructures routières 74
4.4.2 Infrastructures de transport collectif 78
4.4.3 Les infrastructures supplémentaires 85
4.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain à Shanghai 87
4.5.1 Véhicules motorisés privés 87
4.5.2 Transport en commun 93
4.5.3 Les modes non-motorisés 100
4.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 102
CHAPITRE 5: LE CAS DE TAIPEI 107
5.1 Situation géographique 108
5.2 La situation démographique et socio-économique 111
5.2.1 L'évolution de la population 111
5.2.2 La densité de la population 111
5.2.3 Le changement économique 112
5.3 Les modes de transport urbain 113
5.3.1 La voiture particulière 113
5.3.1.1 La croissance du véhicule motorisé 113
5.3.1.2 Taux d'équipement 114
5.3.1.3 Le développement historique de la moto à Taïwan 116
5.3.2 Le transport en commun 117
5.3.2.1 Le métro 117
5.3.2.2 Le bus 119
5.3.3 Le transport en commun secondaire 120
5.3.3.1 Le Taxi 120
5.3.4 Le développement des modes non-motorisés 122

5.3.4.1 Le vélo 122
5.3.4.2 Le taux de possession 122
5.3.4.3 Le taux d'utilisation 123
5.3.4.4 Le motif 124
5.4 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 124
CHAPITRE 6: LE CAS DE L'ÎLE-DE-FRANCE 128
6.1 Situation géographique 129
6.2 Situation de la population 130
6.3 Situation économique 132
6.4 L'offre des transports urbains en Île-de-France 134
6.4.1 L'offre de réseau routier 134
6.4.2 L'offre de transport collectif 136
6.5 La demande de voyageurs dans le transport urbain en Île-de-France 141
6.5.1 Le mode véhicule motorisé 143
6.5.2 Le mode de transport collectif 146
6.5.3 Le mode bicyclette en Île-de-France 147
6.5.4 Les principales caractéristiques des déplacements en Île-de-France 149
6.6 Conclusion sur les possibilités de l'intermodalité 153
6.7 Synthèse des trois cas d'étude 156

DEUXIEME PARTIE : L'analyse des coûts de déplacement par zone urbaine 159

INTRODUCTION 160
CHAPITRE 7 : LES COMPOSANTS DU COUT GLOBAL DE DEPLACEMENT ET SON MODELE D'ANALYSE 164
7.1 Définition des coûts 164
7.2 Désagrégation du coût global de déplacement 165
7.3 Définition internationale de la composition 168
7.4 Catégorie de coût de déplacement 169
7.5 Littérature historique sur le coût de transport 171
7.6 Le modèle d'analyse du coût global de déplacement 174
7.6.1 Définition des notations des modes 174
7.6.2 Modèle de coût privé 175
7.6.2.1 Le coût d'usage 176
7.6.2.2 Modèle de coût du temps 177

7.6.3 Coût public 178
7.6.4 Modèle de coût externe 179
7.6.4.1 Pollution atmosphérique 180
7.6.4.2 Bruit 181
7.6.4.3 Effet de serre 182
7.6.4.4 Accidents 182
7.6.4.5 Congestion 183
7.6.4.6 Bilan 184
7.6.5 Modèle de coût total de déplacement 184
7.6.5.1 Prise en compte des correspondances dans le modèle de coût total 185
7.6.6 Modèle de coût des modes combinés 187
7.6.7 Modélisation du coût de déplacement intermodal 189
7.7 Concept de diagnostic lié à la compétitivité des modes et aux mesures de transport 193
CHAPITRE 8 : LE COUT DU TEMPS DE DEPLACEMENT 196
8.1 Le concept théorique de la valeur du temps 196
8.2 Revue des valeurs du temps proposés par la littérature 197
8.2.1 Valeurs du temps en France 200
8.2.2 Valeurs du temps à Taiwan 202
8.2.3 Valeurs du temps à Shanghai 203
8.3 Valeur du temps en dedans/dehors du véhicule 204
8.3.1 Temps à l'extérieur du véhicule en TC 206
8.4 Temps de déplacement des modes 207
8.4.1 Vitesse et temps des piétons 207
8.4.2 Vitesse et temps des cyclistes 209
8.4.3 Vitesse et temps des motos 210
8.4.4 Vitesse et temps des voitures 211
8.4.5 Vitesse et temps des taxis 212
8.4.6 Vitesse et temps des bus 213
8.4.8 Bilan 215
8.5 Comparaison des coûts du temps 217
8.6 Synthèse sur le coût du temps 223
8.7 Avantage et inconvénient selon le coût du temps 224
8.8 Bilan 229
CHAPITRE 9 : LE COUT MONETAIRE POUR LES USAGERS 230

9.1 Coût de détention 230
9.1.1 Mode non-motorisé 230
9.1.2 Mode motorisé 232
9.1.3 Transport en commun 238
9.2 Coût variable d'usage 238
9.2.1 Modes non-motorisés 239
9.2.2 Mode motorisé 239
9.2.3 Transport en commun 245
9.3 Coût total d'usage des modes 247
9.4 Synthèse du coût privé à la charge des usagers 249
9.4.1 Comparaison entre la répartition modale et le coût privé 250
9.5 Les coûts à la charge des employeurs pour leurs employés en Île-de-France 252
CHAPITRE 10: LE COUT PUBLIC 255
10.1 Les coûts publics liés à l'usage de la voirie 255
10.1.1 En Île-de-France 257
10.1.1.1 Le coût de fonctionnement 257
10.1.1.2 Le coût d'investissement 258
10.1.2 Mégapole de Taipei 260
10.1.2.1 Le coût de fonctionnement 260
10.1.2.2 Le coût d'investissement 260
10.2 Le coût public lié aux transports en commun 262
10.2.1 En Île-de-France 262
10.2.1.1 Le coût de fonctionnement 262
10.2.1.2 Le coût d'investissement 263
10.2.2 La mégapole de Taipei 267
10.2.2.1 Le coût de fonctionnement 267
10.2.2.2 Le coût d'investissement 267
10.3 La comparaison des coûts de fonctionnement et d'investissement lié à l'usage des voiries et au transport public 271
10.4 Le rendement public du déplacement 272
10.4.1 En Île-de-France 272
10.4.2 En mégapole de Taipei 275
10.5 Bilan 276
CHAPITRE 11 : LES COUTS EXTERNES 279
11.1 Coût de la pollution atmosphérique 284

11.1.1 Les polluants atmosphériques émis par les véhicules.....284
11.1.2 Revue de la littérature 285
11.1.3 Valeur estimée dans les mégapoles.....286
11.2 Le bruit.....291
11.2.1 Revue de la littérature 291
11.2.2 Valeur estimée dans les mégapoles.....293
11.3 L'effet de serre.....298
11.3.1 Les résultats des principales études 299
11.3.2 Valeur estimée dans les mégapoles.....300
11.4 La congestion 301
11.4.1 Théorie de l'évaluation du coût de congestion 302
11.4.2 Les résultats des principales études 302
11.4.3 Valeur estimée dans les mégapoles.....303
11.5 Les accidents 307
11.5.1 Revue de la littérature 308
11.5.2 Valeur estimée dans les mégapoles.....308
11.6 Bilan 312
CHAPITRE 12: Synthèse des coûts de déplacement.....315
12.1 Synthèse des coûts de déplacements.....315
12.1.1 Les coûts de déplacement en voiture 316
12.1.2 Les coûts de déplacement en moto 318
12.1.3 Les coûts de déplacement en TC 320
12.1.4 Comparaison entre les modes 322
12.2 Approche économique 325
12.3 Approche comptable désagrégée.....328
12.4 Bilan.....331
Chapitre 13 : Comparaison générale des coûts de déplacement dans les mégapoles 334
13.1 Comparaison entre le coût monétaire privé et le salaire moyen 334
13.2 Comparaison entre le coût total de déplacement et le salaire moyen 339
13.3 Les enseignements des comparaisons.....342

TROISIEME PARTIE : Développement d'une mobilité plus durable dans les mégapoles 345

CHAPITRE 14 : LES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DURABLE

DANS LES MEGAPOLES.....346
14.1 Île-de-France : les perspectives de développement durable à travers le SDRIF, le PDU et PDP de Paris.....346
14.1.1 Les perspectives à Paris intra-muros.....346
14.1.2 Les perspectives des projets à l'échelle de l'Île-de-France : le SDRIF 351
14.1.3 L'intérêt et les limites de ces projets.....354
14.2 Le plan de transport urbain pour une mobilité plus durable à Taipei 356
CHAPITRE 15 : QUELS ENSEIGNEMENTS DE CE TRAVAIL POUR UNE POLITIQUE INTERMODALE ET UNE MOBILITE PLUS DURABLE EN ILE-DE-FRANCE ? 366
15.1 Les coûts des modes : quel statut ? 368
15.2 Les modes : quels potentiels de développement ? 371
15.2.1 Les potentiels globaux 371
15.2.2 Les capacités de développement par type de liaison 375
15.3 Analyse de deux politiques intermodales au service du développement durable.....381
15.3.1 Les politiques de stationnement.....381
15.3.1.1 Tarification du stationnement à priorité résidentielle 382
15.3.1.2 Tarification et contrôle visant une bonne qualité de service du stationnement rotatif sur voirie 383
15.3.1.3 Tarification du stationnement privé (employeurs, centres commerciaux) 384
15.3.1.4 Organisation du stationnement dans les pôles d'échanges. 385
15.3.2 Le financement et la tarification des transports publics.....387
15.3.2.1 Points forts et points faibles de la tarification du système de transport public francilien 387
15.3.2.2 Les problèmes principaux du système de transport public 389
15.3.3 Les évolutions souhaitables dans les tarifs et les principes de financement.....389
15.4 Les enseignements pour la ville de Taipei à partir du cas d'Île-de-France 392
15.4.1 Les capacités de développement des modes 393
15.4.2 Analyse de deux politiques intermodales au service du développement durable.....396
15.4.2.1 Les politiques de stationnement.....396
15.4.2.2 Le financement et la tarification des transports publics.....397

CONCLUSION GENERALE 401

16.1 Les principaux résultats 402

16.1.1 L'évolution de la motorisation urbaine.....403

16.1.2 La complémentarité des modes de transport.....404

16.1.3 La possibilité de mise en œuvre de l'intermodalité 405

16.1.4 Les éléments de diagnostic basés sur l'évaluation des coûts.....407

16.1.5 Les mesures de transports proposés pour l'intermodalité et la mobilité durable.....408

16.2 Pistes de recherches ultérieures 409

16.2.1 Pistes de recherches fondamentales.....409

Références bibliographiques 413

Liste des signes et abréviation..... 433

Table des illustrations 437

Table des matières détaillées 453

Annexes 461

Annexes

Annexe A : La constatation des pôles d'échange à Shanghai

Le pôle d'échange est un lieu crucial pour combiner les modes de transport urbain, et aussi un des clés importants de réussite de l'intermodalité. Nous présentons donc des pôles d'échange installés à Shanghai et à la fois poser les problèmes ce que nous avons déjà vu sur place par rapport la forme différente de ces pôles.

