

Une analyse de la base UITP sur les systèmes de transports urbains de 100 villes du monde

Alain Bonnafous, Iragaël Joly, Sophie Masson, Romain Petiot

▶ **To cite this version:**

Alain Bonnafous, Iragaël Joly, Sophie Masson, Romain Petiot. Une analyse de la base UITP sur les systèmes de transports urbains de 100 villes du monde. 2003. halshs-00088778

HAL Id: halshs-00088778
https://shs.hal.science/halshs-00088778

Submitted on 31 May 2007

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.

COMMISSARIAT GENERAL

DU PLAN

UNE ANALYSE DE LA BASE UITP SUR LES SYSTÈMES DE TRANSPORTS URBAINS DE 100 VILLES DU MONDE

Sous la direction de Alain BONNAFOUS

(Laboratoire d'économie des transports)

Mars 2003

Avant-propos

par Alain Bonnafous

Ce rapport a été établi par une équipe du Laboratoire d'économie des transports à la demande du Commissariat général du Plan. Il s'inscrit dans le cadre des travaux de l'atelier technique du Plan sur les transports urbains. Son objet est de retirer quelques leçons d'une base statistique qui n'a guère de précédent et qui a été établie pour 100 villes du monde pour le compte de l'UITP (Union internationale des transports publics).

L'intérêt de cette base repose tout à la fois sur la très large palette d'indicateurs qui caractérisent la ville et son système de transport et sur l'effort qui a été fait pour homogénéiser du mieux possible ces indicateurs pour les villes étudiées. Elle doit être cependant utilisée avec précaution car les détails de cette harmonisation ne nous étaient pas connus.

Il convient également de souligner que si la diversité des villes apporte nécessairement de l'information, celle-ci est une information en « séries croisées » dont on sait qu'elle est moins fertile qu'une information en « séries chronologiques » dès lors qu'il s'agit de comprendre les déterminants du système de transport.

Toutefois, il nous est apparu qu'en complément des réflexions de l'atelier technique, deux thèmes pouvaient être abordés, dont l'intérêt est flagrant pour les politiques publiques.

Le premier consiste à déceler, à travers la très grande diversité des villes, le rôle que semblent jouer les facteurs réputés déterminants pour le partage modal. Ainsi, la première partie du rapport est-elle consacrée à examiner une à une les variables susceptibles d'expliquer la part des transports en commun sur le marché des déplacements. Les tailles et densités urbaines, le niveau de développement, le taux de motorisation des ménages, les prix et les vitesses des modes en concurrence et beaucoup d'autres variables ont été testées, qui montrent en général des dépendances « molles », ainsi que l'on pouvait s'y attendre.

Il est clair, en effet qu'aucune explication unidimensionnelle ne saurait rendre compte du partage modal. Toutefois, ces dépendances ont suggéré d'explorer quelques relations à variables explicatives multiples qui se sont révélées étonnamment pertinentes au plan statistique. Il en résulte un résultat final intéressant pour les villes du monde développé qui permet d'établir une sorte de situation normée pour toute ville dons les facteurs explicatifs sont connus et d'avoir une idée du « poids » de chaque variable explicative.

Le second thème renvoie à une question fondamentale qui est celle de la maîtrise de l'étalement urbain. L'une des pistes suggérée aujourd'hui repose sur l'hypothèse de Zahavi de constance des budgets temps de transport : pour un temps total de déplacement qui resterait constant en moyenne, l'étalement urbain résulterait, tout simplement, de l'augmentation des vitesses de déplacement. Si ce budget temps de transport reste bien constant, il suffirait de contraindre les vitesses pour abaisser la portée des déplacements et maîtriser ainsi l'étalement.

On voit dans ce raisonnement tout l'enjeu politique que représente la pertinence ou la non pertinence de l'hypothèse de Zahavi. La base de l'UITP étant informée sur ces budgets temps, elle représente une précieuse opportunité de test de cette hypothèse. C'est à cela que la deuxième partie du rapport est consacrée. L'investigation proposée par Iragaël Joly montre assez bien, en dépit des réserves que peut inspirer la fiabilité des données sur les temps ou les vitesses, que cette hypothèse est fragile, non seulement dans les comparaisons intercontinentales, mais aussi dans les comparaisons entre villes traditionnellement bien dotées en ressources statistiques.

Reste la limite inhérente aux séries croisées. Elle ne nous autorise pas d'exclure que si l'hypothèse résiste mal à des comparaisons entre villes, elle peut être pertinente, dans la durée, pour une même ville.

Résumé de la partie I

La part modale des transports en commun dans les villes du monde

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ses auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales. La base de données « The millenium Cities Database », constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics) offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité quotidienne dans les grandes villes du monde. Les données collectées pour 100 villes du monde concernent la démographie, l'économie, la structure urbaine, le réseau routier, le réseau de transports publics, l'efficacité et les effets environnementaux des systèmes de transports, la mobilité qui est pratiquée dans ces villes, etc.. Ce sont 175 indicateurs qui sont disponibles pour 100 villes du monde, pour l'année 1995.

En 2001, Jean Vivier a conduit une analyse de la base UITP [1]. Son approche est orientée vers une analyse coût-bénéfice des différents types d'organisation de la mobilité. Dans ce rapport, il met en avant le coût social du modèle de mobilité basé sur l'automobile. Jean Vivier produit ainsi une analyse comparative détaillée des performances et des coûts des transports collectifs et des modes privés motorisés, des différents systèmes de transports décrits dans la base UITP. En définitive, son travail fut décrit comme un « argumentaire [qui] reprend et prolonge la thèse de la dépendance automobile pour en faire un plaidoyer en faveur des transports collectifs » [2].

Notre analyse s'appuie, elle aussi, sur la base de données UITP, afin de dresser un état des lieux de l'usage des transports collectifs dans les agglomérations. L'analyse produite ici, illustre le clivage existant entre la mobilité à

---

(1) Vivier J., (2001), Base de données sur 100 villes du monde pour une mobilité durable, UITP.
(2) Godard X., (2001), Notes de lecture : Millenium cities database for sustainable mobility, Recherche Transports Sécurité, n°71, pp.71-72.

« l'européenne » et la mobilité à « l'américaine ». Elle explore les relations possibles de la part de marché des transports collectifs des agglomérations avec les conditions géographiques et économiques des agglomérations, et avec, les caractéristiques et les performances des systèmes de transports urbains.

Cependant, la description que nous produisons ici des profils d'organisation des systèmes de transports reste fondée sur des indicateurs classiques et « grossiers » de l'économie de la mobilité des villes. En effet, les risques encourus lors de comparaisons internationales conjugués à l'absence de précision sur la construction des indicateurs de la base UITP, ne permettent pas d'envisager une analyse aussi ambitieuse que celle de Jean Vivier. « On n'ose imaginer quelles hypothèses ont été faites pour certains indicateurs (tels que les temps de déplacements) » [1]. Il est presque évident que, dans ces conditions, la démarche d'une comparaison internationale, « gomme trop de spécificités à travers le moule d'indicateurs standard et révèle surtout sa fragilité vis-à-vis de toute une succession d'hypothèses et de traitements de l'information brute […] ». Le champ de notre analyse se limite donc à une description des systèmes de transports basée sur des indicateurs classiques. Il ne tente pas de détailler les mécanismes sur la base d'indicateurs précis, mais trop sujets à la critique ou trop rarement renseignés dans la base. De la même manière, l'analyse ne considère que rarement les pays en voie de développement. Ils sont, en effet, trop différenciés pour constituer une tendance significative. Et, un problème au niveau du recueil de l'information peut ici aussi être suspecté. Enfin, la discussion d'indicateurs à des niveaux nationaux ne peut être pertinente en raison du trop faible effectif de chaque pays. En conséquence, seules les comparaisons entre un pays et les profils continentaux sont possibles.

Notre rapport décrit deux profils d'organisation de la mobilité urbaine. Puis, il identifie certains mécanismes qui peuvent favoriser le développement ou le maintien des systèmes de transports en commun.

Le constat principal du rapport est que même si l'Europe parvient à maintenir un service de transports publics actif, son organisation des transports urbains tend à ressembler au système américain. La motorisation des populations développées est une évidence.

Mais la quasi-disparition des transports publics, comme c'est le cas en Amérique, est-elle une fatalité du développement ? Les pays émergents n'ont-ils pas d'autre issue que l'automobile pour assurer leur mobilité future ? L'analyse

---

(1) ibid.

des conditions urbaines propres aux villes européennes et américaines permet d'identifier quelques-unes des conditions favorisant le développement (ou la survie ?) des transports collectifs. L'héritage d'un cadre géographique et d'une structure urbaine a conduit les villes à structurer leur système de transports urbains selon une logique plus ou moins intensive ou extensive. Le manque d'espace des villes asiatiques ou, à l'opposé, l'étendue des agglomérations américaines sont des données fortes de l'histoire de la structure urbaine et donc du système de transports urbains.

Mais, le cadre géographique n'est pas le seul déterminant de l'organisation des transports urbains. Les villes font évoluer leur système de transports, elles orientent leur choix de développement et construisent un ensemble de conditions déterminant les choix individuels de mobilité. Ainsi, les décisions prises concernant le développement des infrastructures routières, les politiques de stationnement, les vitesses de circulation déterminent une part des choix de mobilité. Plus particulièrement, les vitesses des modes de transports sont étudiées. Quelles sont les conditions géographiques, économiques des agglomérations qui facilitent la circulation automobile ou des transports en commun ? L'individu face à cet ensemble de moyens de transports doit déterminer comment satisfaire son besoin de mobilité car c'est par l'arbitrage entre les vitesses des modes qu'il peut parcourir de plus ou moins grandes distances.

Les profils d'agglomérations dégagés constituent des organisations de systèmes de transports qui se distinguent nettement les unes des autres. Les niveaux de fréquentation des transports collectifs permettent de différencier ces groupes et de rechercher les leviers politiques potentiels favorisant les transports collectifs. Quelques-uns des instruments des politiques de transports urbains sont ainsi identifiés dans l'analyse. Et leurs effets sur la part de marché des transports collectifs sont observés.

A l'issue de ces analyses, un ensemble de déterminants de la part de marché des transports collectifs est identifié. Les outils économétriques permettent, enfin, de vérifier et de confirmer quantitativement l'impact de ces déterminants.

La motorisation est la plus prononcée dans les villes américaines, canadiennes et océaniques. Ces agglomérations présentent en conséquence une mobilité caractéristique. Les vitesses de déplacements sont globalement plus rapides, et les distances parcourues plus longues. La ville est généralement plus étalée, moins dense, les emplois sont plus dispersés. Le système de transports urbains est orienté vers l'automobile. Peu d'investissements sont consacrés aux transports collectifs par rapport aux infrastructures routières. Les politiques de

stationnement, les coûts d'usage de l'automobile, le prix du carburant créent un ensemble de conditions favorables à l'usage des modes privés.

A l'opposé, les villes européennes et asiatiques se sont organisées en conservant des transports publics actifs. Cette situation est le résultat de conditions propres à la structure urbaine et de conditions propres à l'organisation du système de transports urbains. Le maintien des transports collectifs est donc, pour une part, le résultat d'une histoire mais aussi d'un choix politique.

L'analyse des parts de marché des transports collectifs identifie, d'une part les conditions favorables au maintien des transports en commun. Ce sont les conditions géographiques ou de la structure urbaine. Elles rendent l'existence d'un système de transports collectifs plus ou moins pertinente. D'autre part, un ensemble d'instruments est identifié qui permettent d'orienter les choix modaux des individus : les prix relatifs des modes, les prix du carburant, et les vitesses relatives, interviennent directement dans ce choix. Mais aussi les décisions relatives au développement du système de transports, telles que la politique de stationnement et la politique d'investissements.

La situation des agglomérations françaises n'est pas exemplaire par rapport à celle de leurs voisines européennes. Les agglomérations de l'hexagone sont celles qui sont le plus proches de l'organisation extensive « à l'américaine » des transports urbains. Les parts de marché de l'automobile, et les taux de motorisation français sont bien souvent les plus élevés d'Europe, alors que les villes françaises ne sont pas caractérisées par des conditions géographiques particulières. Leurs caractéristiques des systèmes de transports urbains ne sont pas non plus bien différentes des autres villes européennes. Ce sont très certainement, certains des choix de politiques de transports qui ont favorisé l'usage de l'automobile en France. En effet, les agglomérations françaises semblent avoir plus particulièrement investi en faveur des modes privés de déplacements. De même, les possibilités de stationnement sont, dans les villes françaises, plus grandes que dans la plupart des villes d'Europe.

Résumé de la partie II

Les rapports espace-temps de la mobilité quotidienne et les systèmes productifs des transports urbains

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ses auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales. La base de données « The millenium Cities Database », constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics) offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité quotidienne dans les grandes villes du monde. Les données collectées pour 100 villes du monde concernent la démographie, l'économie, la structure urbaine, le réseau routier, le réseau de transports publics, l'efficacité et les effets environnementaux des systèmes de transports, la mobilité qui est pratiquée dans ces villes, etc.. 175 indicateurs sont ainsi disponibles pour chaque ville, pour l'année 1995.

La diversité des domaines couverts par ces indicateurs, constitue un atout évident. D'autant que la dimension mondiale confère à la base un grand intérêt pour les comparaisons internationales.

Afin de décrire la mobilité individuelle, nous avons choisi d'étudier les budgets temps de transport quotidiens, qui sont la somme des durées des déplacements réalisés au cours d'une journée par un individu. Cet indicateur est une variable qui constitue une charnière entre le comportement de mobilité et l'espace de réalisation des déplacements. Ainsi, le croisement des durées de déplacement avec les distances parcourues, les vitesses accessibles ou encore avec les concentrations spatiales d'activités, permet d'éclairer la relation entre le comportement de mobilité et la structure de l'espace urbain. De plus, le budget temps permet de relier les sources génératrices de transport que sont l'activité et la situation socio-économique de l'individu, le système d'offre de transports, et enfin la structure de l'espace urbain.