Selon la présentation dans le chapitre 4, un méga pôle d'échange et 8 moyens pôles d'échange ils sont déjà planifiés dans le 10ème plan de quinquennat, nous allons présenter ces pôles d'échange en suivant. En plus, nous montrons également les autres moyens ou petits pôles d'change dans la municipalité de Shanghai.

Type 1 de pôle d'échange :

La station Gare du Sud (*Shanghai South Railway Station*) dessert une nouvelle gare ferroviaire inaugurée 1er juillet 2006, conçue par l'architecte français Duthilleul (*AREP*) ; des couloirs propres et larges, bien jalonnées, relient la gare de trains longues distances aux stations de métro, la ligne 1 et 3, et la ligne de métro léger L1 dans le futur, et gares routières banlieue et longue distance, ces dernières assez éloignées et sans informations commodes sur les lignes desservies. L'architecture de la gare est réussie (grand toit circulaire), mais il y a peu de trains, qui ne sont surtout pas faits pour les destinations périurbaines, mais pour les longues distances chinoises. Les changements de mode se font aisément malgré de longues marches pour relier les différents terminaux. Elle est à un méga pôle d'échange dans le plan de développement de transport.

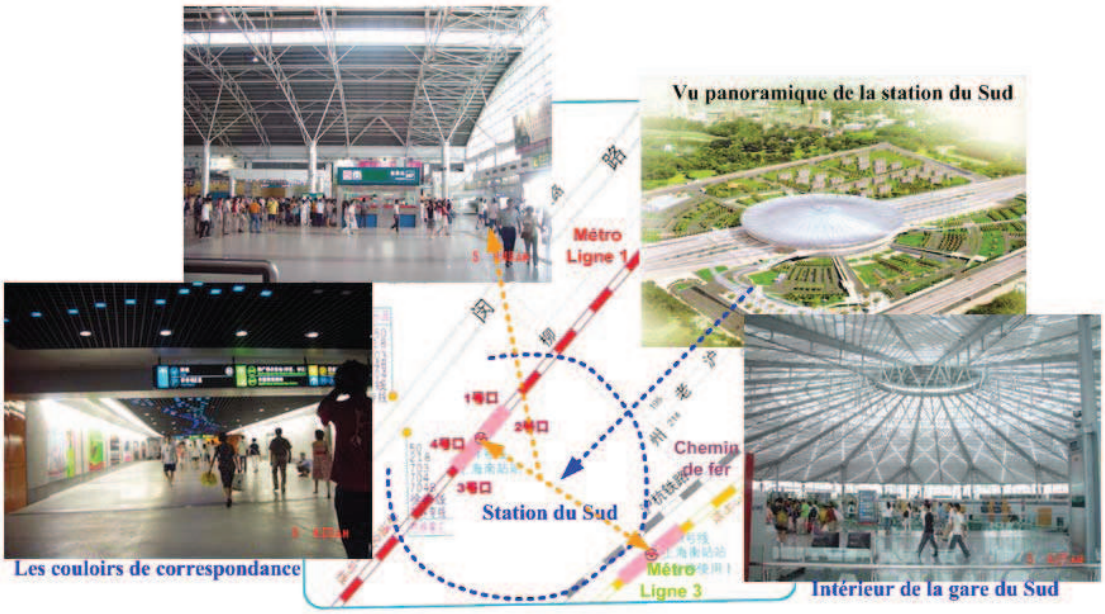


Figure A-1 : La station de Shanghai South Railway Station

Source : réalisé par auteur

Selon la constatation sur place, nous avons prévoir que cette station va être un des autres centres urbains dans le futur, parce qu'il a riche beaucoup de sol disponible autour du pôle et a aussi bien être installé l'espace de stationnement et les accessibilités de correspondance.

Cependant, le panneau de signalisation dans cette station n'est pas très clair pour amener voyageur au quai des modes différents, de plus, il comprend aussi le train à longue distance, donc il faut passer quelque control pour examiner les papiers et le bagage, si on prend le train à longue distance.

Type 2 de pôle d'échange :

A la station *People Square*, comme *Chatelet* à Paris, est le centre de Shanghai en ayant la surface de 35 hectares. Elle assemble totalement les 51 lignes de bus dont 34 lignes de transit et les 3 lignes de métro (ligne 1, 2 et 8 dont ligne 8 en construction pour 2010) en ayant vers 500 milles de déplacement par jour. Autour de cette station, le trafic routier a toujours gravement l'embouteillage.

A cause de cette station ayant très peu de territoire disponible, le gouvernement municipal de Shanghai ne donc considère pas le modèle P + R dans ce pôle car il n'a guère la place de parking. Le politique de transport pour le développement futur à cette station vise à continuellement construire la nouvelle ligne de métro, comme la

ligne 8, et efficacement gérer l'autobus et à la fois encourager l'utilisation de mode entre le transport en commun et le taxi pour (Métro-Taxi ou Bus-Taxi) soulager la foule nombreuse.

Tableau A-1 : Flux de voyageur en transport collectif dans la station People Square en 2005, 2010 et 2020

Flux de voyageur \ Année		2005		2010 (prévu)		2020 (prévu)	
		Voyageur (mille)	%	Voyageur (mille)	%	Voyageur (mille)	%
Sans correspondance	Bus	110	22.0	90	15.2	50	6.0
	Métro	80	16.0	130	22.0	300	36.1
Flux de voyageur avec correspondance	M-M	175	35.0	233	39.5	342	41.2
	B-M	60	12.0	80	13. 6	100	12.1
	B-B	70	14.0	50	8.5	30	3.6
	Taxi-M	3	0.6	5	0.8	5	0.6
	Vélo-M	2	0.4	2	0.4	3	0.4
Ensemble		**500**	**100**	**590**	**100**	**830**	**100**

Source : SCCTPI, 2005

Selon le tableau ci-dessus, nous pouvons bien savoir que le métro est le premier mode de transport urbain dans ce pôle, parce qu'il est responsable vers la moitié de flux (métro sans correspondance et M-M) en 2005 et 77% en 2020 en prévision par rapport 51% en 2005. De plus, sous l'aspect de développement, l'utilisation du bus dans ce pôle est de moins en moins fréquente qu'elle ne restera que 16% (Bus sans correspondance et B-B) en 2020 par rapport 36% en 2005. Cependant, nous pouvons ici observer que le taux de la correspondance entre le mode de transport collectif et le taxi est trop petit, autrement dit, la politique de transport n'est pas arrivée pour combiner le transport collectif et le taxi, parce que ce couple n'est pas utile pour les passagers dans cette station. Néanmoins, ce pôle d'échange a bien réalisé le mode d'intermodalité plutôt sur les modes de transport collectif mutuel.

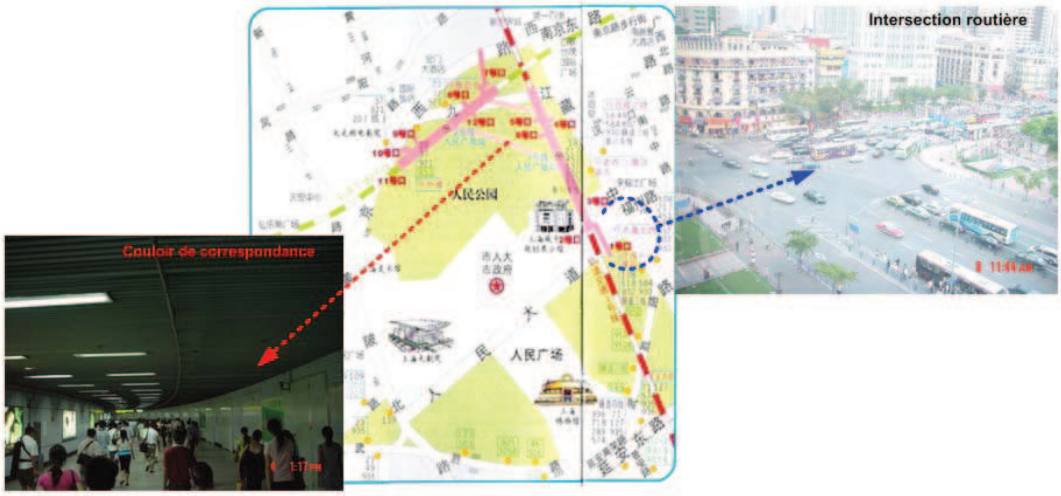


Figure A-2 : Station de métro People Square

Source : réalisé par auteur

Nous pouvons constater que cette station se situe au centre dans la municipalité de Shanghai, autour de celle-ci, il y a beaucoup de magasin et les grandes constructions, comme le musée d'urbanisme, le musée national, le théâtre etc. Donc, le flux de voyageur dans la station de métro arrive 500 milles par jour. En face de ce flux de voyageur énorme, les deux lignes de métro a l'air d'être insuffisant pour soulager cette pression du trafic. Bien que les routes autour de cette station soient le grand boulevard (4 voies au sens), pourtant elles sont toujours congestionnées, surtout gravement à l'heure de pointe.

- **Type 3 de pôle d'échange :**

La station *Shanghai Rail Station* est uns station ferroviaire principale unique au centre ville à Shanghai avant que la station Gare du Sud a mis en service en 2006. Donc, les lignes de métro dans cette station a été construite après la station de chemin de fer. Nous pouvons voir la figure ci-dessous, la station de métro de ligne 1 est devant de la station ferroviaire, par contre la station de métro de ligne 3 est installé le derrière de la station ferroviaire. Autrement dit, les passagers doivent prendre au moins 5-7 minutes pour traverser la station ferroviaire en souterrain. Cependant, le flux de voyageur est complexe dans cette grande station, y compris le voyageur prenant les modes différents de transport et l'autre voyageur faisant le loisir et shopping aussi en souterrain.

Autour de la station ferroviaire, il y a également le terminus de bus à courte et moyenne distance qui est justement derrière de la station ferroviaire et l'autre

terminus d'autobus à longue distance qui est à environ 5-7 minutes en marche à pied. Il y a aussi la station d'attente de taxi, surtout pas à côté de la station, il faut marche à pied environ 2-3 minutes.

Figure A-3 : Station de métro *Shanghai Rail Station*

Source : réalisé par auteur

Selon nous avons constaté sur place, le niveau de correspondance entre les modes dans cette station est encore loin que l'on s'attend, car la station de ces modes n'est pas planifié ensemble. De plus, l'installation le panneau signalisation clair est un travail important pour améliorer le niveau de qualité de correspondance.

Type 4 de pôle d'échange :

La station *Xujiahui* est un des quatre nouveaux vice-centres développés dans le centre ville pour disperser la densité de la population au centre, surtout la densité de la population autour de la station People Square. Cette station, a totalement les 14 sorties de la station et a environ 2 km de galeries souterrain, combine complètement avec les grandes magasins (10 grandes magasins relié avec la sortie de métro). Donc, Ici c'est un endroit ayant plein des gens à l'heure de pointe quotidienne, surtout le week-end a plus de passager que le jour ouvrable.