Cette approche de la mobilité urbaine quotidienne a déjà été explorée. C'est en 1980, que Y. Zahavi, fonde l'hypothèse de constance des budgets temps de

transport. Selon ses travaux, la somme des temps quotidiens de déplacements par individu est en moyenne d'une heure, pour chaque agglomération. Ce constat est depuis devenu la pierre angulaire de nombreuses théories. Ainsi, pour conserver la stabilité du budget temps de transport, les gains de temps dus à l'accroissement des vitesses seraient systématiquement réinvestis dans du transport supplémentaire. L'hypothèse de constance du budget temps de transport explique alors l'étalement urbain par les gains de vitesses. Elle suggère les politiques de réduction des vitesses de déplacements en milieu urbain afin de réduire les distances parcourues et de contenir les émissions de polluants. En 2000, A. Schafer, retrouve cette même constance du budget temps de transport, à partir de données récentes. Et il l'utilise afin de projeter le niveau de mobilité en 2050, en fonction de l'évolution des vitesses.

Les bases de données des deux auteurs sont toutes deux constituées de séries chronologiques et concernent des villes de différents pays et continents. De la même façon, nous étudions la transférabilité spatiale du budget temps de transport. Mais la base UITP ne concerne que l'année 1995, nous ne pouvons donc observer une stabilité temporelle du budget temps de transport. Toutefois, leurs résultats et les nôtres sont compatibles. En effet, dans chacun des cas, les budgets temps de transport sont contenus dans un intervalle relativement étroit autour d'une heure de temps de transport. La variabilité de ces budgets suggère cependant d'apporter quelques nuances.

Si nos résultats n'infirment pas l'hypothèse de constance des budgets temps de transport observée au niveau mondial, ces budgets semblent être, en effet affectés par certaines caractéristiques de la structure urbaine et de l'offre de transport. Nous obtenons des relations significatives entre le budget temps de transport et la distance parcourue, la densité urbaine, les vitesses de transport, etc.. A l'intérieur de l'intervalle déduit de la base UITP, il est possible d'observer les positions relatives des villes. Et grâce à l'effectif important de cet échantillon, ces situations relatives permettent de proposer des résultats significatifs (*voir annexes graphiques*).

La segmentation en deux groupes des villes de pays développés met en évidence l'existence de deux profils d'organisation urbaine. Un profil « américain » dont le développement de la ville peut être qualifié d'extensif, car réalisé par l'intensification des consommations temporelles, spatiales, et énergétiques dédiées au transport. L'agglomération américaine est une ville étalée, aux densités urbaine et d'emplois relativement faibles par rapport aux cités européennes. Le système de transports américain semble privilégier la vitesse des déplacements.

A l'opposé, le profil « européen » est marqué par un développement urbain intensif. La croissance urbaine semble se réaliser en Europe grâce à une meilleure organisation de la ville pour satisfaire les exigences du développement urbain. La ville européenne est plus concentrée et compacte. Son système de transports urbains semble mettre en œuvre les moyens de contenir la mobilité dans un espace restreint. Toutefois, cette restriction n'apparaît pas comme mettant en péril l'activité économique. Les villes européennes ont, semble-t-il, organisé leur système de transports autour de la structure urbaine. C'est en se densifiant qu'elles offrent une réponse aux besoins individuels de transport. Les vitesses européennes ne sont pas les plus rapides, mais elles suffisent à la satisfaction des besoins de mobilité nécessaire à une activité économique comparable à l'activité économique des villes de profil américain.

Dans ce contexte, les phénomènes de motorisation des ménages et d'étalement urbain peuvent être analysés de deux façons. Tout d'abord, en Europe, l'accès à l'automobile est une condition permissive de l'étalement urbain, de la fuite du centre historique. Ensuite, aux États-Unis, l'automobile est une donnée de la structuration et de la construction urbaine, essentiellement réalisée au XX^{e} siècle. La structure urbaine européenne héritée des différentes phases historiques d'urbanisme peut être vue comme une solution au développement économique : cette organisation spatiale peut être améliorée sans trop de coûts, pour recevoir l'activité supplémentaire. Mais aussi cet héritage urbain peut avoir été une forte contrainte au développement des systèmes de transports urbains, dont les infrastructures sont consommatrices d'espace. A l'opposé, la construction urbaine américaine a peut être plus facilement accueilli les infrastructures automobiles du fait de sa jeunesse. Et elle a ainsi pu se développer autour de l'automobile, et non pas développer l'automobile autour de la ville.

La constance des budgets temps de transport ne semble alors pas aussi certainement transférable et applicable à toute ville. La dimension de l'analyse de Zahavi étant la dimension mondiale, le budget temps de transport moyen d'une heure est représentatif de l'ensemble des villes du monde. Il est évident que cette moyenne gomme un très grand nombre d'effets propres aux diverses situations historiques, géographiques, économiques ou culturelles. En raison de cette dimension très agrégée, l'utilisation de cette hypothèse doit se faire avec de grandes précautions. A l'aide de la base UITP, un exemple d'invalidité de l'hypothèse de Zahavi peut être observé, par la segmentation continentale. Ainsi, dès que la dimension mondiale de l'analyse est quittée, la constance des budgets temps de transport ne semble plus aussi valide et pertinente.

SOMMAIRE

Avant-propos ***par Alain Bonnafous*** **..... 3**

Résumé de la partie I - La part modale des transports en commun dans les villes du monde 5

Résumé de la partie II - Les rapports espace-temps de la mobilité quotidienne et les systèmes productifs des transports urbains 9

PARTIE I - La part modale des transports en commun dans les villes du monde

Résumé **..... 21**

La base UITP « The millenium Cities Database » 27

1. Un échantillon représentatif des villes du monde 27

2. Année de référence des données 27

3. Le contenu informationnel de la base 28

3.1. Délimitation des agglomérations 28

3.2. L'année d'observation 29

3.3. Décomposition d'indicateurs 29

3.4. Définitions des indicateurs 29

3.5. Méthodes d'enquêtes 29

Etude de la part de marché des transports collectifs 31

1. La part des transports collectifs et les conditions géographiques et économiques 31

1.1. Le partage modal des modes mécanisés 31

1.2. La part des transports collectifs et la population urbaine 38

1.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la surface urbaine 39

1.4. La part des transports collectifs et les densités 41

1.5. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le PIB urbain 45

2. Les caractéristiques et les performances du système d'offre de transports urbains : les déterminants de la part de marché des transports collectifs 46

2.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la motorisation 47

2.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la longueur de routes par hectare 48

2.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et les possibilités de parking 49

2.4. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse moyenne de circulation sur route dans les agglomérations 52

2.5. Les déterminants de la vitesse 53

2.6. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route 60

2.7. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la distance moyenne parcourue 62

3. Deux instruments classiques des politiques de transports 65

3.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la part du PIB métropolitain consacrée aux investissements en transports collectifs 65

3.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix des transports 68

4. Quelques représentations complémentaires sur l'efficacité économique des systèmes de transports urbains 71

4.1. Le coût au passager/km et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB 71

4.2. Le coût au passager / km et le rapport des vitesses 73

4.3. La part des transports collectifs et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs 74

5. Approche économétrique 75

5.1. Utilisation des leviers potentiels des politiques de transports urbains 75

5.2. Régression de l'ensemble des relations identifiées 77

CONCLUSION 83

ANNEXES de la partie I 85

Annexe 1 - Liste des villes 87

Annexe 2 - Composition de la base UITP 89

PARTIE II - Les rapports espace-temps de la mobilité quotidienne et les systèmes productifs des transports urbains

Résumé **..... 99**

LA BASE UITP « THE MILLENIUM CITIES DATABASE » 107

1. Un échantillon représentatif des villes du monde 107

2. Année de référence des données 109

3. Le contenu informationnel de la base 109

3.1. Délimitation des agglomérations 110

3.2. L'année d'observation 110

3.3. Décomposition d'indicateurs 110

3.4. Définitions des indicateurs 110

3.5. Méthodes d'enquêtes 111

4. Description des calculs effectués sur les indicateurs et leur limite 111

5. Calculs des temps et des distances parcourues 112

6. Limites de l'information délivrée par la base 113

7. Le cas des villes françaises..... 113

8. Limites des indicateurs composés..... 114

PREMIERS RESULTATS ET PREMIERES PISTES..... 117

1. Budgets temps de transport et distances parcourues, les premiers résultats..... 117

2. L'hypothèse de Zahavi – La constance des budgets temps de transport..... 118

ÉTUDE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT DANS LA BASE UITP..... 125

1. Géographie de la ville - structure de l'espace urbain..... 125

1.1. Surface..... 125

1.2. Population..... 128

1.3. Densité de population..... 130

1.4. Densité d'emplois..... 133

1.5. Proportion d'emplois dans le CBD..... 136

1.6. Mesure de l'économie..... 140

2. La mobilité de la ville..... 146

2.1. Budget temps de transport et distance parcourue..... 146

2.2. La vitesse..... 150

2.3. Le comportement de mobilité et l'activité économique..... 153

3. Le système d'offre de transports..... 154

3.1. La motorisation..... 154

3.2. L'offre de transports collectifs..... 158

3.3. Les polluants et les consommations énergétiques..... 160

REMISE EN CAUSE DE L'HYPOTHESE DE CONSTANCE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT..... 165

CONCLUSION..... 169

ANNEXES de la partie II 171

Annexe 1 : Composition de la base UITP 173

Annexe 2 : Récapitulatif des relations 181

Bibliographie 183

Liste des graphiques et tableaux 185

PARTIE I

LA PART MODALE DES TRANSPORTS EN COMMUN DANS LES VILLES DU MONDE

I. JOLY (LET-ENTPE)

S. MASSON (CERAS-OMI, Université de Reims, Champagne-Ardennes, LET)

R. PETIOT (JEREM, Université de Perpignan)

Résumé

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ses auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales. La base de données « The millenium Cities Database », constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics) offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité quotidienne dans les grandes villes du monde. Les données collectées pour 100 villes du monde concernent la démographie, l'économie, la structure urbaine, le réseau routier, le réseau de transports publics, l'efficacité et les effets environnementaux des systèmes de transports, la mobilité qui est pratiquée dans ces villes, etc.. Ce sont 175 indicateurs qui sont disponibles pour 100 villes du monde, pour l'année 1995.

En 2001, Jean Vivier a conduit une analyse de la base UITP [1]. Son approche est orientée vers une analyse coût-bénéfice des différents types d'organisation de la mobilité. Dans ce rapport, il met en avant le coût social du modèle de mobilité basé sur l'automobile. Jean Vivier produit ainsi une analyse comparative détaillée des performances et des coûts des transports collectifs et des modes privés motorisés, des différents systèmes de transports décrits dans la base UITP. En définitive, son travail fut décrit comme un « argumentaire [qui] reprend et prolonge la thèse de la dépendance automobile pour en faire un plaidoyer en faveur des transports collectifs » [2].

Notre analyse s'appuie, elle aussi, sur la base de données UITP, afin de dresser un état des lieux de l'usage des transports collectifs dans les agglomérations. L'analyse produite ici, illustre le clivage existant entre la mobilité à « l'européenne » et la mobilité à « l'américaine ». Elle explore les relations possibles de la part de marché des transports collectifs des agglomérations avec les conditions géographiques et économiques des agglomérations, et avec, les caractéristiques et les performances des systèmes de transports urbains.

---

(1) Vivier J., (2001), Base de données sur 100 villes du monde pour une mobilité durable, UITP.
(2) Godard X., (2001), Notes de lecture : Millenium cities database for sustainable mobility, Recherche Transports Sécurité, n°71, pp.71-72.

Cependant, la description que nous produisons ici des profils d'organisation des systèmes de transports reste fondée sur des indicateurs classiques et « grossiers » de l'économie de la mobilité des villes. En effet, les risques encourus lors de comparaisons internationales conjugués à l'absence de précision sur la construction des indicateurs de la base UITP, ne permettent pas d'envisager une analyse aussi ambitieuse que celle de Jean Vivier. « On n'ose imaginer quelles hypothèses ont été faites pour certains indicateurs (tels que les temps de déplacements) » [1]. Il est presque évident que, dans ces conditions, la démarche d'une comparaison internationale, « gomme trop de spécificités à travers le moule d'indicateurs standard et révèle surtout sa fragilité vis-à-vis de toute une succession d'hypothèses et de traitements de l'information brute […] ». Le champ de notre analyse se limite donc à une description des systèmes de transports basée sur des indicateurs classiques. Il ne tente pas de détailler les mécanismes sur la base d'indicateurs précis, mais trop sujets à la critique ou trop rarement renseignés dans la base. De la même manière, l'analyse ne considère que rarement les pays en voie de développement. Ils sont, en effet, trop différenciés pour constituer une tendance significative. Et, un problème au niveau du recueil de l'information peut ici aussi être suspecté. Enfin, la discussion d'indicateurs à des niveaux nationaux ne peut être pertinente en raison du trop faible effectif de chaque pays. En conséquence, seules les comparaisons entre un pays et les profils continentaux sont possibles.

Notre rapport décrit deux profils d'organisation de la mobilité urbaine. Puis, il identifie certains mécanismes qui peuvent favoriser le développement ou le maintien des systèmes de transports en commun.

Le constat principal du rapport est que même si l'Europe parvient à maintenir un service de transports publics actif, son organisation des transports urbains tend à ressembler au système américain. La motorisation des populations développées est une évidence.

Mais la quasi-disparition des transports publics, comme c'est le cas en Amérique, est-elle une fatalité du développement ? Les pays émergents n'ont-ils pas d'autre issue que l'automobile pour assurer leur mobilité future ? L'analyse des conditions urbaines propres aux villes européennes et américaines permet d'identifier quelques-unes des conditions favorisant le développement (ou la survie ?) des transports collectifs. L'héritage d'un cadre géographique et d'une structure urbaine a conduit les villes à structurer leur système de transports urbains selon une logique plus ou moins intensive ou extensive. Le manque

---

(1) ibid.

d'espace des villes asiatiques ou, à l'opposé, l'étendue des agglomérations américaines sont des données fortes de l'histoire de la structure urbaine et donc du système de transports urbains.

Mais, le cadre géographique n'est pas le seul déterminant de l'organisation des transports urbains. Les villes font évoluer leur système de transports, elles orientent leur choix de développement et construisent un ensemble de conditions déterminant les choix individuels de mobilité. Ainsi, les décisions prises concernant le développement des infrastructures routières, les politiques de stationnement, les vitesses de circulation déterminent une part des choix de mobilité. Plus particulièrement, les vitesses des modes de transports sont étudiées. Quelles sont les conditions géographiques, économiques des agglomérations qui facilitent la circulation automobile ou des transports en commun ? L'individu face à cet ensemble de moyens de transports doit déterminer comment satisfaire son besoin de mobilité car c'est par l'arbitrage entre les vitesses des modes qu'il peut parcourir de plus ou moins grandes distances.

Les profils d'agglomérations dégagés constituent des organisations de systèmes de transports qui se distinguent nettement les unes des autres. Les niveaux de fréquentation des transports collectifs permettent de différencier ces groupes et de rechercher les leviers politiques potentiels favorisant les transports collectifs. Quelques-uns des instruments des politiques de transports urbains sont ainsi identifiés dans l'analyse. Et leurs effets sur la part de marché des transports collectifs sont observés.

A l'issue de ces analyses, un ensemble de déterminants de la part de marché des transports collectifs est identifié. Les outils économétriques permettent, enfin, de vérifier et de confirmer quantitativement l'impact de ces déterminants.

La motorisation est la plus prononcée dans les villes américaines, canadiennes et océaniques. Ces agglomérations présentent en conséquence une mobilité caractéristique. Les vitesses de déplacements sont globalement plus rapides, et les distances parcourues plus longues. La ville est généralement plus étalée, moins dense, les emplois sont plus dispersés. Le système de transports urbains est orienté vers l'automobile. Peu d'investissements sont consacrés aux transports collectifs par rapport aux infrastructures routières. Les politiques de stationnement, les coûts d'usage de l'automobile, le prix du carburant créent un ensemble de conditions favorables à l'usage des modes privés.

A l'opposé, les villes européennes et asiatiques se sont organisées en conservant des transports publics actifs. Cette situation est le résultat de conditions propres

à la structure urbaine et de conditions propres à l'organisation du système de transports urbains. Le maintien des transports collectifs est donc, pour une part, le résultat d'une histoire mais aussi d'un choix politique.

L'analyse des parts de marché des transports collectifs identifie, d'une part les conditions favorables au maintien des transports en commun. Ce sont les conditions géographiques ou de la structure urbaine. Elles rendent l'existence d'un système de transports collectifs plus ou moins pertinente. D'autre part, un ensemble d'instruments est identifié qui permettent d'orienter les choix modaux des individus : les prix relatifs des modes, les prix du carburant, et les vitesses relatives, interviennent directement dans ce choix. Mais aussi les décisions relatives au développement du système de transports, telles que la politique de stationnement et la politique d'investissements.

La situation des agglomérations françaises n'est pas exemplaire par rapport à celle de leurs voisines européennes. Les agglomérations de l'hexagone sont celles qui sont le plus proches de l'organisation extensive « à l'américaine » des transports urbains. Les parts de marché de l'automobile, et les taux de motorisation français sont bien souvent les plus élevés d'Europe, alors que les villes françaises ne sont pas caractérisées par des conditions géographiques particulières. Leurs caractéristiques des systèmes de transports urbains ne sont pas non plus bien différentes des autres villes européennes. Ce sont très certainement, certains des choix de politiques de transports qui ont favorisé l'usage de l'automobile en France. En effet, les agglomérations françaises semblent avoir plus particulièrement investi en faveur des modes privés de déplacements. De même, les possibilités de stationnement sont, dans les villes françaises, plus grandes que dans la plupart des villes d'Europe.

Introduction

Les systèmes de transports urbains sont la base de la mobilité du citadin. Ils conditionnent l'espace de réalisation des déplacements urbains. Tout d'abord en mettant à disposition un ensemble de moyens de transports et un cadre d'utilisation de ces modes de transports. Puis, en définissant les zones d'accessibilité des individus. En effet, la structure et l'organisation du système de transport dictent les conditions d'accès aux zones urbaines. Ils agissent autant en terme de moyen, qu'en terme de contrainte pour les individus. L'essentiel des transports sont réalisés par l'automobile, les transports en commun, et la marche à pied. L'automobile permet une grande liberté de mouvement, elle reste cependant le mode de transport des populations « privilégiées » motorisées. Les transports en commun sont, le mode « social » de transport. Ils limitent néanmoins l'espace-temps des mobilités individuelles par rapport à la voiture particulière. Enfin, la marche à pied réduit très fortement la zone d'accessibilité, malgré son usage libre et gratuit. Ainsi, le fondement du choix modal peut, pour l'essentiel, se résumer à un arbitrage entre le coût généralisé du mode de transport choisi et la zone d'accessibilité correspondante définie dans l'espace et dans le temps.

L'autorité organisatrice des transports urbains doit intégrer, en plus des satisfactions individuelles des besoins de mobilité, la dimension collective des coûts et avantages du transport. Dans cet objectif de satisfaction nette collective, les politiques de transports orientent leurs décisions autour de plusieurs axes : la satisfaction des besoins de mobilité, le coût de l'organisation du système de transports et le coût des nuisances du transport. Leurs moyens d'action résident pour l'essentiel dans l'offre de transports collectifs et dans la maîtrise des conditions de circulation automobile.

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ces auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales, du moment que ces comparaisons ont un sens. Notre analyse s'appuie sur la base afin de dresser un état des lieux de l'usage des transports collectifs dans les agglomérations. Les pays développés s'alignent sur une tendance forte : la motorisation. Et même si l'Europe parvient à maintenir un service de transports

publics actif, son organisation des transports urbains tend à ressembler au système américain. La motorisation des populations développées est un constat. Mais la disparition des transports publics, comme c'est le cas en Amérique, est-elle une fatalité du développement ? Les pays émergents n'ont-ils pas d'autre issue que l'automobile pour assurer leur mobilité future ? L'analyse des conditions urbaines propres aux villes européennes et américaines permet d'identifier quelques-unes des conditions favorisant le développement (ou la survie ?) des transports collectifs. L'héritage d'un cadre géographique et d'une structure urbaine a conduit les villes à structurer leur système de transports urbains selon une logique plus ou moins intensive ou extensive. Le manque d'espace des villes asiatiques ou, à l'opposé, l'étendue des agglomérations américaines sont des données fortes de l'histoire de la structure urbaine et donc du système de transports urbains. Mais, le cadre géographique n'est pas le seul déterminant de l'organisation des transports urbains. Les villes font évoluer leur système de transports, elles orientent leur choix de développement et construisent un ensemble de conditions déterminant les choix individuels de mobilité. Ainsi, les décisions prises concernant le développement des infrastructures routières, les politiques de stationnement, les vitesses de circulation déterminent une part des choix de mobilité. Plus particulièrement, les vitesses des modes de transports sont étudiées. Quelles sont les conditions géographiques, économiques des agglomérations qui facilitent la circulation automobile ou des transports en commun ? L'individu face à cet ensemble de moyens de transports doit déterminer comment satisfaire son besoin de mobilité car c'est donc par l'arbitrage entre les vitesses des modes qu'il peut parcourir de plus ou moins grandes distances.

Les profils d'agglomérations dégagés constituent des organisations de systèmes de transports qui se distinguent nettement les unes des autres. Les niveaux de fréquentation des transports collectifs permettent de différencier ces groupes et de rechercher les leviers politiques potentiels favorisant les transports collectifs. Quelques-uns des instruments des politiques de transports urbains sont ainsi identifiés dans l'analyse. Et leurs effets sur la part de marché des transports collectifs sont observés.

A l'issue de ces analyses, un ensemble de déterminants de la part de marché des transports collectifs est identifié. Les outils économétriques permettent, enfin de vérifier et de confirmer quantitativement l'impact de ces déterminants.

La base UITP « The millenium Cities Database »

La base de données, dénommée « The millenium Cities Database », a été constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics), avec la collaboration de Jeff Kenworthy et Felix Laube de l'université de Murdoch. Par son ampleur unique en son genre, cette base de données offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité dans les villes du monde. En effet, les données collectées pour 100 villes du monde, concernent la démographie, l'économie et la structure urbaine, le parc automobile, les taxis, le réseau routier, le stationnement, les réseaux de transports publics (offre, usage et coût), la mobilité des individus et le choix du mode de transport, l'efficacité du système de transports et ses effets sur l'environnement (temps et coûts de transport, consommation d'énergie, pollution, accidents...). Ainsi, 66 indicateurs bruts (175 indicateurs bruts élémentaires) ont été produits dans les 100 villes sélectionnées.

1. Un échantillon représentatif des villes du monde

Tous les continents sont représentés dans la base. Les villes étudiées sont réparties comme suit : 35 en Europe de l'Ouest, 6 en Europe de l'Est, 15 en Amérique du Nord, 10 en Amérique latine, 8 en Afrique, 3 au Moyen-Orient, 18 en Asie et 5 en Océanie. Toutes les tailles d'agglomération sont représentées, depuis Graz en Autriche (240.000 habitants), jusqu'à la région métropolitaine de Tokyo (32,3 millions d'habitants). 60 agglomérations appartiennent à des pays développés et 40 à des pays émergents ou en développement (*Annexe 1*).

2. Année de référence des données

Les données recueillies font référence à l'année 1995. Du fait de la longueur des travaux nécessaires à l'élaboration de la table, la question de l'obsolescence de cette table peut se poser. Cependant, les informations de cette base peuvent être considérées comme actuelles, dans la mesure où l'économie de la mobilité s'inscrit dans la durée des phénomènes étudiés. L'évolution des villes, la réalisation des grandes infrastructures, et l'évolution des mobilités sont des

phénomènes de moyen, voire de long terme. Il est estimé, par les auteurs de la base, que la durée de validité d'un tel ensemble de données est de plus de 10 ans pour des villes de pays développés et d'un peu moins de 10 ans pour des villes en développement à forte croissance économique et démographique.

3. Le contenu informationnel de la base

Les informations collectées sont principalement de nature quantitative. Les aspects peu quantifiables comme par exemple les opinions des citadins sur leur système de transports sont en dehors du champ de l'étude. Cependant, des informations qualitatives concernant l'urbanisme, la circulation, le stationnement et les transports publics ont été également recueillies. La liste complète des indicateurs bruts collectés figure en *annexe 2*.

La diversité des domaines d'où sont issus les divers indicateurs présents dans la base, constitue un atout évident. Dans le sens où la dimension mondiale confère à la base un grand intérêt pour les comparaisons internationales et la connaissance de la mobilité à un niveau mondial.

Cependant, un certain nombre d'ambiguïtés et de problèmes persistent. Outre les problèmes de sens des comparaisons de certaines villes, ce sont des problèmes de définitions des indicateurs qui sont les plus pénalisants. Alors que la faible pertinence de certaines comparaisons d'indicateurs entre villes peut limiter la portée et la puissance des conclusions qui en découlent, l'harmonisation des définitions des indicateurs utilisés est primordiale pour ne pas fausser les analyses. Si l'analyste doit prêter une attention à la justification de ses études, il n'en reste pas moins que la base de son travail doit présenter une cohérence et une homogénéité d'ensemble. L'analyse globale au niveau mondial gommera un bon nombre de spécificités locales au travers d'indicateurs standardisés. Mais c'est surtout la succession d'hypothèses et de traitements de l'information brute qui constitue un ensemble de questions épineuses.

De ce fait un certain nombre d'ajustements ont été nécessaires pour faire coïncider les différentes mesures.

3.1. Délimitation des agglomérations

L'étude de la mobilité possède une pertinence géographique, qui n'est pas toujours adaptée aux entités administratives en place produisant les

informations. Les données disponibles pour des zones administratives non-adaptées ont donc dû être ajustées. Par exemple, des regroupements de communes ont du être effectués par les concepteurs de la base, pour reconstituer des zones métropolitaines pertinentes.

3.2. L'année d'observation

De la même manière, les dates des enquêtes disponibles dans les différentes villes n'étant pas identiques, des extrapolations ont été nécessaires pour que toutes les données concernent l'année 1995.

3.3. Décomposition d'indicateurs

D'une difficulté plus grande, la distinction non-systématique de sous catégories au sein d'indicateurs, relevés pour certaines villes à un niveau trop agrégé, a produit certaines carences dans la base. Ainsi la séparation des services suburbains et des services interurbains, ou la reconstitution de secteurs composés de plusieurs entrepreneurs privés sont problématiques.

3.4. Définitions des indicateurs

A un niveau de détail encore plus précis, les divergences de définitions ne peuvent être effacées. Ainsi l'homogénéité stricte des définitions des indicateurs relevés peut être mise en doute. En effet, sans un travail en amont de standardisation des mesures de la mobilité les indicateurs tels que les temps et les distances de parcours, la définition de la personne étudiée (limite d'âge, statut professionnel), le motif de transport (déplacement professionnel ou personnel), etc. doivent être utilisés avec prudence.

3.5. Méthodes d'enquêtes

Enfin, dans un soucis de détail, les divergences de résultats produits par des méthodes d'enquêtes différentes pourront être évoquées. En effet, qu'il s'agisse de relevés sur le terrain, d'enquêtes téléphoniques, ou de carnets de bord, les informations recueillies n'ont ni la même valeur informationnelle, ni le même pouvoir représentatif.

La base étant qualifiée d'imparfaite, par ces auteurs même, elle n'en reste pas moins le recueil de données le plus abouti, complet et fiable à ce jour. L'intégralité des indicateurs est renseignée pour 84 villes sur l00. Pour les autres cas, le taux de collecte varie de 30 % à 95 %. C'est en Amérique latine que le recueil de données est le moins complet.