Nous avons constaté qu'il n'y pas beaucoup de choix de transport dans cet endroit sauf le métro, il n'a que plutôt le taxi et quelque ligne de bus. Par ailleurs, il y a le parking dans chaque grand magasin, donc les gens préférer le véhicule privé au

transport public dans ce quartier. Et l'autre raison ce qu'il y a également l'autoroute périphérique étant proche de ce quartier, donc pour l'utilisateur de la voiture il ne subit pas beaucoup congestionné.

Aujourd'hui, il n'a aussi qu'une ligne de métro dans cette station, et n'a pas aussi beaucoup de ligne de bus, surtout la distance de correspondance entre le métro et le bus est assez longue. En outre, le réseau express régional (R4) et les voies prioritaires de bus (voir la figure 11) sont encore en construction. Donc, on ne peut pas s'attendre à ce que les gens, viennent de la périphérie, peuvent garer sa voiture à la station ferroviaire ou de bus à l'extérieur au centre ville ensuite prendre le transport en commun pour arriver d'ici, parce que il ne gagne pas le temps de déplacement, le coût de déplacement et le confort de déplacement en prenant le transport en commun. Donc, les gens prennent le métro à la station Xujiahui, c'est plutôt pour la destination où est à l'intérieur de périphérique interne ou ils habitent à côté de la station de métro.

Figure A-4: Station de métro *Xujiahui*

Source : réalisé par auteur

La densité de population autour de la station *Xujiahui* augmente rapidement depuis 9ème plan quinquennal, parce que cette région est déjà ratifiée une région commerciale et résidente fondamentale.

Type 5 de pôle d'échange :

La station *Longyang Road*, est une fenêtre importante pour les voyageurs qui viennent et sortent à Shanghai, est un pôle d'échange combinant principalement le mode de transport en commun (le métro, le bus, le Maglev et le taxi) pour relier l'aéroport *Pudong* et la ville centre. Cependant, on peut constater qu'il existe un vrai inconvénient pour les voyageurs dans la correspondance. Par exemple, si les voyageurs viennent de la ville centre en prenant le métro et vont à l'aéroport *Pudong* en Maglev, ils doivent d'abord sortir la station de métro en souterrain et entrer après la station de Maglev en viaduc et ils doivent à la fois garder bien son bagage.

Par ailleurs, c'est aussi inconvénient de faire la correspondance entre le métro et le bus, parce que la station de bus n'est pas justement à côté de la station de métro, en général il faut marcher à pied au moins 5-7 minutes, surtout ne pas avoir le panneau de signalisation clair. Bien que le temps de déplacement en Maglev est très petit (7 minutes de la station *Longyang* à l'aéroport *Pudong*) de lutter contre le taxi (35 minutes) ou le bus (45 minutes) et le prix de ticket bus est moins cher par rapport les autres, cependant, le niveau de correspondance ne peut pas bien être attractif pour les voyageurs.

L'objet de cette station est normalement de relier la ville centre et l'aéroport pour les voyageurs qui va prendre l'avion ou va entrer la ville, comme métro-Maglev, métro-taxi ou métro-bus, donc comment équiper le couloir de correspondance entre les modes encouragés afin d'attirer l'utilisateur, c'est un premier but pour le gouvernement municipal et le deuxième but ce que comment améliorer le prix d'intégration ou le confort de déplacement.

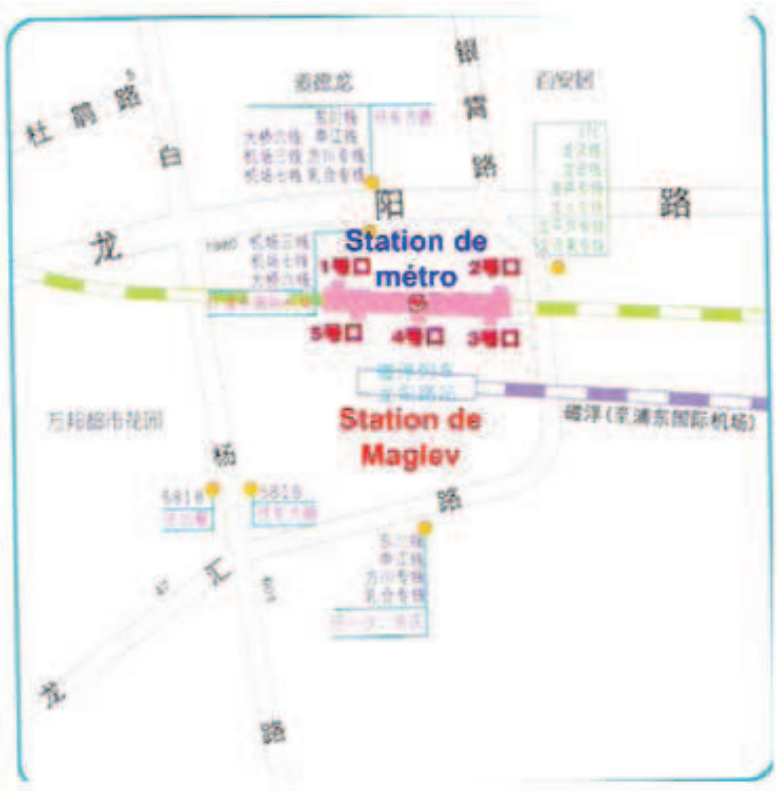


Figure A-5: Station de métro *Longyang Road*

Source : réalisé par auteur

Type 6 de pôle d'échange :

La visite de la station intermodal *Gongfu Xincun* nous a montré le terminus du métro ligne 1, l'échangeur entre le périphérique externe A20 et le radial nord-sud du centre, une station de taxis, un parc à vélos, une station de bus. La ligne 1 (prolongée récemment depuis la gare) est implantée en aérien au milieu de l'autoroute radiale.

Cette forme de pôle d'échange peut épargner l'utilisation du sol, parce que le gouvernement municipal peut imposer moins de sol pour les deux modes de transport, le métro et l'autoroute.

Figure A-6: La station de métro *Gonfu Xincun*

Source : réalisé par auteur

Cette station de métro est un cas réussit d'intermodalité dans la municipalité de Shanghai, parce qu'elle a bien organisé que les gens habitant à extérieur de périphérique externe veulent aller à la ville centre, ils peuvent prendre le véhicule privé, comme l'automobile, la moto ou le vélo, ou le bus jusqu'à cette station, ensuite changer le métro pour entrer la ville centre.

- **Type 7 de pôle d'échange :**

A l'autre bout de la ligne 1, la visite du raté de la correspondance entre les lignes 1 à *Shanghai Stadium Station* et 3 à *Caoxi Road Station* : nous a permis de mesurer le parcours long (plus d'un km) au milieu d'un échangeur autoroutier avec des attentes longues et des détours pour traverser les carrefour, parce que les passager doivent sortir la station de ligne 1 et puis aller à la station de ligne 3. A cause de plan initial de métro n'a pas bien considéré le problème de correspondance, le nouveau plan de métro ne donc peut pas insérer à la station mise en service.

Figure A-7 : Station de métro Shanghai Stadium

Source : réalisé par auteur

- **Type 8 de pôle d'échange :**

La station *Zhong Shang Gong Yuan* permet une correspondance courte (tunnel sous la route) entre les lignes 2 et 3 ou 4, plus commode qu'à la gare, cependant avec dénivelé important et des escalators partiels ; un centre commercial (avec Carrefour) est implanté à côté avec une passerelle de liaison, et la densité urbaine près de la station montre la cohérence du développement urbain avec les transports.

Figure A-8 : Station de métro *Zhong Shang Gong Yuan*

Source : réalisé par auteur

Type 9 de pôle d'échange :

La station d'échange *Xinzhuang* de la ligne 5 avec me terminus de la ligne 1 est commode, ce qui montre les progrès faits en matière d'intermodalité depuis les premières erreurs.

Figure A-9: La station de *Xinzhuang*

Source : réalisé par auteur

Style 10 :

A la station *Jinjiang*, une ancienne gare ferroviaire a été démolie et remplacée par la gare du sud, cependant un échangeur autoroutier occupe une surface considérable. Un souterrain long passe sous la route.

Style 11 :

Le pôle d'échange relie la station de bus et le parking de véhicule en deux-roues au district de *Song Jiang* où est l'ouest de centre ville à Shanghai, vers une heure et demi en bus de centre ville au district *Song Jiang*.

Quand nous sommes arrivés à la grande station de bus à *Song Jiang*, nous avons vu que la correspondance B + R existe très bien pour les deux roues. Il y a vraiment le parking pour le vélo et le parking pour les motos à côté de la station de bus.

Le mode B+R à *Song Jiang* (1) Le mode B+R à *Song Jiang* (2)

Figure A-10: La station de Song Jiang

Annexe B: Consommation d'espace-temps

TABLE B-1: Consommation globale d'espace-temps pour un déplacement de 10 km

Espace-temps en m^2.h	Stationnement	Circulation	Total	%
Piéton	----	2.2	2.2	1.6%
Vélo	0.4	0.8	1.2	0.9%
Automobile (1.25p/véh)	81.6	51.6	133.2	94.6%
Taxi	----	1.3	1.3	0.9%
Autobus	0.3	2.6	2.9	2.0%
Total	82.3	58.5	140.8	100%
%	58.0	42.0	100	

Source : RATP, 1998

Annexe C: Le temps de déplacement

Le temps de déplacement :

Nous comptons établir une méthode analytique du temps de déplacement pour les différents moyens de transport. Ensuite, nous pourrons comparer les relations entre le temps, le mode etc. au regard de cette méthode. Cependant, nous devons d'abord étudier comment dérouler les données collectives afin que nous puissions les utiliser.
En réalité, il est nécessaire d'envisager les différents facteurs qui influencent les choix modaux, parmi les facteurs, le temps de déplacement est un des plus importants pour les voyageurs.
Nous pouvons en premier lieu essayer de construire la formule de temps de déplacement, nous considérons en particulier le temps de correspondance en station d'échange.

La formule générale du temps de déplacement :

$$T_{TT} = T_{O,M} + T_{At} + T_{Veh} + T_{Ech} + T_{Ga} + T_{M,D}$$

(C-1)

Où,

$T_{O,M}$	Le temps de marche à pied d'origine (maison, bureau) au lieu de transport (station de transport public ou privé)
T_{Veh}	Le temps de parcours par véhicule (Véhicule privé ou véhicule public)
T_{At}	Le temps d'attente à l'arrêt
T_{Ech}	Le temps de correspondance en station d'échange
T_{Ga}	Le temps de stationnement
$T_{M,D}$	Le temps de marche à pied du lieu de transport à destination (maison, bureau etc.)

Si on fait au moins une correspondance dans le même déplacement, cela veut dire l'intermodalité, on peut écrire une nouvelle formule générale au-dessous.

$$T_{TT} = T_{O,M} + \sum_{i=1}^{j+1} \left(T_{Veh}\right)_i + \sum_{i=1}^{j} \left\{T_{At} + T_{Ech}\right\}_i + T_{Ga} + T_{M,D}$$

(C-2)

Où j : le nombre de correspondances

Ici, nous devons supposer que les voyageurs veulent choisir un déplacement (un mode ou des modes combinés) qui a le temps de déplacement minimum. Autrement dit, nous pouvons écrire la formule suivante :

$$T_{Total} = Minimum\ \left[T_{TT}\right] \tag{C-3}$$

Avec une distance minimum de marche à pied de l'origine au lieu de transport, on peut dire que le mode de transport en commun est plus attractif pour les résidences dans un rayon de 500 mètres de la station. Quant au temps d'attente et dans le véhicule, il faut voir la vitesse commerciale de réseau et la fréquence d'exploitation, parce que les autorités peuvent décider la fréquence selon l'heure de pointe ou creuse. Donc, les voyageurs peuvent également choisir un mode de transport différent dans le temps (heure de pointe et heure creuse).

Nous devons dérouler clairement le paramètre de temps de correspondance, parce que ce paramètre est rarement discuté dans le temps total de déplacement. Nous espérons trouver les facteurs décisifs afin de définir complètement les hypothèses correctes.

Par ailleurs, ces paramètres de temps doivent être pondérés selon la valeur de temps différent, par exemple la valeur du temps d'attente est 2 fois plus que la valeur du temps dans le véhicule etc.

Le paramètre de temps de correspondance peut se définir comme sur la formule suivante, nous devons supposer que les voyageurs visent à minimiser le temps de correspondance.

$$T_{Ech} \Rightarrow Minimum \sum_{i=1}^{j} T_{Ech} \tag{C-4}$$

En effet, les voyageurs peuvent choisir le moyen de correspondance qui permet de gagner le temps maximum, nous pouvons donc définir que le temps total de correspondance, qui est la somme minimum, est coïncidé par chaque correspondance dans le même déplacement.
Les facteurs supposés dans le paramètre de temps de correspondance :

$$Minimum \sum T_{Ech} = \sum_{i=1}^{j} T\left(a_l, b_m, g(k)\right)_i \tag{C-5}$$

Où
$T\left(a_l, b_m, g(k)\right)$ Le temps de correspondance dès que les voyageurs (caractéristique

k) descendent du véhicule l dans l'arrêt a pour aller à l'arrêt b et prendre le véhicule m.

a_l Le véhicule l arrive à l'arrêt a

b_m Le véhicule m part de l'arrêt b

g L'action de correspondance (marche à pied, descente, montée)

k Les caractéristiques des voyageurs (l'homme, la femme etc.)

j Le nombre de correspondances

Autre pensée logique :

Le minimum pour le calcul du temps de correspondance se calcule en minimisant le temps total de correspondance ; or on peut avoir intérêt à avoir des correspondances plus longues si on utilise après des moyens de transport plus rapides, c'est donc plutôt le temps total de déplacement à prendre en compte ou plutôt un temps total pondéré (avec des coefficients pénalisant la marche et l'attente par rapport aux temps intra-véhicules), et même tenant compte aussi de la fiabilité de ce temps, du coût monétaire, du confort, etc.

Pour ce temps de correspondance, nous ne considérons que le temps de marche par rapport aux différentes caractéristiques des voyageurs, comme les vieux, les travailleurs, les étudiants et les loisirs. Quant aux autres facteurs, nous les négligions d'abord dans ce rapport, parce qu'ils sont mineurs par rapport au temps de marche.
Nous définissons simplement le temps de marche à pied selon la distance et la vitesse de marche des voyageurs.

$$\sum_{i=1}^{j} T\left(a_l, b_m, g(k)\right)_i = L \big/ (v)_k \qquad \text{(C-6)}$$

$$L = H + K \cdot V$$

Où

L La distance de marche en correspondance

$(v)_k$ La vitesse de marche des voyageurs par rapport aux différentes caractéristiques

H La distance horizontale de marche

V La distance verticale de marche

K le coefficient de correction, par exemple :

K = 5.0 en descente

K = 10.0 en montée

K = 1.0 par l'ascenseur, l'escalier roulant

La marche à pied est un moyen de transport utile et efficace pour les courtes distances ou les correspondances. Les stations de métro se situent en zone dense et leur superficie est aussi très large, la marche à pied est plus forte dans les grandes agglomérations. Cependant, ce mode de transport n'est pas rapide, demande un effort, donc on peut définir en général la distance adaptée en marche à pied environ 500 mètres, vers 7 minutes pour la vitesse de 4 Km/h.

Nous pouvons analyser la concurrence entre les transports publics et privés au regard de la formule écrite pour les différentes villes. Mais, pour les paramètres concernés, nous devons en priorité réfléchir comment obtenir les données sur la distance de correspondance.

Autre pensée logique :

K=10 en montée pour les piétons si l'on tient compte de l'énergie nécessaire (K=40 environ en montée pour les cyclistes) ; en descente, le coefficient ne doit pas être beaucoup réduit compte tenu du risque de chute pour les personnes ayant du mal à se déplacer ; quand aux ascenseurs et escalators. Il faut aussi tenir compte du risque de panne.

Annexe D: Temps de correspondances

D.1 La vitesse de marche

La table ci-dessous donne les données collectées au Japon qui présentent la vitesse de marche par rapport aux caractéristiques des voyageurs marchant dans la station d'échange. Et l'autre table montre les vitesses différentes selon la densité de population, la zone et le mouvement vertical ou horizontal à Taiwan.

TABLE D-1: Catégorie de vitesse de marche au Japon

Type	Caractéristique		Vitesse
Marche horizontal	Homme âgé		1.10 m/s
	Hors âgé	Travailleur, étudiant	1.32 m/s
		Shopping, divertissement	1.34 m/s
Montée de l'escalier	Homme âgé		1.30 marche/s
	Hors âgé	Travailleur, étudiant	1.59 marche/s
		Shopping, divertissement	1.81 marche/s
Descente de l'escalier	Homme âgé		1.53 marche/s
	Hors âgé	Travailleur, étudiant	2.07 marche/s
		Shopping, divertissement	1.99 marche/s

Source: A study on factor analysis of the transfer resistance and estimating the benefit of reducing project at terminal, Japan, 2002

TABLE D-2: Catégorie de vitesse de marche à Taiwan

Classement \ Article			Superficie moyenne (m^2 / pers.)	Volume (pers./s*m)	Densité (pers./ m^2)	Vitesse (m/min)
A	Piéton horizontal	Zone commerciale	≥ 3.13	≤ 22	≤ 0.32	67
		Zone normale	≥ 3.13	≤ 23	≤ 0.32	> 72
	Escalier		≥ 1.82	≤ 17.5	≤ 0.55	> 32
B	Piéton horizontal	Zone commerciale	2.08-3.12	23-31	0.33-0.48	63-67
		Zone normale	2.08-3.12	24-33	0.33-0.48	69-72
	Escalier		1.22-1.81	17.6-25.0	0.56-0.82	30.5-32.0
C	Piéton horizontal	Zone commerciale	1.28-20.7	30-48	0.49-0.78	58-63
		Zone normale	1.28-2.07	24-49	0.49-0.78	63-69
	Escalier		0.85-1.27	25.1-34.0	0.83-1.18	28.9-30.5
D	Piéton horizontal	Zone commerciale	0.85-1.27	49-59	0.79-1.18	50-58
		Zone normale	0.85-1.27	50-66	0.79-1.18	56-63
	Escalier		0.60-0.84	34.1-44.5	1.19-1.66	26.7-28.9
E	Piéton horizontal	Zone commerciale	0.48-0.84	60-72	1.19-2.10	35-50
		Zone normale	0.48-0.84	67-80	1.19-2.10	38-56
	Escalier		0.36-0.59	44.6-60.0	1.67-2.80	21.7-26.7
F	Piéton horizontal	Zone commerciale	< 0.48	< 72	> 2.10	< 35
		Zone normale	< 0.48	< 80	> 2.10	< 38
	Escalier		< 0.36	< 60	> 2.80	< 21.7

Source: Institute of Transportation MOTC, Taiwan, 2001

D.2 La part modale de rabattement à Shanghai et à Taipei

TABLE D-3: Mode de rabattement pour arriver à la station de métro (Ligne 1)

Ordre	Station	Mode de correspondance au métro (%)				
		Marche	Vélo	Bus	Taxi	Ensemble
1	Xinzhung	24.70	9.95	40.44	25.30	100
2	Waihuan Rd.	60.23	5.68	23.49	10.61	100
3	Lianhua Rd.	34.79	6.99	47.73	10.48	100
4	Jinjiang Park	35.56	6.14	46.03	12.27	100
5	Xinlonghua	51.69	10.15	27.25	10.90	100
6	Caobao Rd.	45.65	7.69	39.30	7.36	100
7	Shanghai Stadium	40.81	4.78	47.79	6.62	100
8	Xujiahui	57.48	5.09	29.01	8.42	100
9	Henhshan	76.84	5.37	15.10	2.68	100
10	Chang Shu Rd.	67.74	5.11	23.66	3.49	100
11	Shanxi Rd.	75.95	4.48	17.41	2.16	100
12	Huangpi Rd.	59.81	5.34	30.41	4.27	100
13	People's Square	31.81	2.42	61.21	4.55	100
14	Xinzha Rd.	60.14	4.17	29.17	6.52	100
15	Harzhong Rd.	41.05	5.26	47.37	6.32	100
16	Shanghai Rail Station	30.98	4.39	58.98	5.65	100
Ensemble		45.71	5.41	41.31	7.57	100

Ps. Taxi comprend la voiture particulière, la moto.

Source : Cheng (2000), SCCTPI

TABLE D-4: Mode de rabattement pour partir de station de métro à destination (Ligne de métro 1)

Ordre	Station	Mode de correspondance au métro (%)				
		Marche	Vélo	Bus	Taxi	Ens.
1	Xinzhung	35.79	4.91	39.82	19.47	100
2	Waihuan Rd.	72.83	6.52	13.04	7.61	100
3	Lianhua Rd.	51.14	7.76	21.92	19.18	100
4	Jinjiang Park	43.75	5.59	40.57	10.09	100
5	Xinlonghua	62.89	5.41	23.19	8.51	100
6	Caobao Rd.	60.48	2.69	30.69	6.14	100
7	Shanghai Stadium	55.52	3.20	35.94	5.34	100
8	Xujiahui	70.69	2.77	20.40	6.14	100
9	Henhshan	89.53	3.97	4.33	2.17	100
10	Chang Shu Rd.	70.37	3.42	18.52	7.69	100
11	Shanxi Rd.	85.06	2.83	8.65	3.46	100
12	Huangpi Rd.	63.13	4.84	28.53	3.50	100
13	People's Square	46.67	2.13	46.01	5.19	100
14	Xinzha Rd.	61.08	5.06	27.85	6.07	100
15	Harzhong Rd.	51.98	1.13	39.55	7.34	100
16	Shanghai Rail Station	43.20	2.95	48.38	6.47	100
Ensemble		56.11	3.65	33.05	7.19	100

P.-S. Taxi comprend la voiture particulière, la moto.