Etude de la part de marché des transports collectifs

L'analyse de la part de marché des transports collectifs est constituée en trois temps. Tout d'abord, les données géographiques et économiques sont utilisées pour illustrer et explorer des profils types de systèmes de transports. Cela afin de permettre notamment de distinguer les systèmes de transports en fonction du niveau de développement économique ou technique des régions étudiées. Puis, les performances, mais aussi les déterminants des organisations des transports collectifs sont observées. Les relations existant entre les profils d'organisation de systèmes de transports et les indicateurs de mobilité sont ainsi éclairées. Ensuite, plusieurs mesures des coûts des systèmes de transports sont étudiées, et permettent de comparer les rapports entre le coût des systèmes de transports et leurs performances. Enfin, une approche économétrique est initiée dans le but d'identifier et de quantifier les effets des caractéristiques déterminantes des systèmes de transport.

L'indicateur retenu pour mesurer la part modale en transports collectifs est le rapport entre le nombre de déplacements effectués en transports collectifs et le nombre total de déplacements en modes mécanisés. L'indicateur fondé sur le rapport du nombre de voyageur.kilomètres semblait, en effet, moins significatif selon les régressions effectuées sur les principales variables.

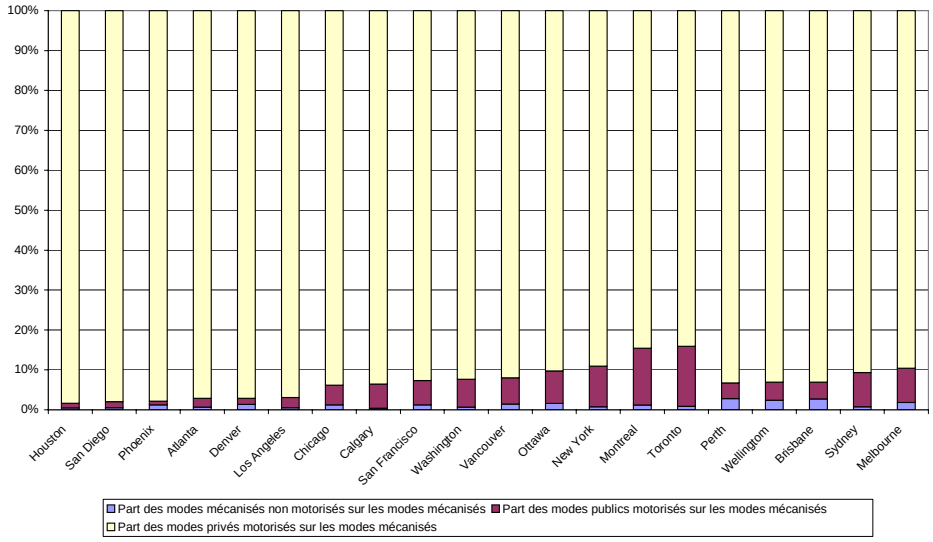
1. La part des transports collectifs et les conditions géographiques et économiques

1.1. Le partage modal des modes mécanisés

Le découpage par continent est le plus simple. Il illustre très rapidement le clivage existant entre deux types d'organisation des systèmes de transports urbains. En effet, l'observation des parts relatives des différents modes mécanisés, permet de distinguer les agglomérations dont la mobilité est dominée par l'automobile, de celles qui possèdent un système de transports collectifs actifs.

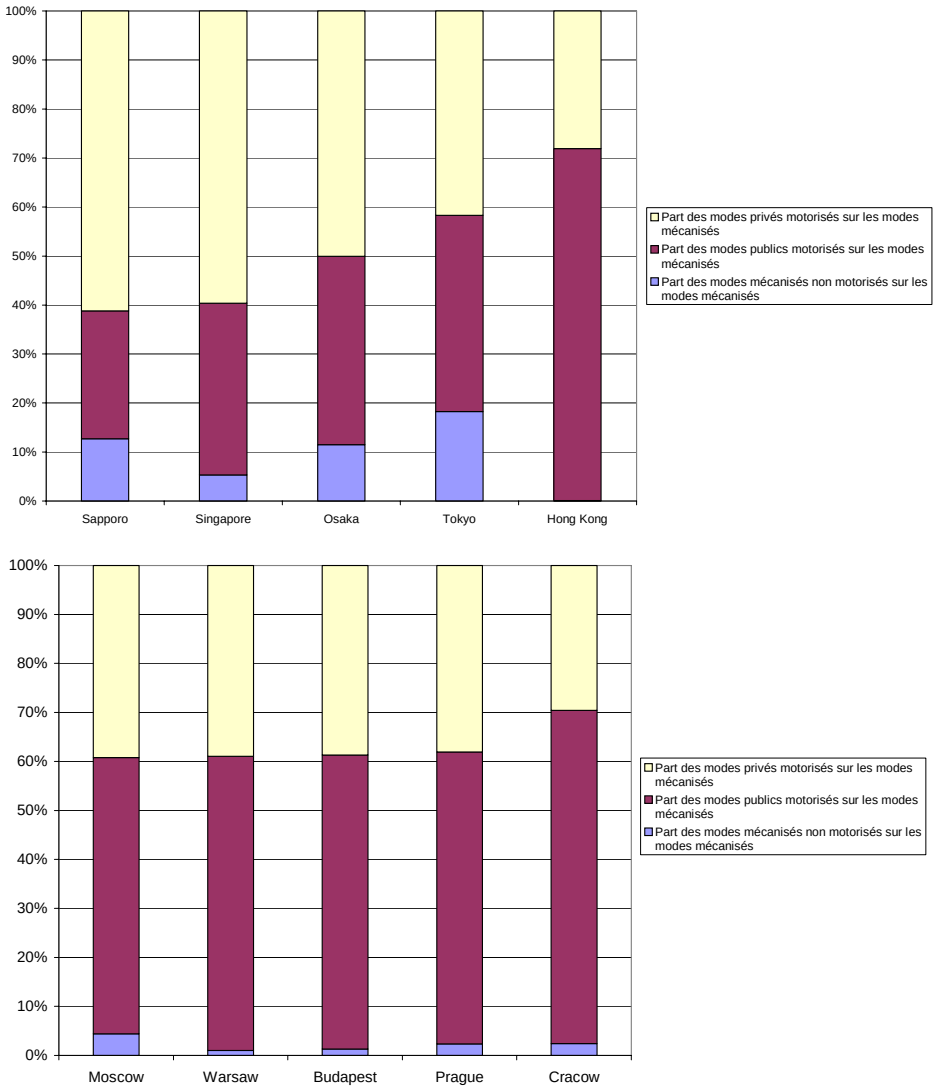
Par rapport aux autres agglomérations du monde, la situation européenne est intermédiaire entre, d'une part, la situation américaine, et d'autre part, la situation des grandes villes asiatiques ou d'Europe de l'Est. En effet, les agglomérations d'Amérique du Nord et d'Océanie ont toutes organisé leurs transports urbains autour de la voiture particulière (93 % de part de marché). Elles ne laissent qu'une faible part aux transports collectifs (6 % de part de marché), et une part encore plus réduite ni aux modes mécanisés et non motorisés (1 % de part de marché) (g*raphique 1*).

Graphique 1 - Partage modal des modes mécanisés en Amérique du Nord et Océanie.



A l'opposé, les villes d'Europe orientale et les grandes villes asiatiques laissent une place importante aux transports collectifs, avec respectivement, 60 % et 42 % de part de marché moyenne. Mais, là encore la part des modes mécanisés non motorisés est contrastée, puisqu'elle atteint 10 % pour les villes asiatiques, et reste très faible pour les villes d'Europe de l'Est (3 %) (*graphique 2*).

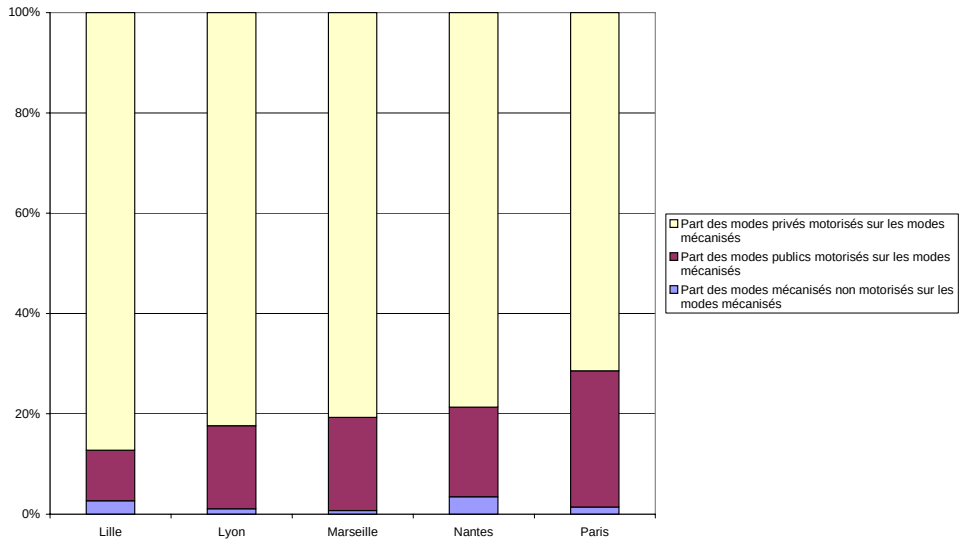
Graphique 2 -Partage modal des modes mécanisés en Europe de l'Est et dans les grandes villes asiatiques



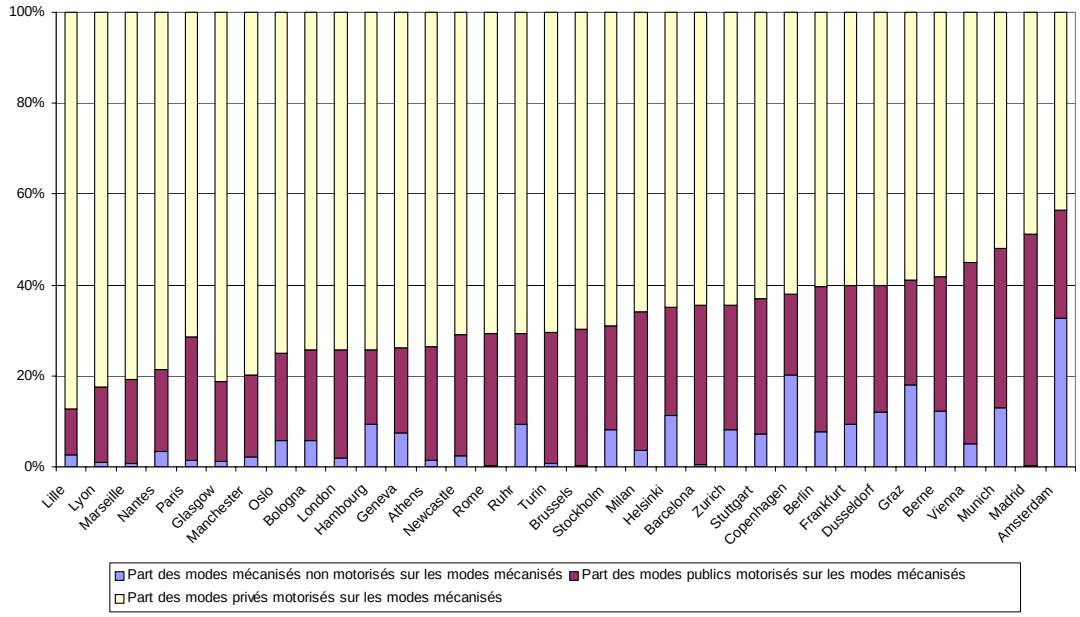
Les mobilités françaises sont dominées par l'automobile (en moyenne, 80 % de part de marché pour l'automobile). Mais les agglomérations françaises disposent d'un service de transports publics qui représente en moyenne 18 % des déplacements mécanisés (*graphique 3*).

Les villes françaises se rapprochent de la moyenne d'Europe occidentale, où la mobilité est assurée à 25 % par les transports collectifs. La voiture particulière n'y représente en moyenne que 68 % (*graphique 4*). Mais, des situations contrastées coexistent dans ce groupe. Des villes comme Madrid, Vienne, Barcelone, Munich, sont plus orientées sur les transports collectifs que les autres. Les villes françaises font partie du groupe où l'automobile reste le mode largement dominant. La place des modes mécanisés mais non motorisés, est elle aussi très contrastée et n'est pas la conséquence directe du résultat de l'arbitrage transports collectifs – automobile.

Graphique 3 - Partage modal des modes mécanisés en France.

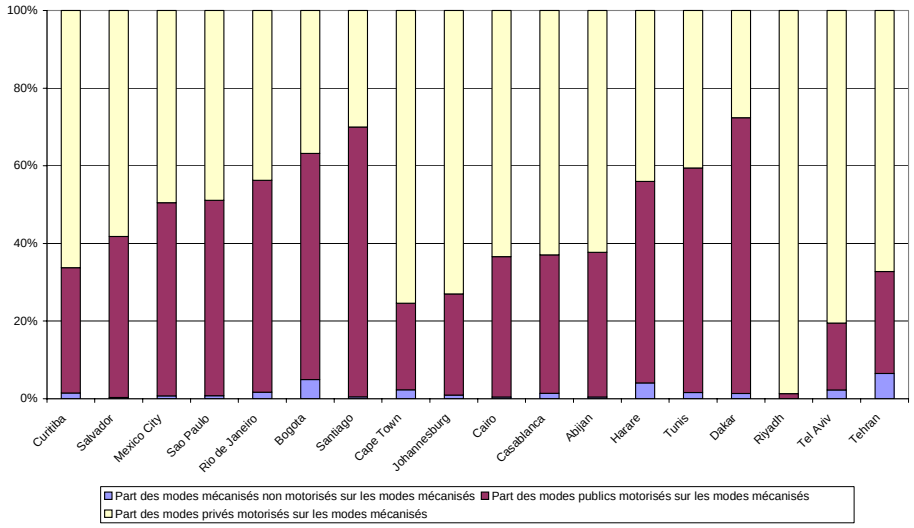


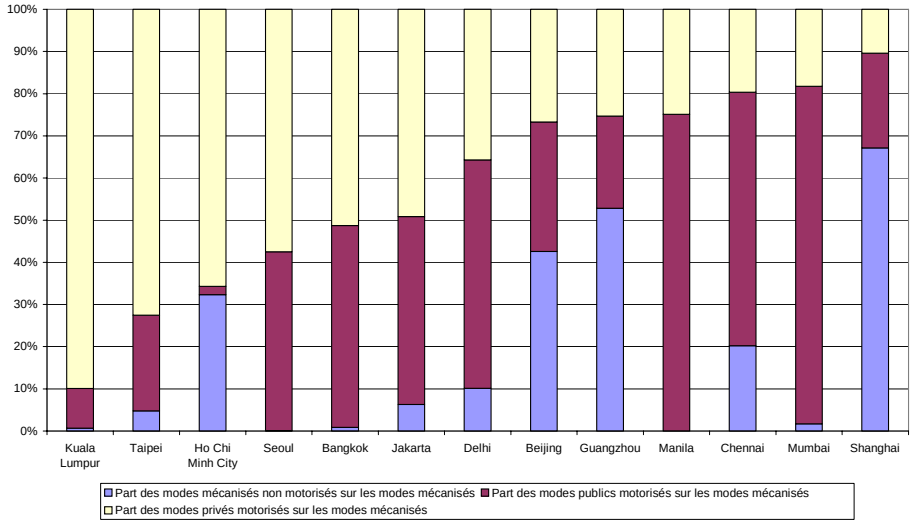
Graphique 4 - Partage modal des modes mécanisés en Europe occidentale.



Enfin, les villes des pays émergents affichent des parts de marché de transports collectifs relativement importantes (40 % en moyenne). Seules les villes du Moyen Orient ont laissé une place importante à l'automobile, avec 82 % de part de marché (*graphique 5*). Toutefois, pour ces villes la place de l'automobile peut ne pas résulter simplement d'un choix d'orientation du système de transports urbains. Mais, elle peut être la conséquence du niveau de développement économique des villes.

Graphique 5 - Partage modal des modes mécanisés dans les pays émergents





Les partages modaux des différents continents permettent de distinguer plusieurs groupes de villes possédant des systèmes d'organisation des transports urbains proches. En effet, le groupe le plus net est certainement le groupe des villes américaines et océaniques qui laissent peu de place aux transports collectifs. A l'opposé, le groupe des grandes villes asiatiques, les villes d'Europe de l'Est, et des pays émergents, font apparaître des parts de marché de transports en communs, nettement supérieures ou proches de 50 %. Cependant, pour de nombreuses villes de ce groupe, cette part de marché peut être perçue, non pas comme le résultat d'un choix d'orientation de la politique des transports, mais d'une contrainte imposée par le niveau de développement économique. Il est donc difficile de considérer que ces villes forment un groupe homogène, et qu'elles ont choisi une politique tournée vers les transports collectifs. Enfin, le groupe européen présente des systèmes de transports urbains dans lesquels la part des TC résistent autour de 25 %.

La question cruciale de la transformation des systèmes de transports ne peut pas être traitée ici. En effet, la base UITP ne fait référence qu'à l'année 1995. Il est donc impossible, sans série chronologique, d'avoir une vision de l'évolution des systèmes au fil des ans, qui soit basée sur les mêmes indicateurs.

Ces partages modaux ne sont pas sans conséquence sur le type de mobilité réalisée. En effet, les distances parcourues possèdent une cohérence avec les partages modaux. Dans l'ensemble, dans les villes faisant plus appel à l'automobile, les distances moyennes parcourues par déplacement sont plus importantes. Elles approchent les 11km dans les villes américaines, et descendent autour de 8km, dans les villes européennes où les transports collectifs sont plus présents. Cependant, dans ce dernier groupe, les situations sont contrastées. Les grandes villes asiatiques atteignent des distances moyennes de 9km, pour des parts de marché de transports collectifs importantes. Alors que les villes d'Europe de l'Est affichent des distances moyennes de 6km. Là encore, les villes françaises sont au bas du tableau, puisque avec des parts de marché de l'automobile élevées par rapport au reste de l'Europe, les distances parcourues par déplacement sont en moyenne seulement de 6km (*tableau 1*).

Tableau 1 - Parts de marché moyennes des transports collectifs et des voitures particulières (en %) et distances moyennes par déplacement (en km)

	Parts moyennes des TC (%)	Parts moyennes des VP (%)	Distances moyennes
USA-Océanie	5	92,8	11,8
Grandes Asie	42	48,1	11
Amérique du Sud	50	47,6	10,3
Europe de l'Ouest	25	67,9	7,9
Afrique	42	56,1	7,5
Moyen Orient	14	82,1	7,3
Asie	39	42	7
Europe de l'Est	60	36,9	6,6
France	18	80	5,9

Les premières analyses de la part de marché des transports collectifs nous permettent de définir trois groupes d'agglomérations. Les villes européennes sont en position intermédiaire entre les villes américaines utilisant peu les transports en commun et les grandes villes asiatiques et d'Europe de l'Est. Au sein de ce groupe européen, les villes françaises tendent à se rapprocher des organisations américaines des transports.

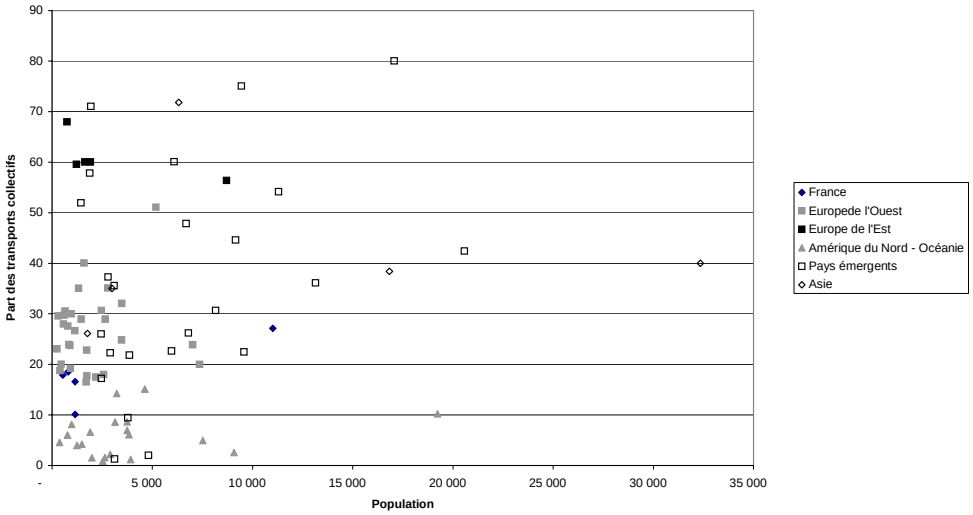
La caractérisation plus précise de ces profils de système de transports urbains nécessite dès lors l'exploration de la part de marché des transports collectifs sous des angles divers. Tout d'abord, les situations géographiques et économiques des agglomérations seront étudiées. Les niveaux de population concernées par les transports collectifs, les surfaces à couvrir par les réseaux de transports, le développement économique des agglomérations conditionnent le développement des systèmes de transports urbains.

1.2. La part des transports collectifs et la population urbaine

Dans l'ensemble, la population de l'agglomération ne semble pas affecter la part de marché des transports collectifs. Les situations des villes des pays émergents, d'Europe de l'Est et les grandes villes asiatiques sont toujours très dispersées. Quant à elles, les villes d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord, constituent deux groupes distincts. Le premier, européen, affiche des parts de marché des transports collectifs plus élevées que le groupe américain. Toutefois, aucune relation entre la population et la part de marché n'est

apparente. Le niveau de population potentiellement « captive », ne semble pas pouvoir justifier le développement d'un système de transports collectifs (*graphique 6*).

Graphique 6 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la population (en milliers)

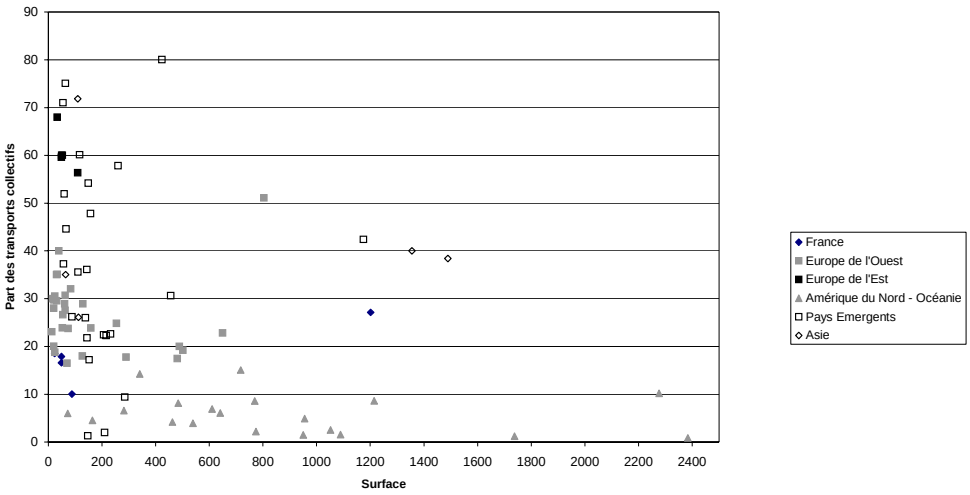


1.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la surface urbaine

Pour l'ensemble des villes, aucune relation fonctionnelle n'apparaît entre la surface urbaine et la part de marché des transports collectifs.

La décomposition par continent peut nous éclairer davantage sur cette relation. Nous retrouvons la position caractéristique des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie, qui combinent des surfaces de grande envergure et des parts de marché très faibles. Les villes européennes ont des superficies bien moindres, excepté Paris et Madrid, et des parts de marché plus importantes (*graphique 7*).

Graphique 7 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la surface urbaine (en milliers d'ha)



Les villes des pays émergents, d'Europe de l'Est et les grandes agglomérations asiatiques sont dispersées.

Par leur niveau de part de marché, les villes françaises se situent, dans les *graphiques 6* et *7* à la frontière des groupes européen et américain. Mais ne se distinguent pas, par leur niveaux de population ou par leur surface.

La part des transports collectifs apparaît donc peu corrélée avec la surface de l'agglomération. Il semble tout de même que pour les villes de grande envergure des pays développés, les transports en commun soient délaissés. Mais cela paraît peu significatif. D'autant plus que les définitions des aires urbaines étudiées par la base UITP restent mystérieuses. La comparaison des surfaces de Lille (*87900 ha*) et de Lyon (*48675 ha*), illustre notamment le fait que les mobilités qui sont captées par les enquêtes ne permettent pas tout à fait de comparer les parts de marché des transports collectifs. En effet, pour la première agglomération : l'arrondissement de Lille, un certain nombre de déplacements peuvent être considérés comme des déplacements interurbains (entre Lille, Roubaix et Tourcoing). Pour ce type de déplacements, les mécanismes du choix du partage modal individuel ne sont pas identiques à ceux de l'intra-urbain.

Les indicateurs de niveau de population et de surface semblent peu explicatifs du partage modal. Cependant, il paraît pertinent d'envisager que la structure de la ville possède une influence sur le mode utilisé. Les difficultés d'organisation

et de gestion, de transports collectifs en zones rurales illustrent bien le rapport à l'espace que peuvent entretenir les systèmes de transports.

1.4. La part des transports collectifs et les densités

Des indicateurs de la structure spatiale de la ville sont étudiés. L'approche par les densités de population et d'emplois, permet de mettre en relation le système de transports urbains avec la concentration des individus et des activités dans la ville.

1.4.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la densité urbaine

En considérant toutes les villes, une relation positive entre la part de marché des transports collectifs et la densité urbaine apparaît, c'est-à-dire que plus la densité de population est forte, plus la part de marché à tendance à être élevée.

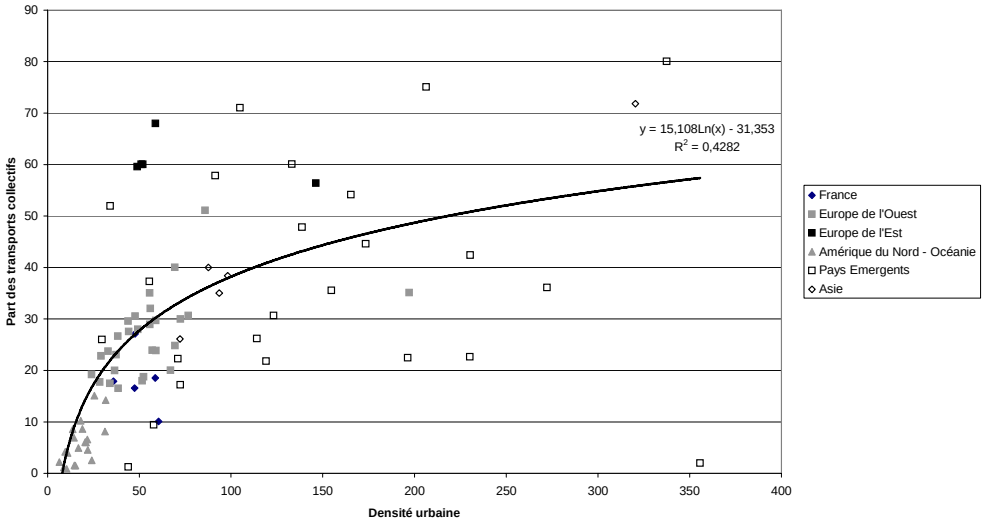
La décomposition du nuage de points par continent nous permet de mieux caractériser le phénomène.