Source : Cheng (2000), SCCTPI

TABLE D-5: Temps de rabattement pour arriver la station de métro (ligne 1)

Ordre	Station	Mode de correspondance au métro (minute)				
		Marche	Vélo	Bus	Taxi	Ens.
1	Xinzhung	13	14	30	18	19
2	Waihuan Rd.	11	12	31	21	19
3	Lianhua Rd.	14	12	50	27	26
4	Jinjiang Park	16	16	31	23	22
5	Xinlonghua	12	15	53	26	27
6	Caobao Rd.	20	25	36	13	24
7	Shanghai Stadium	10	15	29	24	20
8	Xujiahui	9	21	37	33	18
9	Henhshan	8	12	28	13	15
10	Chang Shu Rd.	9	11	31	36	22
11	Shanxi Rd.	11	16	24	15	17
12	Huangpi Rd.	10	22	34	17	21
13	People's Square	12	34	43	45	34
14	Xinzha Rd.	10	24	34	16	19
15	Harzhong Rd.	8	21	47	27	26
16	Shanghai Rail Station	9	23	43	23	25
Ensemble		11	18	36	24	22

Source : Cheng (2000), SCCTPI

Annexe E: Coût du temps par territoire en Île-de-France

Selon l'EGT en Île-de-France, nous pouvons estimer le coût du temps en fonction des zones géographiques. En effet, nous pouvons observer que le coût du temps de moto est évidement plus économique que la voiture et le transport collectif tant pour les déplacements interzones que pour les déplacements intra-zones.

De plus, le coût du temps de voiture est aussi plus faible que celui de *TC*. Autrement dit, le facteur du temps est sans doute un point attractif pour les usagers de véhicule motorisé. En revanche, le transport collectif est toujours moins de compétitif, si on ne tient compte que le temps de déplacement.

Pour cela, l'amélioration de la qualité de service pour les transports collectifs est vraiment important afin d'augmenter l'attraction de l'usage de TC. En fait, le mode moto est probablement une autre option pour réduire la dépendance de la voiture en Île-de-France, parce qu'elle a l'avantage absolue lié au coût du temps de déplacement.

TABLE E-1 : Coût du temps de déplacement lié aux formes de déplacement en Île-de-France

Mode / Zone	VP (voiture)			TC			Moto		
	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)	Vitesse (km/h)	Distance (km)	Coût (€/voy.km)
Paris-Paris	7,40	3,00	1,35	6,60	3,49	1,39	10,40	3,03	0,63
PC-PC	12,60	4,48	0,79	10,60	7,95	0,87	19,90	7,30	0,33
GC-GC	20,70	6,39	0,48	14,00	11,23	0,66	19,00	6,77	0,35
Paris-PC	12,80	7,71	0,78	11,30	9,14	0,81	21,00	9,21	0,31
Paris-GC	24,90	22,12	0,40	21,60	25,26	0,43	35,90	23,33	0,18
PC-GC	23,20	15,32	0,43	19,30	21,44	0,48	30,00	15,59	0,22
Ensemble	18,10	7,44	0,55	14,40	12,10	0,64	22,50	9,18	0,29

Annexe F: Le prix courant de la moto en France

Pour estimer le coût moyen de détention d'une moto en Île-de-France, nous cherchons les prix courants liés aux deux sortes de moto (la cylindrée de 50 cm^3 et de 125 cm^3) pour les marques plus grandes.

TABLE F-1 : Le prix du marché de la moto liée à la cylindrée différente en France

Cylindrée / Marque	50 cm^3	125 cm^3
Aprilia	1750-2300	2500-3100
Honda	2500	2200-3300
Kymco	1000	1500-3200
MBK	----	2000-3300
Peugeot	1000-2500	1800-5000
Piaggio	1300-2500	1500-4000
Suzuki	----	2200-3500
Sym	1500-1700	1600-3000
Yamaha	1750-2300	2100-4200

Source: www.scooter-station.com

Annexe G: Coût d'usage en taxi sous l'aspect de conducteurs en mégapole

L'évaluation du coût fixe d'usage en taxi

En théorie, le taxi peut être défini comme semi-transport collectif dans le système du transport urbain, cependant, au-delà de la considération du coût, le coût fixe d'usage en taxi est calculé comme le coût d'une automobile individuelle, de plus, nous pouvons également prévoir que le coût fixe d'usage en taxi est absolument plus bas que pour l'automobile individuelle, parce que la distance de parcours annuel par taxi est plus grand que celle de l'automobile individuelle.

De toute façon, ce coût fixe d'usage est toujours imputable à la dépense du conducteur, du fait que les voyageurs ne ressentent pas le coût fixe d'usage de taxi. D'ailleurs, le coût ressenti d'usage de taxi pour les voyageurs appartient au coût variable.

- **En Île-de-France :** Selon les données d'enquête publiée par *STIF* et *FNAT*, nous présentons les paramètres corrélatifs afin d'estimer le coût fixe d'usage en taxi dans la table suivante. Cependant, ce coût fixe d'usage n'est pas un coût pour usagers, c'est plutôt le coût de chauffeur.

TABLE G-1: le coût fixe d'usage en taxi en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc de Taxis en IDF	véhicule (2003)	17 440124
Dépense d'investissement [a]	(M € 2003)	119.64
Coût de charges fixes	(M €2003)	17.25
Dépense annuelle par taxi	(€ 2003)	7849
Kilométrage moyen [b]	(km/an/véhicule)	55 840125
Coût fixe d'usage par véh.-km	(€ 2003/ véh-km)	**0.140**

Source: [a] STIF, 2003, [b] FNAT (Fédération nationale des Artisans du Taxi)

[124] Le parc de taxis en Île-de-France est composé d'environ 17 440 véhicules, dont presque 15 300 taxis parisiens en 2003.

[125] La distance de kilométrage moyen à Paris atteint 55 000 km/an, et 70 000 km/an pour les zones hors de Paris.

- **Taipei :** Les données d'enquête sur les taxis à Taipei peuvent se séparer par les cylindrées du moteur dont 90% est inférieure à 1800, parce qu'ils sont plus économiques (moins de taxe combustible annuel, consommation de carburant etc.)

TABLE G-2: la distribution du taxi selon la capacité de la cylindrée du moteur

Type	< 1800 cc	> 1800 cc	Ensemble
Nombre	55341	6120	61461
Proportion	90.04%	9.96 %	100 %

TABLE G-3: le coût fixe d'usage du taxi à Taipei en 2000

Article	< 1800 cc	> 1800 cc	Coût moyen [a]
Assurance	6082	7486	6222
Amortissement	47693	71575	50071
Taxe (carburant,	15281	20355	15786
Ensemble	69056	99416	**72079**
Distance moyenne annuelle par voiture (km)			55 341
Distance moyenne de déplacement (km)			4.45
Coût fixe d'usage par dép. (nt/dép.)			**5.79**
Coût fixe d'usage par véh.-km (nt/véh-km)			**1.30**

[a] Coût moyen est la proportion de l'automobile selon la capacité de cylindrée de moteur x divers coût

Source: Institute of Transportation, MOTC (2000)

- **Shanghai :** Quant au coût fixe d'usage pour le taxi à Shanghai, nous supposons que la dépense totale annuelle de l'usage d'un taxi est pareil que celle en automobile. De plus, la distance totale de déplacement de service en taxi est *127 020* km/an selon l'enquête en 2004 (voir le chapitre 5 dans la partie I). Autrement dit, le coût fixe unitaire d'usage de taxi est ***0.34 yuan/véhicule-km***. Comme nous avons défini, ce coût fixe d'usage en taxi est toujours imputable au coût perceptible par le conducteur.

L'évaluation du coût variable d'usage en taxi

- **En Île-de-France :** Les dépenses de fonctionnement sont évaluées à partir des données fournies par la Fédération Nationale des Artisans du Taxi (*FNAT*), y compris le coût d'entretien, de salaire de conducteur, de carburant et de

remboursements d'emprunts, comme sur la table suivante. Cependant, ce coût variable d'usage est plutôt le coût perceptible pour le conducteur (propriétaire ou locataire du véhicule).

TABLE G-4: le coût variable d'usage en taxi sous l'aspect du conducteur en Île-de-France

Type	Unité	Valeur en 2003
Parc de Taxis en Ile-de-France	(véhicule 2003)	17 440
Dépense de fonctionnement	(M € 2003)	880
Dépense annuelle par taxi[1]	(€ 2003)	50459
Taux d'occupation par voiture[1]	(Pers./véhicule)	1.8
Distance de déplacement [2]	(km en 2006)	4.76
Kilométrage annuel de parcourus	(km)	55 840
Coût variable d'usage par voy.-km	(€ 2003/ voy-km)	**0.502**
Coût variable d'usage par déplacement	(€ 2003/ dép.)	**2.12**

Source: [1] FNAT et [2] Le bilan des déplacements en 2006 à Paris

- **Taipei :**

TABLE G-5: la distribution de taxis selon la capacité de cylindrée de moteur

Type	< 1800 cc	> 1800 cc	Ensemble
Nombre	55341	6120	61461
Proportion	90.04%	9.96 %	100 %

TABLE G-6: le coût variable d'usage en taxi sous l'aspect du conducteur à Taipei en 2000

Article	< 1800 cc	> 1800 cc	Moyen
Carburant	141606	133252	140771
Entretien	28019	30670	28283
Parking	8014	11108	8323
Ensemble	177639	175030	**177377**
Distance moyenne annuelle par voiture (km)			55341
Distance moyenne de déplacement (km)			4.45
Taux d'occupation			1.87
Coût variable d'usage par dép. (nt/dép.)			**7.63**
Coût variable d'usage par voy.-km (nt/voy-km) [1]			**4.33**

[1] Le taux de taxis vides est arrivé à 60 %, voir le chapitre 5 dans la partie I

Source: Institute of Transportation, MOTC (2000)

Annexe H: Estimation de la consommation d'espace de circulation

Mesure de la consommation d'espace de circulation

Selon les principes énoncés par *L. Marchand* (1992), la consommation d'espace de circulation (CEC) est égale au rapport entre la surface consommée par le véhicule au cours du déplacement et le débit moyen sur la voirie empruntée, mesuré en véhicule et heure. La surface totale utilisée est obtenue par le produit de la largeur de la voie et de la longueur du déplacement.

On écrit : $CEC_{v,d} = \left(l \cdot D_d\right) \big/ Q\left(V_d\right)$ (H-1)

Où l est la largeur de la voie utilisée (en m) ; D_d est la distance du déplacement (en m) et $Q\left(V_d\right)$ est la valeur du débit moyen de la voie pour la vitesse V (en véh/h) dont $Q\left(V_d\right)$ est supposé par $\left(\rho \cdot V_d\right)$ (ρ est la densité observée sue la voie).

Pour une largeur de voie donnée, la consommation d'espace en circulation varie donc : proportionnellement à la distance parcourue et de manière inversement proportionnelle au débit de la voie de circulation.