Les villes d'Amérique du Nord et celles d'Océanie combinent des densités faibles avec des parts de marché en transports collectifs également réduites. La faible densité de ces agglomérations rend difficile une desserte en transports collectifs efficace. Par ailleurs, comme nous le verrons, ces villes disposent d'une offre routière à forte capacité permettant une circulation rapide, qui semble plus pertinente pour ces niveaux de densités.

Les villes d'Europe de l'Ouest et les grandes agglomérations asiatiques se distinguent des villes précédentes. Elles présentent une densité urbaine plus forte avec des parts de marché en transports collectifs se situant entre 15 % et 50 % (51 % pour Madrid). Les situations de ces villes sont diversifiées. Elles se situent tout de même le long d'un gradient croissant densité urbaine-part des transports collectifs.

Les villes françaises, en comparaison avec leur densité, présentent des parts de marché en transports collectifs relativement faibles, excepté pour Paris, qui est sur la courbe (47,62 pers./ha. ; 27,14 %) (*graphique 8*).

Graphique 8 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers./ha.)



1.4.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la densité d'emplois

La densité d'emplois dans la ville possède le même type d'effet que la densité urbaine sur la part de marché des transports collectifs. La dispersion des emplois dans l'aire urbaine rend la soutenabilité d'un système de transports en commun plus difficile. Toutefois, ce résultat était attendu, dans la mesure où les densités urbaine et d'emplois sont très fortement corrélées (*tableau 2* : *coefficient de corrélation de Pearson : 0,92*)

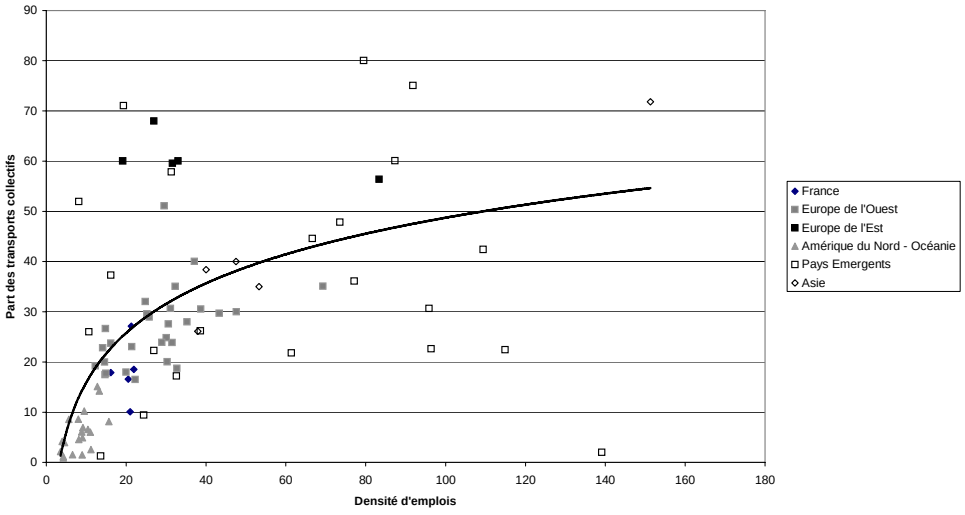
Tableau 2 - Coefficients de corrélation entre la part de marché moyenne des transports collectifs et les densités urbaine et d'emplois

	Part moyenne des TC	Densité d'emplois
Part moyenne des TC	1	0,3
Densité urbaine	0,32	0,92

Les situations continentales sont identiques aux précédentes. Les villes américaines et océaniques affichent des densités d'emplois trop faibles pour soutenir un système de transports collectifs efficace. Les villes européennes et les grandes cités asiatiques voient la part de leurs transports collectifs croitre avec la densité d'emplois. Enfin, les villes d'Europe de l'Est et des pays émergents sont dispersées autour de ces deux tendances significatives.

Les villes françaises sont toujours dans le bas de la tendance européenne. (*graphique 9*)

Graphique 9 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité d'emplois (en emplois/ha.)



La structuration de l'espace urbain semble être une variable explicative de la part de marché des transports collectifs. La dispersion des emplois ou de la population dans la ville affecte la performance des transports en commun. Ceci peut notamment s'expliquer par l'existence d'un niveau de densité assurant la soutenabilité d'un système de transports publics. Sous ce seuil de densité, les systèmes de transports collectifs ne peuvent être viables. Ils sont alors concurrencés par l'automobile.

Cependant nos indicateurs restent vagues sur l'organisation de la ville et la position des activités par rapport aux résidences. Ils supposent une répartition uniforme des emplois et des populations sur l'aire urbaine.

1.4.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la proportion d'emplois dans le centre

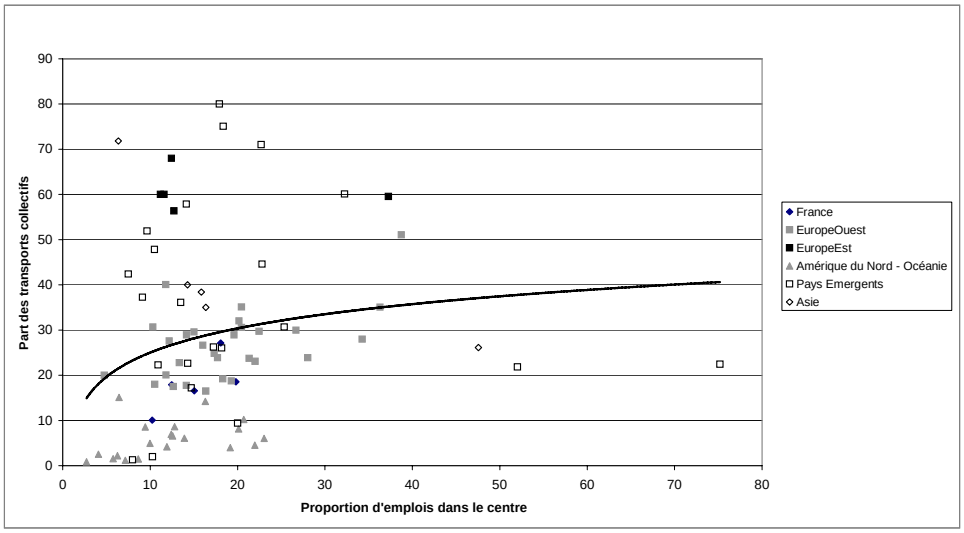
Un indicateur supplémentaire permet d'appréhender l'organisation urbaine de façon plus détaillée : la proportion d'emplois dans le centre.

La proportion d'emplois dans le centre est établie, dans la base UITP par rapport la définition anglo-saxonne du centre ville : le *Central Business District*. Cette proportion est une mesure du pouvoir attractif exercé par le centre ville sur les activités de l'ensemble de l'agglomération. Un fort pouvoir attractif du centre signifiera aussi que le centre sera un point de convergence des déplacements. Cependant, cet indicateur est moins explicatif de la part des transports collectifs que les densités urbaine et d'emplois. Même si la relation entre la proportion d'emplois dans le centre et la part de marché des transports en commun est croissante, la dispersion autour de cette tendance générale est très forte.

La décomposition géographique indique que les effets de la proportion d'emplois sur la part de marché des tranports en commun est positive pour les groupes de villes américaines, océaniques, et européennes. Mais les relations sont moins significatives, en raison de la plus forte dispersion des proportions d'emplois dans le centre (*graphique 10*).

Les villes françaises sont caractérisées par des proportions d'emplois dans le centre proches de la moyenne européenne et comme nous l'avons déja vu, par des parts de marché des transports collectifs plus faibles que la moyenne européenne.

Graphique 10 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la proportion d'emplois dans le centre (en %)



Les indicateurs économiques fournis dans la base UITP permettent d'approfondir le lien existant entre la part de marché des transports collectifs et la ville. En observant le PIB urbain, nous pouvons étudier les niveaux de développement économique, et d'activités ainsi que les moyens de transports accessibles de la ville peuvent être étudiés.

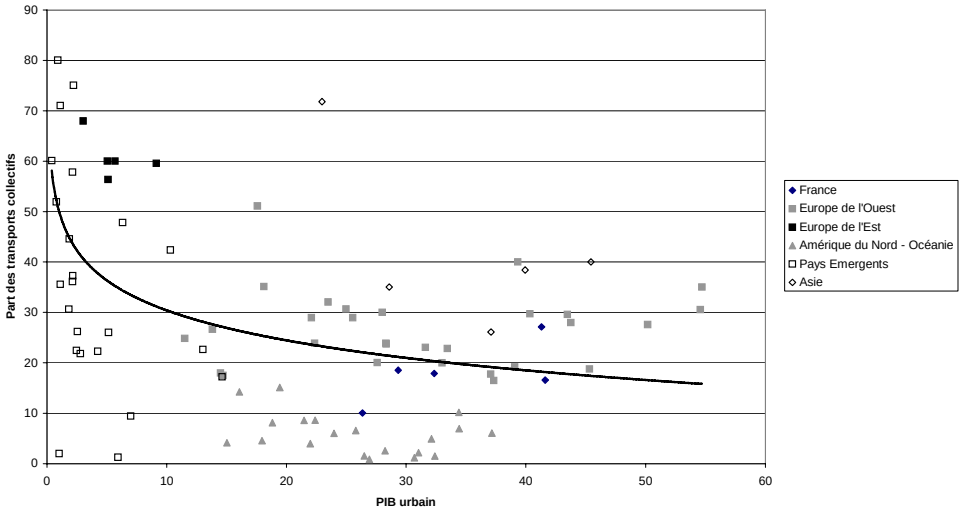
1.5. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le PIB urbain

Pour l'ensemble des villes, une relation décroissante entre le PIB métropolitain et la part de marché en transports collectifs semble se dessiner. Cependant, cette tendance est surtout expliquée par l'opposition des pays industrialisés aux pays en voie de développement, où la part de marché des transports collectifs reste importante car l'accès à la motorisation n'est pas démocratisé.

En effet, l'observation des situations des villes européennes, américaines et océaniques, révèle que le PIB métropolitain n'a quasiment pas d'influence sur le niveau de la part de marché des transports collectifs (*graphique 11*). L'influence de la structure urbaine, analysée précédemment est donc plus significative.

En effet, hormis le clivage entre pays émergents et pays développés, il est impossible de distinguer les villes européennes des villes américaines et océaniques par leur niveau de PIB urbain. Il en résulte que le PIB est inefficace à expliquer les différences de partage modal existant entre ces deux groupes. Mais il est clair que cet indicateur du développement de l'activité économique et des moyens de transports explique une grande partie des situations relatives des pays émergents par rapport aux pays développés. *Cela laisse supposer qu'il pourrait exister un niveau de PIB à partir duquel l'usage des transports collectifs n'est plus une obligation, mais un choix.*

Graphique 11 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD)



2. Les caractéristiques et les performances du système d'offre de transports urbains : les déterminants de la part de marché des transports collectifs

La structure urbaine en tant que lieu d'exercice de la mobilité impose un certain nombre de contraintes. En effet, le système de transports urbains doit s'adapter aux contraintes physiques qui sont dictées par la ville. Par exemple, l'accès automobile aux centres historiques étroits et tortueux européens n'est pas toujours aisé.

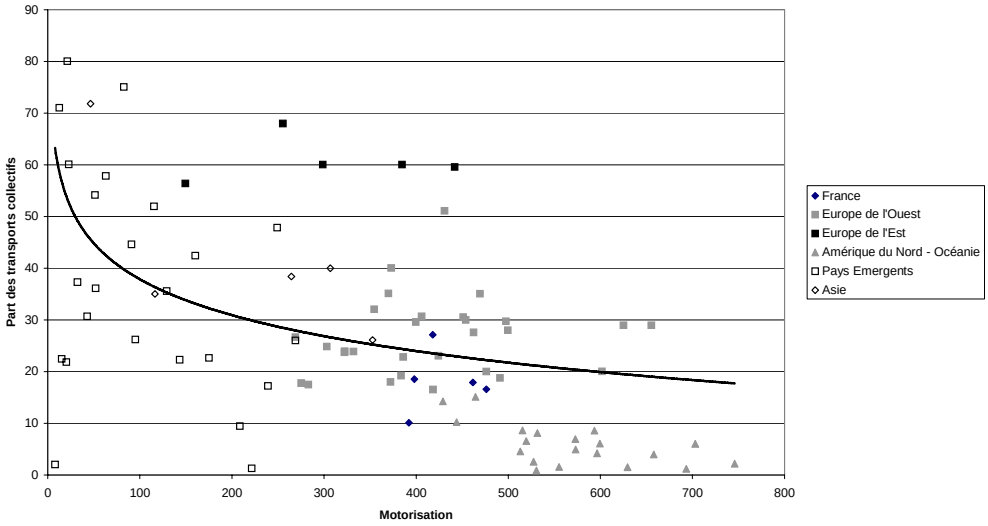
Les caractéristiques géographiques étudiées précédemment imposent ou permettent à certains aspects du système d'offre de transports urbains de se

développer plutôt que d'autres. L'étude de la relation entre la part de marché des transports collectifs et les caractéristiques du système d'offre de transports urbains permettra d'identifier les caractéristiques déterminantes de la part de marché des transports en commun. De plus, cette analyse donnera un aperçu des performances relatives des différents systèmes de transports urbains à travers le monde.

2.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la motorisation

Permise par le développement économique et par l'amélioration du niveau de vie, la motorisation observée est élevée pour les pays développés et faible pour les pays émergents. Les villes les plus motorisées sont les villes américaines et océaniques. La conséquence de la motorisation de la population sur la part de marché des transports en commun est directe. La part de marché est rapidement décroissante avec le taux de motorisation (*graphique 12*).

Graphique 12 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.)



Cependant, dans un groupe de villes de niveau économique proche, la relation ne paraît pas aussi marquée. Ainsi, par exemple en Europe, la part de marché des transports collectifs n'est pas aussi sensible au taux de motorisation. Dans les villes européennes, la perte de part de marché des transports collectifs face à la motorisation n'est pas directement visible. *Une fois encore, il semble qu'un*

taux minimum de motorisation existe à partir duquel, les transports en commun ne représentent l'unique alternative modale. La motorisation, comme le PIB urbain semble efficace pour déterminer cette frontière entre l'obligation et le choix des transports collectifs.

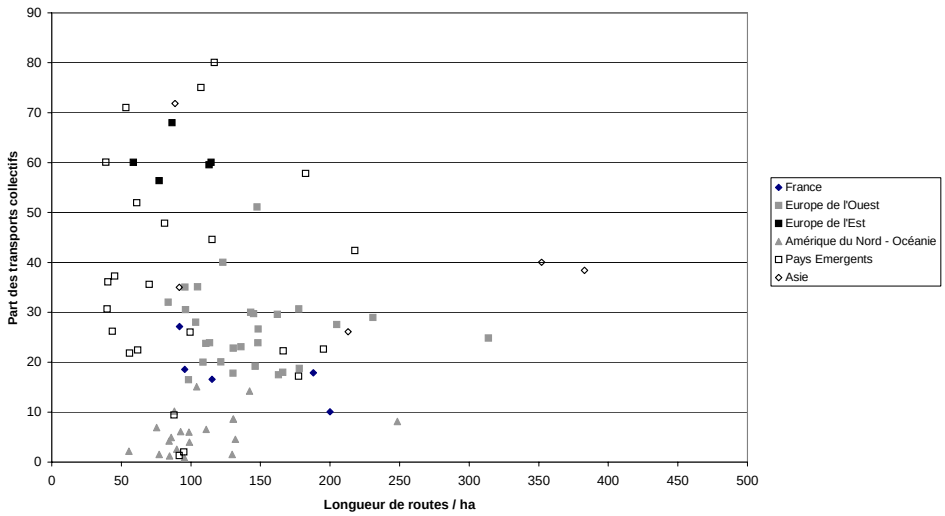
2.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la longueur de routes par hectare

A l'opposé, la densité d'infrastructures routières affecte peu la part des transports collectifs.

Au niveau continental, les villes américaines et océaniques font parties des villes offrant la plus faible densité de route à l'hectare (*graphique 13*).

L'indicateur choisi ici tient compte de la surface urbaine. Or, les villes américaines sont plus étendues que les villes européennes, ce qui réduit la densité d'infrastructures. De ce fait l'information de cet indicateur peut être trompeuse.

Graphique 13 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la longueur de routes par ha urbain (en m / ha.)

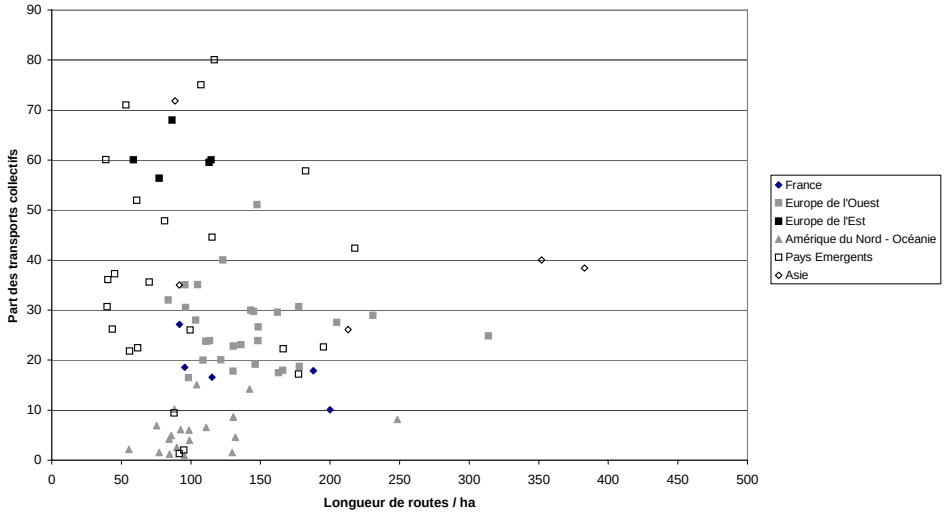


2.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et les possibilités de parking

Les possibilités de stationnement sont renseignées dans la base UITP. Les trois indicateurs suivants permettent de rechercher l'existence d'un lien entre le stationnement et l'usage des transports en commun, donc l'abandon de la voiture particulière.

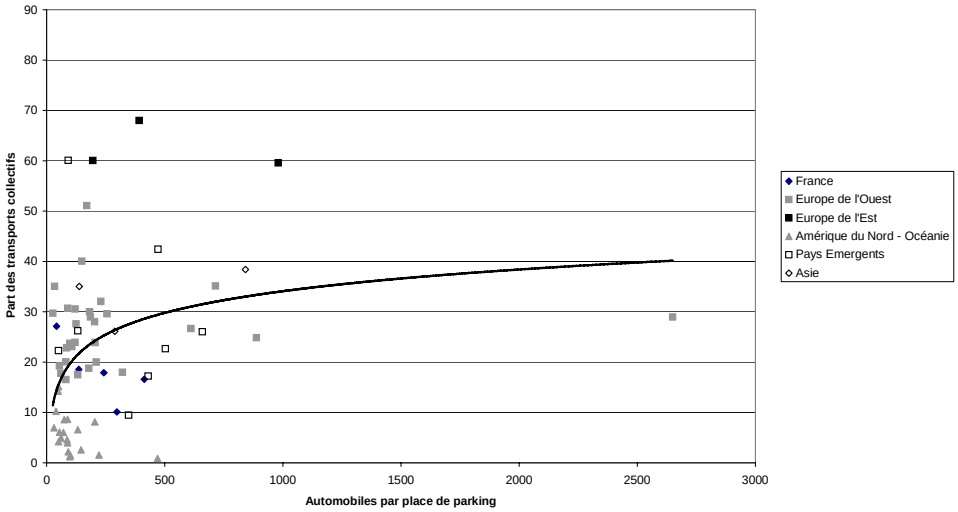
Le résultat le plus significatif est l'effet négatif des places de stationnement dans le centre ville sur la part de marché des transports collectifs. L'indicateur rapporte ici le nombre de places de stationnement pour 1000 emplois dans le centre et permet donc une comparaison des villes. Trois profils apparaissent nettement. Tout d'abord les villes de pays émergents offrent peu de stationnement et ont des parts de marché des transports collectifs élevées. Mais pour ces villes la question se pose à nouveau de savoir si cette situation est un choix ou le résultat de contraintes économiques. Les villes européennes mettent à disposition de nombreux stationnements au centre et obtiennent des parts de marché de transports en commun intermédiaires. Les villes françaises font parties des villes qui offrent le plus de stationnement de ce groupe, ce qui peut être un élément explicatif de la faiblesse particulière de la part française des transports collectifs par rapport aux autres villes européennes. Enfin, les villes américaines et océaniques présentent des nombres de places de parking très différents. Mais dans tous les cas, leurs transports collectifs ne réalisent que de faibles parts de marché (*graphique 14*). Alors que les villes américaines sont les villes dont la proportion d'emplois dans le centre est la plus faible, certaines mettent à disposition beaucoup plus de stationnements au centre que les autres villes. Malgré la faible concentration d'emplois dans les centres villes américains, la politique de stationnement est extensive et favorable aux modes privés de déplacements. A l'inverse, les villes européennes regroupent plus leurs emplois au centre, mais ne favorisent pas le stationnement. Ceci peut s'apparenter à une mesure politique dissuasive pour le transport privé.

Graphique 14 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 1 000 emplois dans le CBD (en places pour 1 000 emplois)

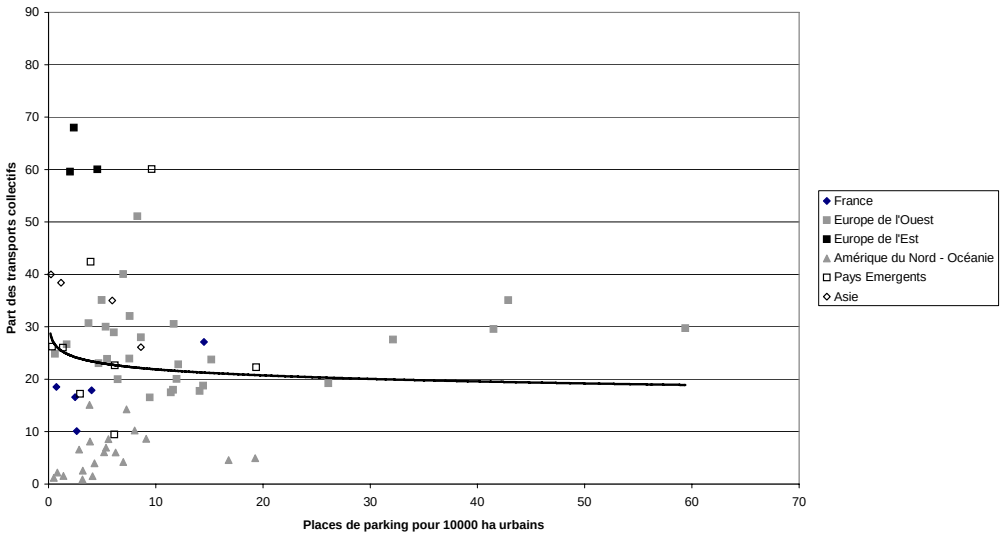


Les autres indicateurs du stationnement ne révèlent pas d'effet particulier sur la part de marché des transports collectifs. Cependant le nombre d'automobiles pour une place de parking dans le centre confirme le résultat précédent. Les automobilistes américains disposent de plus de possibilités de stationnement que les européens. En France, la ville de Lyon est celle dont les places de stationnement au centre sont les plus recherchées par les automobilistes, car les plus rares (*graphique 15*). Enfin, les stationnements pour 10000 ha urbains illustrent aussi ces positions relatives (*graphique 16*).

Graphique 15 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre d'automobiles par place de parking CBD (en véhicules par place)



Graphique 16 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 10000 ha urbains



2.4. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse moyenne de circulation sur route dans les agglomérations

Une caractéristique du système de transport est la vitesse de déplacements qu'il assure. La vitesse des transports en commun est aussi un des indicateurs de performance de l'organisation du système.

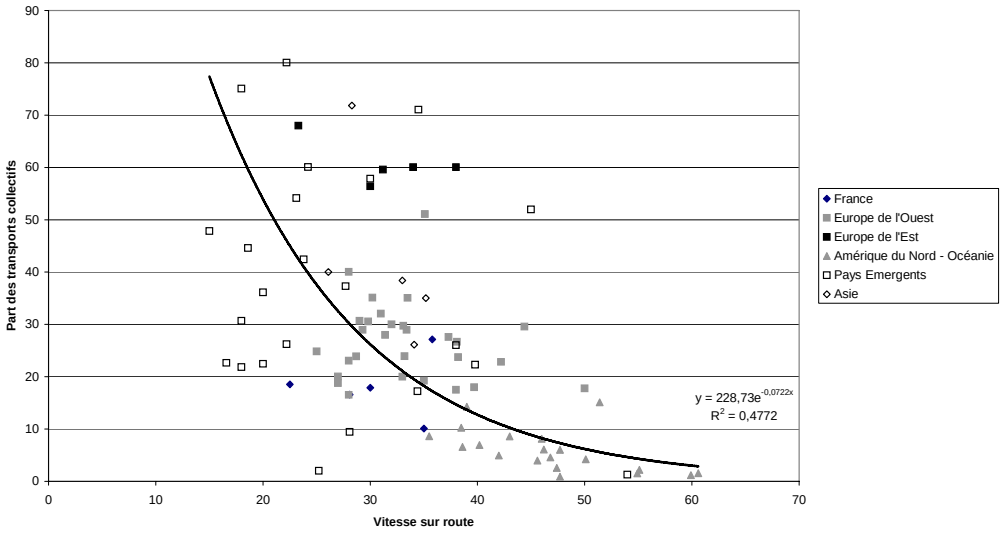
Une relation négative est observée entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse sur route pour l'ensemble des grandes agglomérations du monde. Plus la vitesse sur route est élevée et moins les transports collectifs sont compétitifs et donc utilisés.

La décomposition du nuage de points permet de comparer la situation des villes de chaque continent. Les villes d'Amérique du Nord présentent les vitesses sur route les plus élevées mais aussi les parts de marché les plus faibles. Les villes d'Océanie suivent le même profil.

Les villes d'Europe de l'Ouest occupent une position intermédiaire. Elles présentent des vitesses sur route nettement moins élevées mais des parts de marché en transports collectifs plus importantes. Les villes d'Asie sont comparables à certaines villes d'Europe. En revanche, les villes d'Europe de l'Est, si elles présentent des vitesses sur route relativement comparables avec celles des villes d'Europe de l'Ouest, elles ont des parts de marché en transports collectifs nettement plus élevées.

Les villes des pays émergents ne présentent pas un profil homogène. Elles se distinguent néanmoins par de faibles vitesses sur route en moyenne (*graphique 17*).

Graphique 17 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la vitesse sur route (en km/h)



Les relations entre les parts de marché en transports collectifs et la vitesse sur route pour les villes de chacun de ces continents peuvent être conditionnées, entre autre, par la densité et la structure urbaine de ces agglomérations, mais aussi par le niveau de richesse induisant le niveau d'équipements des agglomérations, ainsi que leur qualité.