Hypothèses de calcul appliquées de la consommation d'espace

Nous supposons que la fonction débit-vitesse peut s'exprimer sous la forme simple suivante :

$$Q\left(V_d\right) = \rho \cdot V_d = V_l \cdot \rho \cdot \left(1 - \rho \big/ \rho_{\max}\right) \quad \text{(H-2)}$$

Où V_d est la vitesse moyenne du déplacement d, V_l est la vitesse libre, $\rho_{\max}$ est la valeur de la densité maximale de la voie, exprimée en véhicules/kilomètre, et ρ est la densité observée sur la voie.

La valeur de la vitesse libre habituellement retenue par les ingénieurs du trafic est égale à la vitesse maximale autorisée, soit 50 km/h. Afin de tenir compte de l'absence de continuité du débit de la circulation urbaine, et du fait que les vitesses mesurées par l'enquête-ménages sous-estiment a priori les vitesses en circulation, nous avons retenu une valeur très inférieure, égale à 25 km/h.

Pour la densité maximale, on retient en général une valeur de 200 voitures par kilomètre : la distance séparant deux véhicules tend vers zéro, et le débit est nul (5

mètre par voiture pour un kilomètre). Compte tenu de la symétrie de la fonction de débit, la densité de la voirie utilisée à sa capacité optimale est égale à 100 véhicules par kilomètre. De plus, la langueur moyenne de la voie est supposée constante, et fixée à 3.5 mètres.

La graphique suivant donne la forme générale des deux relations en fonction des paramètres retenus pour caractériser la circulation urbaine.

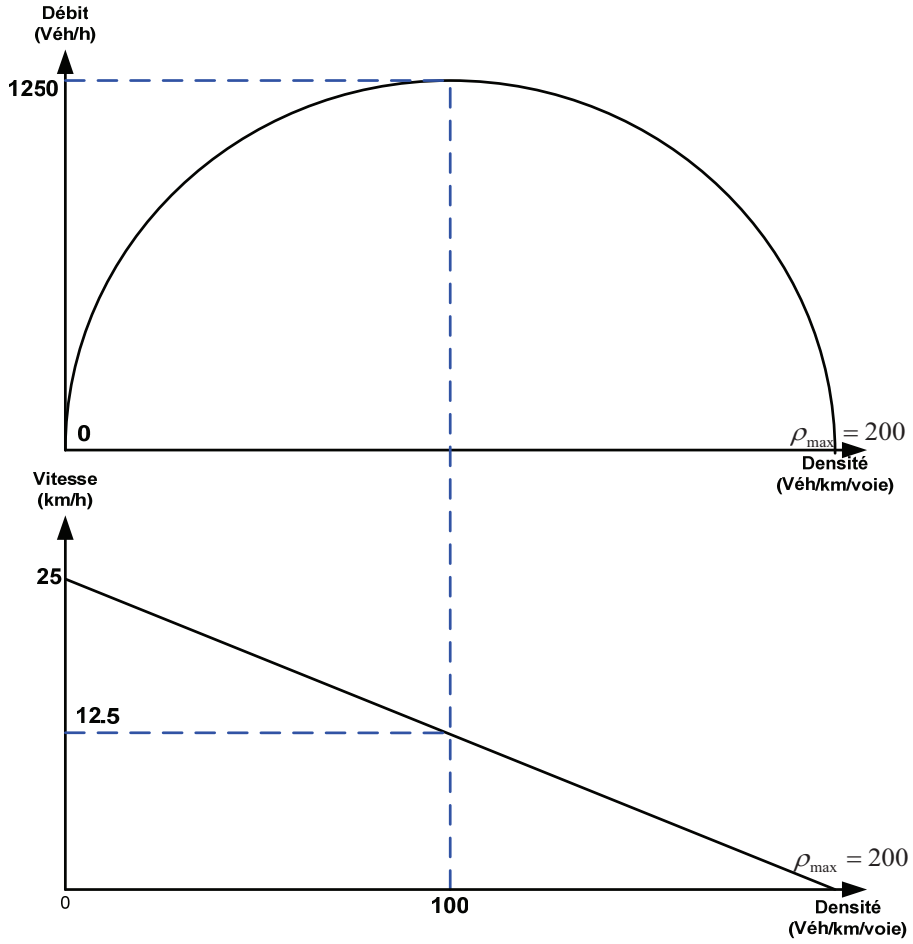


FIGURE H-1: Forme des courbes débit-densité et vitesse-densité et caractéristiques fixées pour le régime urbain

En reportant ces paramètres dans l'équation précédente, on trouve un débit optimal de 1250 véhicules par heure (voiture). Notons que cette valeur est à peu près égale au double du débit moyen habituellement retenu dans les études appliquées (environ 666 véhicule/h pour les estimations réalisées par Marchand (1992) et 500 véhicules/h pour les estimations effectuées par Vivier (1997).

L'influence de la vitesse a été introduite de manière dissymétrique, afin d'affecter un

poids plus important aux déplacements représentatifs a priori d'une situation de congestion. Les modalités de calcul suivantes ont été définies :

- Si la vitesse est inférieure à 12.5 km/h, le débit est estimé en fonction des relations (a) et (b), réécrites sous la forme suivante :

$$Q = \rho \cdot V_d \qquad (a)$$

$$\rho = 200 - (200/25) \cdot V_d \qquad (b)$$

- Si la vitesse de déplacement est supérieure à 12.5 km/h, le débit est fixé à sa valeur optimale, soit 1250 km/h.

Ces hypothèses caricaturales ne prétendent pas rendre compte d'une mesure réelle : elles nous ont toutefois semblé être un compromis acceptable entre une absence totale de prise en compte de l'effet de la vitesse et un calcul plus fin qui aurait nécessité d'affecter les déplacements sur le réseau routier.

A titre indicatif, les valeurs de débit et de consommation d'espace par véhicule-kilomètre en fonction de la vitesse moyenne dans les zones différentes.

TABLE H-1: Valeurs du débit et de la consommation d'espace en circulation d'automobile et d'autobus en Île-de-France

Mégapole	Vitesse moyenne (km/h)	Débit de circulation (Véhicule/h)	Consommation d'espace de circulation (m2xh/véh-km)
Automobile			
Paris	13.5	1242	2.81
PC	15.6	1170	3.00
GC	20.4	750	4.67
Autobus *			
Voie banale			
Paris	8.7	402	8.7
PC	10.2	428	8.2
GC	11.7	441	7.9

*La densité maximale pour le bus est retenue une valeur de 71 bus par kilomètre (longueur de bus est 14 mètre).

La valeur de consommation d'espace proposée

Selon le rapport de l'*UITP*, *Jean Vivier* indique l'indice de référence dans la table suivante pour la consommation d'espace en fonction du mode de transport.

TABLE H-2: Consommation d'espace, exprimée en m^2×heure, selon le mode de transport (Parcours domicile-travail et domicile-achats de 10km aller et retour)

	Circulation	Stationnement	Total
	Domicile-travail		
Automobile	18 m^2×h	72 m^2×h	90 m^2×h
Autobus, tramway1	3 à 12 m^2×h	< 0.5 m^2×h	3 à 12 m^2×h
Vélo	8 m^2×h	12 m^2×h	20 m^2×h
	Domicile-achats		
Automobile	18 m^2×h	16 m^2×h	34 m^2×h
Autobus, tramway	3 à 12 m^2×h	< 0.5 m^2×h	3 à 12 m^2×h
Vélo	8 m^2×h	2.5 m^2×h	10.5 m^2×h

[1] 3 m^2×h pour les véhicules mêlés à la circulation générale, 6 à 12 m^2×h pour des véhicules circulation en site propre, selon la fréquence horaire de passage.

Source: UITP, 1999

Annexe I: Les composants de la pollution

I.1 Pollution atmosphérique

Les transports sont responsables d'une grande part de la pollution en Ile-de-France : 66% des émissions d'oxyde (NO_X), 60% du monoxyde de carbone (CO), 27% des émissions de dioxyde de soufre (SO_2), 28% pour les poussières, 63% pour les composants organiques volatils.

TABLE I-1: Pollution atmosphérique (déplacements quotidiens en Île-de-France)

	Automobile (taux d'occupation : 1.25personne)	**Autobus** (taux d'occupation: 25%)	**Métro et RER** (taux d'occupation : 22%)
CO par voy×km (en grammes)	Essence : 27g Diesel : 0.8g	1.2g	0
COV[1] par voy×km (en grammes)	Essence : 4.2g Diesel : 0.25g	0.25g	0
NOX par voy×km (en grammes)	Essence : 1.3g Diesel : 0.55g	0.80g	0
Particule par voy×km (en grammes)	Essence : 0 Diesel : 0.30g	0.08g	0

[1] COV: Composants Organiques Volatils

Source: CERTU, 1997

- Le monoxyde de carbone (CO)

En France, 78% des émissions de CO sont imputables aux transports dont 88% émises par les voitures particulières.

Les effets nocifs du CO sur la santé tiennent au fait qu'il perturbe l'absorption de l'oxygène par les globules rouges, entravant ainsi le transfert de l'oxygène du sang aux tissus organiques.

Une impression générale de gêne est imputable à la présence de monoxyde de carbone dans l'atmosphère des villes. Cette substance peut agir sur le système nerveux central et altérer la coordination physique, la vision, les capacités cérébrales, les facultés intellectuelles et le jugement. Elle peut en outre influer sur le système cardio-vasculaire et aggraver les maladies cardio-vasculaires. Les effets du CO peuvent se trouver accentués par la combinaison avec d'autres polluants.

L'ensemble de ces effets a conduit à l'établissement de normes : l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a donné comme objectif un seuil, tolérable sur une période de 8 heures de 10 mg/m^3 d'air ambiant aux heures de plein trafic. Ces normes sont régulièrement dépassées dans les grandes villes. Avec l'introduction des normes européennes 1991 (réduction de près de 50 % du CO) on peut espérer une diminution de 20 à 30 % des concentrations en zone urbaine, à l'horizon 2000/2010.

- Les oxydes d'azote (NO_X)

Plus de 65% des émissions totales de NOx sont imputables aux transports routiers mais 34% aux voitures particulières.

Les oxydes d'azote peuvent avoir des effets directs et indirects très divers sur la santé et sur l'environnement. L'exposition au NO_2 ralentit les échanges gazeux dans le sang et aggrave les difficultés respiratoires, réduisant notamment l'intensité de la fonction pulmonaire.

L'OMS a conclu qu'une exposition maximale d'une heure à 190-320 mg/m^3 (0.10-0.17 ppm) serait en accord avec la protection de la santé publique et que cette exposition ne devrait pas dépasser une fois par mois.

Les NOx se sont révélés avoir également des effets nocifs sur la végétation, sur une grande variété de tissus, de couleurs textiles, sur les matières plastiques et le caoutchouc, … Le dioxyde d'azote est partiellement responsable de la coloration brunâtre de l'air pollué et contribue à la formation de brume (smog).

- Les hydrocarbures (HC) et autres composés organiques

Les transports sont responsables de 69% des émissions d'hydrocarbures ; les voitures particulières de 60%.

Le benzène, constituant de l'essence qui se retrouve dans les gaz d'échappement automobile, est reconnu comme cancérigène ; il provoque des leucémies. Les composés aromatiques polycycliques, qui sont des sous-produits de la combustion incomplète de gazole, sont également identifiés comme facteurs mutagènes et cancérigènes.

- Le plomb (Pb)

Plus de 80% des émissions de Pb sont imputables aux transports. Toutes sont émises par les voitures particulières.

Le plomb est un additif incorporé dans l'essence pour en augmenter l'indice d'octane et prévenir le cliquetis (culbuteurs) des moteurs modernes.

On sait que le plomb, à des concentrations élevées, porte atteinte chez l'être humain aux reins, au foie, à l'appareil reproductif, à l'hémotoièse, aux processus cellulaires fondamentaux et au fonctionnement du cerveau. Un empoisonnement clinique par le plomb apparaît pour des plombémies (taux de plomb dans le sang) supérieures à 80 mg/dl. On le soupçonne à présent d'avoir des effets non négligeables à des concentrations beaucoup plus faibles.

Il convient toutefois de noter qu'une régression notable des émissions de ce polluant s'est amorcée depuis la mi-89 avec la baisse de la teneur en plomb de l'essence plombée et le transfert progressif vers la consommation des carburants sans plomb.

- Le dioxyde de soufre (SO2)

Les oxydes de soufre qui donnent l'acide sulfurique au contact de l'air humide sont, avec les oxydes d'azote, à l'origine des pluies acides (contamination de l'eau, maladie des forêts et de la faune des lacs, dégradation des bâtiments, bronchites, etc.) La désulfuration des combustibles a permis de diminuer de plus de 50% les émissions globales dans les dix dernières années.

L'industrie et le chauffage domestique sont les principaux émetteurs de SO2. La part due aux transports est faible, de l'ordre de 10% sont la moitié est émise par les voitures particulières. Les émissions de sulfate représentent un tiers des émissions de particules diesel.

I.2 Effet de serre

TABLE I-2: Rejet de gaz carbonique et effet de serre en Île-de-France

	Automobile (taux d'occupation : 1.25personne)	**Autobus** (taux d'occupation : 25%)	**Métro et RER** (taux d'occupation : 22%)
CO2 par voy×km (en grammes)	Essence : 205g Diesel : 170g	60g	10g

Source: UITP, 1999

Annexe J: L'émission du CO_2 à Taïwan

Selon l'étude d'Environmental Protection Administration et d'Institut of Transportation (Taiwan), ils ont estimé l'émission du CO_2 quotidien des modes en fonction du volume des véhicules et de la distance de déplacement, comme sur la table suivante :

TABLE J-1: L'émission du CO_2 des modes de transport

Mode	Nombre de déplacement/jour	Consommation du CO_2 (tonne/jour)
Voiture	3 787 881	9118.67
Moto	3 874 269	3791.26
Taxi	1 326 605	2768.12
Bus	2 696 471	803.04
Rail	1 253 086	22.74
Total	*13 037 312*	*16503.83*

Annexe K : Evaluation de la proportion de temps perdu par territoire

A la suite du résultat d'évaluation du coût de congestion en Île-de-France dans le chapitre 13.4.3, nous justifions ici la méthode d'évaluation pour les certains éléments liés au coût de la congestion en Île-de-France.

TABLE K-1: Proportion du trafic automobile par territoire en Ile-de-France

	millions de km/jour	Vitesse (km/h)	% Dist dans Paris	% Dist dans PC	% Dist dans GC
Paris-Paris	1,8	7,4	100%		
Paris-PC	11,7		54,15%	45,85%	
Paris-GC	33,8		15,05%	41,98%	42,97%
PC-PC	6,9	12,8		100%	
PC-GC	18,9			35,44%	64,56%
GC-GC	7,4	24,7			100%

Selon la proportion de la distribution de trafic par territoire, nous pouvons estimer la distance total de km pour VP conducteur par territoire (Paris, PC et GC), voir la table suivante.

TABLE K-2: Distance de km affectée par territoire pour VP conducteur

Millions de km/jour	Dist dans Paris	Dist dans PC	Dist dans GC	Ensemble
Paris-Paris	1,80			1,80
Paris-PC	18,30	15,50		33,80
Paris-GC	1,76	4,91	5,03	11,70
PC-PC		6,90		6,90
PC-GC		6,70	12,20	18,90
GC-GC			7,40	7,40
Ensemble	21,86	34,01	24,63	80,50

Ensuite, nous pouvons estimer la durée totale respective pour les parcours automobiles à Paris, en PC et en GC en fonction de la distance km et la vitesse respective par chaque liaison. Donc, dans la table suivant, nous indiquons la durée totale pour les parcours automobile à Paris est 13220.7 heures/jour, 2037.6 heures/jour et 1262.7 heures/jour.

TABLE K-3 : Durée totale pour les parcours automobiles par territoire

milliers d'heures/jour	Dist dans Paris	Dist dans PC	Dist dans GC	Ensemble
Paris-Paris	243,24			243,24
Paris-PC	924,32	782,75		1707,07
Paris-GC	153,17	427,08	437,14	1017,39
PC-PC		539,06		539,06
PC-GC		288,70	525,96	814,66
GC-GC			299,60	299,60
Ensemble	**1320,73**	**2037,59**	**1262,70**	4621,02

A la suite des pertes de temps pour chaque liaison, nous pouvons les affecter par territoire en fonction de la même proportion dans la table K-1 afin d'obtenir les pertes de temps respectif par territoire (Paris, PC et GC).

TABLE K-4 : Pertes du temps pour les parcours automobiles par territoire

	Temps perdu (heure/jour)	%	Dist dans Paris (heure/jour)	Dist dans PC (heure/jour)	Dist dans GC (heure/jour)	Ensemble (heure/jour)
Paris-Paris	19,5	8,0%	19,46			19,46
Paris-PC	256,5	15,0%	138,65	117,41		256,06
Paris-GC	64,3	6,3%	9,65	26,91	27,54	64,10
PC-PC	29,6	5,5%		29,65		29,65
PC-GC	73,4	9,0%		25,98	47,34	73,32
GC-GC	11,4	3,8%			11,38	11,38
Ensemble	454,7		**168,07**	**200,22**	**86,42**	454,70

Après avoir estimé la durée totale et les pertes de temps pour les parcours automobiles par territoire, la proportion des pertes du temps est **12.73%** à Paris, **9.83%** en PC et **6.84%** en GC. De plus, la moyenne de la proportion des pertes de temps en Île-de-France est **9.84%**. Ces résultats peuvent être appliqués dans le cadre d'évaluation du coût de congestion dans le chapitre 13.4.3.

Annexe L : Tarif des taxis en Île-de-France

Les taxis utilisent deux tarifications en Île-de-France : Une pour les taxis parisiens et une autre pour tous les taxis de province. Seule l'application des termes kilométriques diffère comme sur la table suivante.

TABLE L-1: Tarif des taxis en Île-de-France selon les zones administratives

Département		PC	KM			Heure		
			A	B	C	D	Jour	Nuit
75	Paris	2.2	0.86	1.12	1.35	Heure A:27.00	B:31.00	C:29.10
92	Hauts-de-Seine	2.0	0.67	1.01	1.34	2.01	29.50	29.50
93	Seine-Saint-Denis	2.0	0.64	0.89	1.28	1.78	28.70	28.70
94	Val-de-Marne	1.6	0.73	1.10	1.46	2.19	29.42	29.42
91	Essonne	2.1	0.68	1.02	1.36	2.04	26.10	26.10
95	Yvelines	2.4	0.62	0.93	1.24	1.86	26.80	26.80
77	Val-d'Oise	2.2	0.70	0.94	1.40	1.88	20.30	20.30
78	Seine-et-Marne	1.8	0.67	1.00	1.34	2.00	29.60	29.60

- **PC JOUR/NUIT :** c'est la prise en charge, soit le montant de départ du compteur lors de sa mise en marche.
- **KM :** tarif pour un kilomètre
- **HEURE :** tarif horaire, il s'enclenche automatiquement dès que le compteur est en marche et que le véhicule est à l'arrêt (embouteillage, attente du client) ou en alternance avec le tarif kilométrique lorsque la vitesse de roulage du véhicule est inférieure à la valeur de vitesse obtenue par le tarif horaire divisé par le tarif kilométrique appliqué (dans ce cas la comptabilisation par le tarif kilométrique s'arrête).

TAXIS PARISIENS :

- **KM A et Heure A :**
  - applicable de 10 h à 17 h dans Paris intra-muros boulevard périphérique inclus.
- **KM B ET Heure B :**
  - applicable dans Paris intra-muros boulevard périphérique inclus de 17 h à 10 h
  - applicable dans Paris intra-muros boulevard périphérique inclus de 7 h à 24 h les dimanches
  - applicable dans Paris intra-muros boulevard périphérique inclus de 0 h à 7 h les jours fériés
  - applicable de 7 h à 19 h tous les jours dans la zone suburbaine (la zone

suburbaine étant composée des communes extérieures à Paris mais rattachées aux taxis parisiens)

- **KM C ET Heure C :**
  - applicable dans Paris intra-muros boulevard périphérique inclus de 0 h à 7 h les dimanches
  - applicable dans la zone suburbaine de 19 h à 7 h
  - applicable dans la zone suburbaine à toutes heures les dimanches et jour fériés
  - applicable tous les jours à toute heure au-delà de la zone suburbaine.
  - Quel que soit le montant affiché au compteur la somme à payer ne peut être inférieure à 5.80€
  - Des suppléments tarifaires sont applicables pour le transport de bagages ou de colis (à compter du 2ème) et le transport de tout passager adulte (à partir du 4ème)

Annexe M : Prix d'usage du métro à Shanghai

Rail Transit Line 1 × Rail Transit Line 1

Rail Transit Line 1	1 Xinzhuang	2 Waihuan Rd.	3 Lianhua Rd.	4 Jinjiang Park	5 Shanghai S. Rail	6 Caobao Rd.	7 Shanghai Stadium	8 Xujiahui	9 Hengshan Rd.	10 Chang Shu Rd.	11 Shanxi Rd.	12 Huangpi Rd. (S)	13 People's Square	14 Xinzha Rd.	15 Hanzhong Rd.	16 Shanghai Rail S	17 North Zhongshan	18 Yanchang Rd.	19 Shanghai Circus	20 Wenshui Rd.	21 Penpu Xincun	22 Gonkang Rd.	23 Tonghe Xincun	24 Hulan Rd.	25 Gonfu Xincun
1 Xinzhuang	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
2 Waihuan Rd.	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
3 Lianhua Rd.	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
4 Jinjiang Park	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6
5 Shanghai S. Rail	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
6 Caobao Rd.	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
7 Shanghai Stadium	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
8 Xujiahui	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
9 Hengshan Rd.	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
10 Chang Shu Rd.	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
11 Shanxi Rd.	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
12 Huangpi Rd. (S)	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
13 People's Square	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
14 Xinzha Rd.	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
15 Hanzhong Rd.	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
16 Shanghai Rail S.	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
17 North Zhongshan	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
18 Yanchang Rd.	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
19 Shanghai Circus	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
20 Wenshui Rd.	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
21 Penpu Xincun	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22 Gonkang Rd.	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
23 Tonghe Xincun	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
24 Hulan Rd.	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
25 Gonfu Xincun	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3

Rail Transit Line 1 × Rail Transit Line 2

Rail Transit Line 1	1 Zongshan Park	2 Jiangsu Rd.	3 Jingan Temple	4 Shimen No.1	5 People's Square	6 Henan Rd. (C)	7 Lujiazui	8 Dongchang Rd.	9 Dong Fang Rd.	10 Century Park	11 Longyang Rd.	12 Zhangjiang
1 Xinzhuang	4	5	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6
2 Waihuan Rd.	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	6	6
3 Lianhua Rd.	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
4 Jinjiang Park	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
5 Shanghai S. Rail	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6 Caobao Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
7 Shanghai Stadium	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
8 Xujiahui	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
9 Hengshan Rd.	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5
10 Chang Shu Rd.	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	5
11 Shanxi Rd.	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
12 Huangpi Rd. (S)	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
13 People's Square	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
14 Xinzha Rd.	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
15 Hanzhong Rd.	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
16 Shanghai Rail S.	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
17 North Zhongshan	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	5
18 Yanchang Rd.	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5
19 Shanghai Circus	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
20 Wenshui Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
21 Penpu Xincun	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
22 Gonkang Rd.	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
23 Tonghe Xincun	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
24 Hulan Rd.	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	6
25 Gonfu Xincun	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	6

FIGURE M-1 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1 et 2

Rail Transit Line 1 × Rail Transit Line 3

Rail Transit Line 1	1 Shanghai S. Rai	2 Shilong Rd.	3 Longcao Rd.	4 Caoxi Rd.	5 Yishan Rd.	6 Hongqiao Rd.	7 Yanan Rd. (W)	8 Zongshan Park	9 Jinshajiang Rd.	10 Caoyang Rd.	11 Zhenping Rd.	12 Zhongtan Rd.	13 Shanghai Rail S	14 Baoshan Rd.	15 Baoxing Rd.	16 Hongkou F. Sta	17 Chifeng Rd.	18 Wenshui Rd. (E	19 Jianwan Town
1 Xinzhuang	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
2 Waihuan Rd.	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6
3 Lianhua Rd.	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
4 Jinjiang Park	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
5 Shanghai S. Rail	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
6 Caobao Rd.	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
7 Shanghai Stadium	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
8 Xujiahui	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
9 Hengshan Rd.	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
10 Chang Shu Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
11 Shanxi Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
12 Huangpi Rd. (S)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
13 People's Square	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
14 Xinzha Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
15 Hanzhong Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
16 Shanghai Rail S.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
17 North Zhongshan	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
18 Yanchang Rd.	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
19 Shanghai Circus	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6
20 Wenshui Rd.	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6
21 Penpu Xincun	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
22 Gonkang Rd.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
23 Tonghe Xincun	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
24 Hulan Rd.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
25 Gonfu Xincun	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7

Rail Transit Line 1 × Rail Transit Line 4

Rail Transit Line 1	1 Damuqiao Rd.	2 Dongan Rd.	3 Shanghai S.	4 Shanghai Stadium	5 Yishan Rd.	6 Hailun Rd.	7 Linpin Rd.	8 Dalien Rd.	9 Yangsupu Rd.	10 Pudong Rd.	11 Pudian Rd.	12 Lantsuen Rd.
1 Xinzhuang	4	4	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6
2 Waihuan Rd.	4	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6
3 Lianhua Rd.	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6
4 Jinjiang Park	4	4	3	3	4	5	5	5	5	5	6	6
5 Shanghai S. Rail	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	6
6 Caobao Rd.	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
7 Shanghai Stadium	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	5
8 Xujiahui	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
9 Hengshan Rd.	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	6
10 Chang Shu Rd.	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6
11 Shanxi Rd.	4	4	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6
12 Huangpi Rd. (S)	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
13 People's Square	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
14 Xinzha Rd.	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
15 Hanzhong Rd.	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
16 Shanghai Rail S.	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
17 North Zhongshan	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
18 Yanchang Rd.	5	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6
19 Shanghai Circus	5	5	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6
20 Wenshui Rd.	5	5	5	4	5	5	5	6	6	6	6	6
21 Penpu Xincun	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
22 Gonkang Rd.	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
23 Tonghe Xincun	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
24 Hulan Rd.	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7
25 Gonfu Xincun	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7

Rail Transit Line 1 × Rail Transit Line 5

Rail Transit Line 1	1 Xinzhuang	2 Chunshen Rd.	3 Yindu Rd.	4 Zhuanqiao	5 Beiqiao	6 Jianchuan Rd.	7 Dongchuan Rd.	8 Jinping Rd.	9 Huaning Rd.	10 Wenjing Rd.	11 Minhang D. Z.
1 Xinzhuang	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
2 Waihuan Rd.	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3 Lianhua Rd.	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4 Jinjiang Park	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
5 Shanghai S. Rail	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
6 Caobao Rd.	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
7 Shanghai Stadium	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
8 Xujiahui	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
9 Hengshan Rd.	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
10 Chang Shu Rd.	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
11 Shanxi Rd.	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
12 Huangpi Rd. (S)	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
13 People's Square	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
14 Xinzha Rd.	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
15 Hanzhong Rd.	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
16 Shanghai Rail S.	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
17 North Zhongshan	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7
18 Yanchang Rd.	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7
19 Shanghai Circus	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
20 Wenshui Rd.	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
21 Penpu Xincun	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
22 Gonkang Rd.	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
23 Tonghe Xincun	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8
24 Hulan Rd.	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
25 Gonfu Xincun	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8

FIGURE M-2 : Le prix d'usage du métro pour les lignes 1, 2, 3, 4 et 5

Intermodalité et coûts de déplacements urbains dans les mégapoles – Les cas de Paris, Shanghai et Taipei

Résumé:
La recherche d'une mobilité plus durable constitue aujourd'hui un souci partagé chez les responsables des grandes villes du monde, qui doivent alléger la pression des transports sur l'espace (congestion), la qualité de vie (nuisances, accidents), l'environnement (émissions de CO_2) en maintenant leur capacité de développement et en préservant ou améliorant leur cohésion sociale. C'est le cas sur nos terrains d'étude, qui sont l'Île-de-France, Shanghai et Taipei. Cette recherche de durabilité s'inscrit dans un contexte historique, géographique et culturel, qui prédétermine l'état de la mobilité et de ses évolutions sur les territoires. Notre première partie est consacrée à l'analyse de la mobilité et de ses dynamiques sur ces trois terrains.
Les moyens d'aller vers cette durabilité peuvent reposer sur le progrès technologique, la planification urbaine, la tarification des systèmes et les évolutions d'usage des modes. Des transferts des modes individuels vers le transport public sont généralement considérés comme souhaitables, et le développement du transport intermodal est une des conditions de ce développement. Notre travail distingue fortement le bus et le rail dans les modes collectifs, et le vélo, les deux-roues motorisés et la voiture dans les modes individuels. Il porte sur les perspectives de transfert modal et le rôle potentiel de l'intermodalité. Ces perspectives dépendent de trois types de coûts : les coûts qualifiés d'« externes », qui motivent le besoin de plus de durabilité ; les coûts pour l'usager, qui déterminent largement ses comportements ; les coûts d'investissement et d'exploitation des systèmes, dont une part souvent importante est financée par les pouvoirs publics et les impôts. La caractérisation théorique, la modélisation et l'évaluation empirique de ces coûts pour les trois terrains d'étude sont l'objet de la partie II. La comparaison des coûts par voyageur-km entre modes individuels et modes collectifs fait apparaître qu'aucun ne peut être meilleur que les autres sur les trois postes de coûts, et que les différences dépendent de plus des types de déplacements (longueurs, origines-destinations, etc.).
La partie III est de nature plus prospective. Elle présente d'une part les schémas de développement des territoires et des transports adoptés par les responsables de ces territoires. Elle explore d'autre part les capacités à aller vers une mobilité plus durable à partir des comparaisons issues de nos territoires et des évaluations de coûts menées dans la partie II. Deux politiques importantes sont explorées : les politiques de stationnement et les politiques de tarification des transport publics ; Les travaux présentés dans ce mémoire de thèse ont pour but de contribuer au développement de ce modèle d'évaluation des coûts de déplacement et d'une méthode de diagnostic permettant de proposer des visions des transports dans le cadre de développement durable et d'orienter les politiques de déplacement vers plus de durabilité et d'intermodalité.

Mots-clés : mobilité urbaine, intermodalité, coûts de déplacement, mesures de transport, développement durable, mégapole

Intermodality and urban trip costs in the metropolises – The case studies of Paris, Shanghai and Taipei

Abstract:

The research of a more sustainable mobility today constitutes a concern shared by persons in charge of the metropolises in the world, which must reduce the pressure of road space (congestion), enhance the quality of life (harmful effects, accidents), the environment (CO_2 emissions) and maintain their capacity of development and preserve or improve their social cohesion. There are three case studies in our research, the greater Paris region, Shanghai and Taipei. This search for sustainability falls within a historical, geographical and cultural context, which predetermines the state of mobility and its evolutions in the metropolis. Thus, our first part of research work is devoted to the analysis of mobility and its dynamics in these three metropolises.

The means for realizing this sustainability can rest on technological progress, urban planning, the systems of prices and the evolutions of transport use. The transfer from the individual modes to public transport is generally regarded as desirable, and the development of intermodal transport is one of the conditions of this development. Our work strongly distinguishes bus and rail which belong to the collective modes, and the bicycle, the two-wheel motorized vehicles and cars which belong to the individual modes. It focuses on the prospects for modal transfer and the potential role of intermodality. In fact, these prospects depend on three types of costs: the costs described as "external", which justify the need of sustainability; the costs for the user, which largely determine their trip behaviours; the costs of investment and operation of systems, which are often financed by the authorities and the tax-payers. The theoretical characterization, the modelling and the empirical evaluation of these costs for the three case studies are the object of the second part in our research. The comparison of the costs brought by passenger-km between individual modes and collective modes reveals that none can be better than the others on the three types of costs, and the differences depend on the types of trips (lengths, origin-destinations, etc).

The third part in our research belongs to a more prospective nature. On the one hand, it presents the diagrams of development for territories and transport adopted by the persons in charge for these metropolises. On the other hand, it explores the capacities for going towards a more sustainable mobility from the comparisons through the case studies and the evaluation of trip costs carried out in the second part. Two significant policies are explored: parking policies and price policies of public transport. The purpose of the work presented in this dissertation aims at contributing to the development of this model of evaluation for trip costs and a method of diagnosis making it possible to propose visions of transport within the framework of sustainable development and to turn the policies of urban mobility towards more sustainability and intermodality.

Key words: urban mobility, intermodality, trip costs, transport measures, sustainable development, metropolis