2.5. Les déterminants de la vitesse

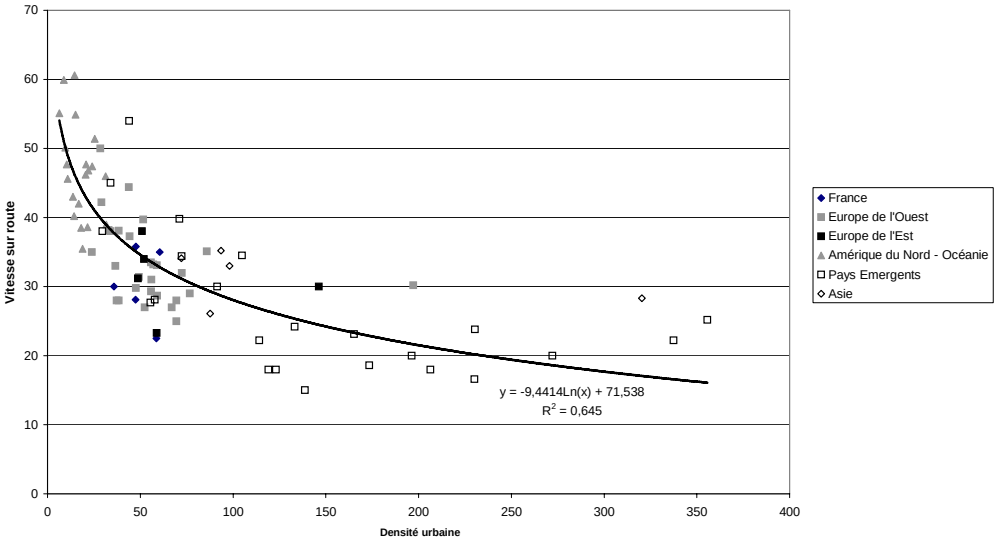
Différents déterminants de la vitesse de déplacements sont étudiés à partir des données relatives à la structuration de l'espace urbain, ou à la motorisation de la population ou à l'activité économique de la ville.

2.5.1. La relation entre la vitesse et la densité urbaine

La concentration de la population dans la ville se traduit par une intensification du bâti. L'installation de l'équipement de transports nécessaire se fait donc sous plus de contraintes que dans un espace libre. Il en résulte des conditions de circulations restreintes, tous modes confondus (*graphiques 18, 19 et 20*).

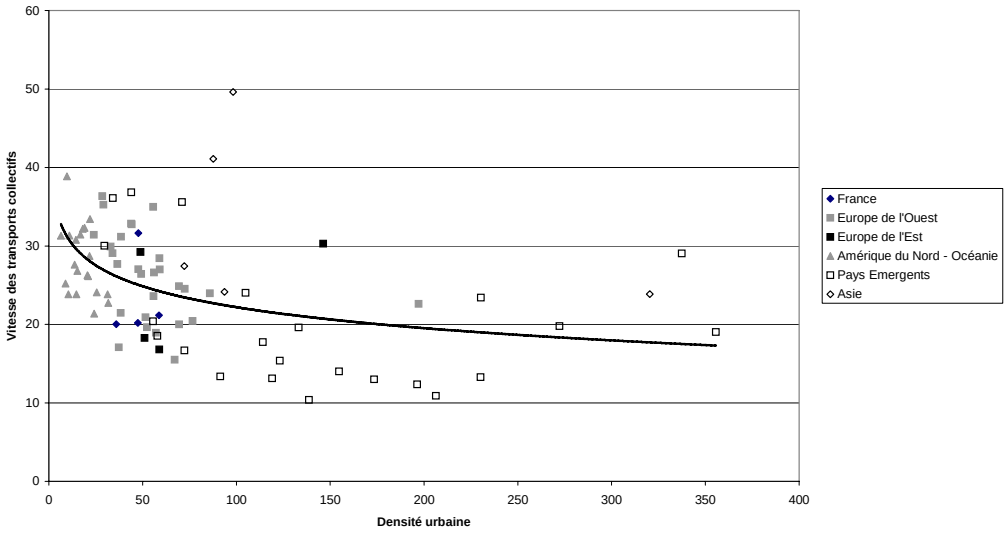
La décomposition continentale permet de distinguer trois groupes de villes. Les villes américaines et océaniques dont les vitesses sur route sont les plus élevées, et dont les densités urbaines sont les plus faibles. Cela laisse supposer que la faible concentration de population permet un meilleur développement des infrastructures de transports. Les villes européennes possèdent des vitesses et des densités urbaines relativement élevées. Enfin, les villes des pays émergents ont des vitesses faibles et des densités urbaines élevées. Il semble donc que pour les villes de pays développés, les vitesses sur route sont contraintes par la densité urbaine (*graphique 18*).

Graphique 18 - La vitesse sur route (en km/h) et la densité urbaine (en pers. / ha.)

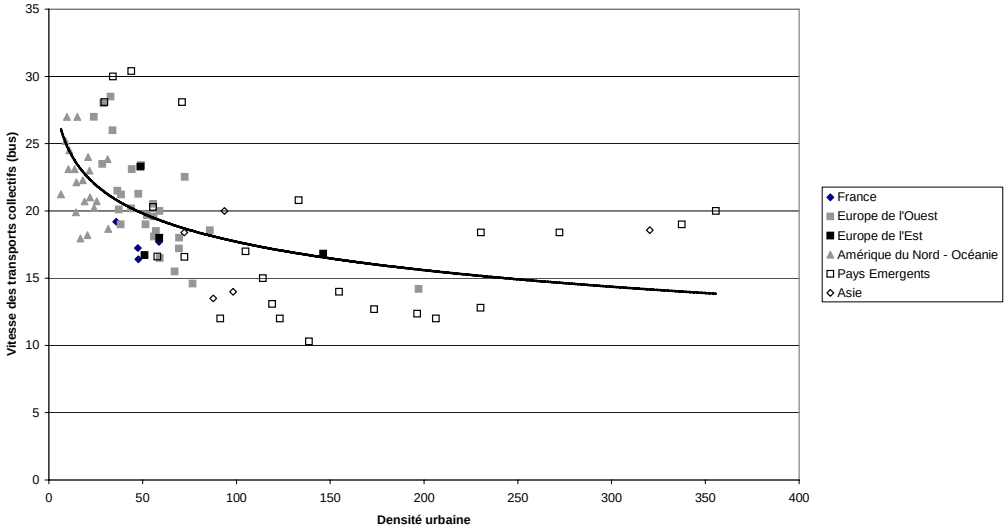


Par contre, les vitesses pour l'ensemble des transports collectifs des villes de pays développés sont comparables quelle que soit la densité urbaine (*graphique 19*). Seule la vitesse de circulation des bus est affectée par la densité urbaine. Les modes de surface sont donc dépendants de la structure urbaine (répartition de la population et des emplois, contrainte du bâti, système de transports) (*graphique 20*).

Graphique 19 - La vitesse des transports collectifs (en %)
et la densité urbaine (en pers. / ha.)



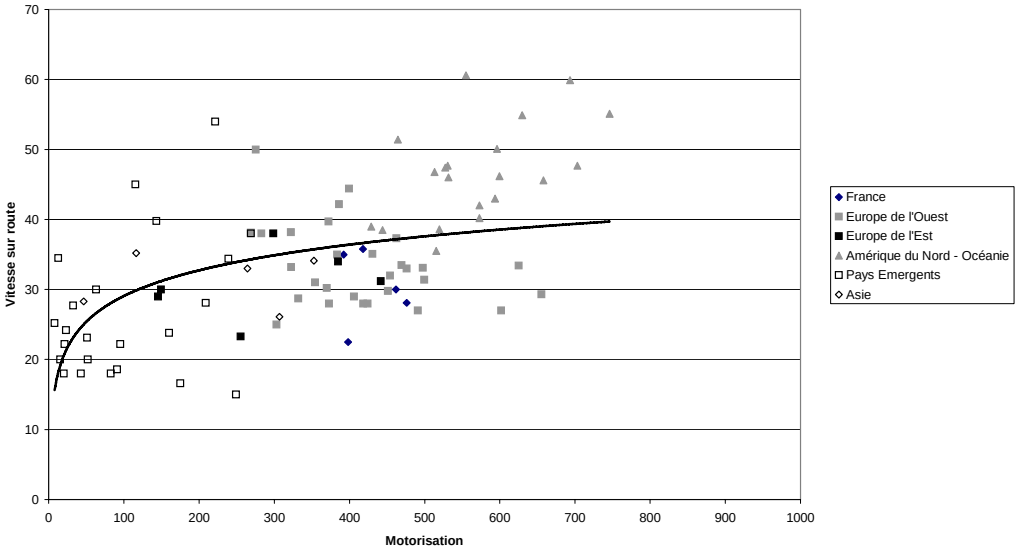
Graphique 20 - La vitesse des bus (en km / h)
et la densité urbaine (en pers. / ha.)



2.5.2. La relation entre la vitesse sur route et la motorisation

Comme nous l'avons vu les modes de surface semblent affectés par la structure urbaine. Cependant, les vitesses de circulation sur route sont aussi dépendantes du niveau de motorisation de l'agglomération. Les villes les plus motorisées sont aussi celles dont les vitesses sont les plus grandes (*graphique 21*).

Graphique 21 - La vitesse sur route (en km / h)
et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.)



Les vitesses de déplacements, les densités et la motorisation sont trois variables fortement liées par le système d'offre de transports urbains. Le lien de causalité n'est, cependant, pas univoque, ni statique. A court terme, la densité urbaine et la structure de la ville peuvent être considérées comme des données de la mise en place du système d'offre de transports et donc des conditions de circulation. Sur le long terme, la structure urbaine n'est pas figée, en raison de l'interaction existant entre l'espace et les transports. Malheureusement, un tel lien de causalité de long terme n'est observable qu'à l'aide de séries chronologiques.

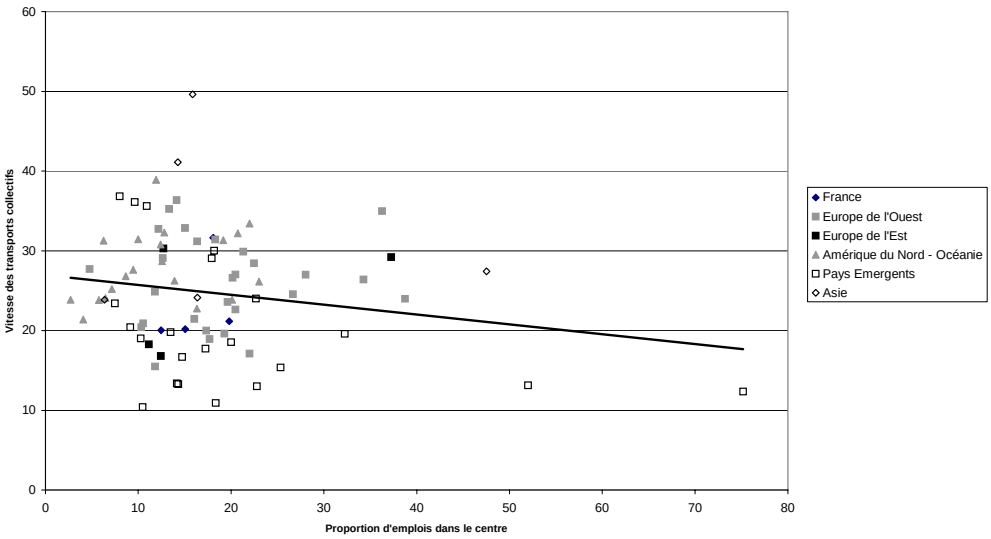
Toutefois il apparaît clairement que la vitesse est un critère prépondérant du choix modal. Cette dernière semble fortement liée aux conditions de déplacements permises par le système d'offre de transports et son adaptation à la structure urbaine. En conséquence, les transports collectifs de villes de faibles

densités et de motorisation accrue sont concurrencés par les modes de transports privés qui permettent une circulation plus rapide.

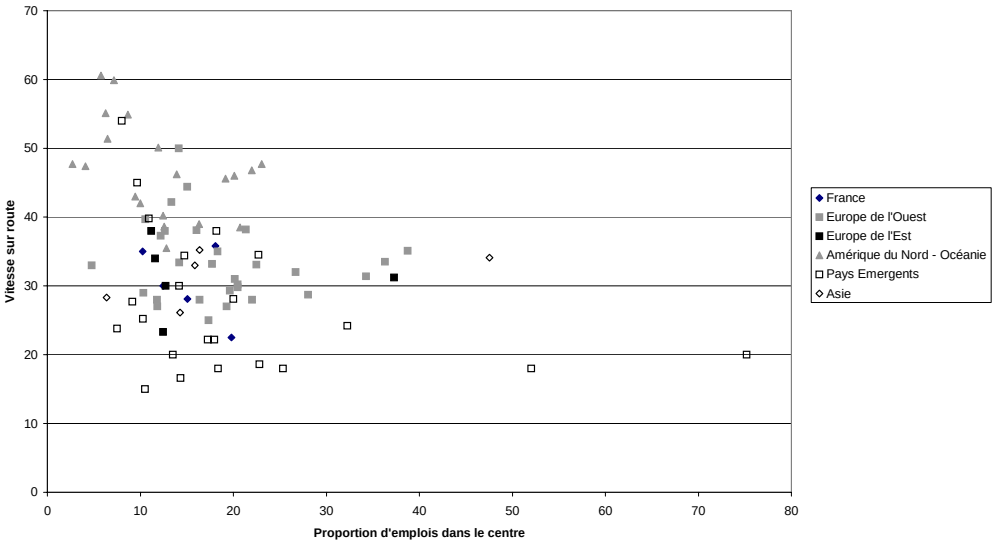
2.5.3. La relation entre la vitesse et la proportion d'emplois dans le centre

La concentration au centre ville des emplois ne semble pas affecter les conditions de circulation des transports collectifs, ni des modes de transports privés (*graphiques 22 et 23*). Toutefois, les groupes européen et américain ont des positions relatives distinctes. Les villes américaines regroupent peu d'emplois au centre, et affichent des vitesses sur route plus élevées que les villes européennes. Ces dernières concentrent plus d'emplois dans le centre. Une connaissance des vitesses de circulation dans la ville, plus détaillée, permettrait éventuellement de repérer les villes dont le réseau est saturé au centre. Et donc d'apporter un début d'explication aux faibles vitesses européennes.

Graphique 22 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et la proportion d'emplois dans le CBD (en %)



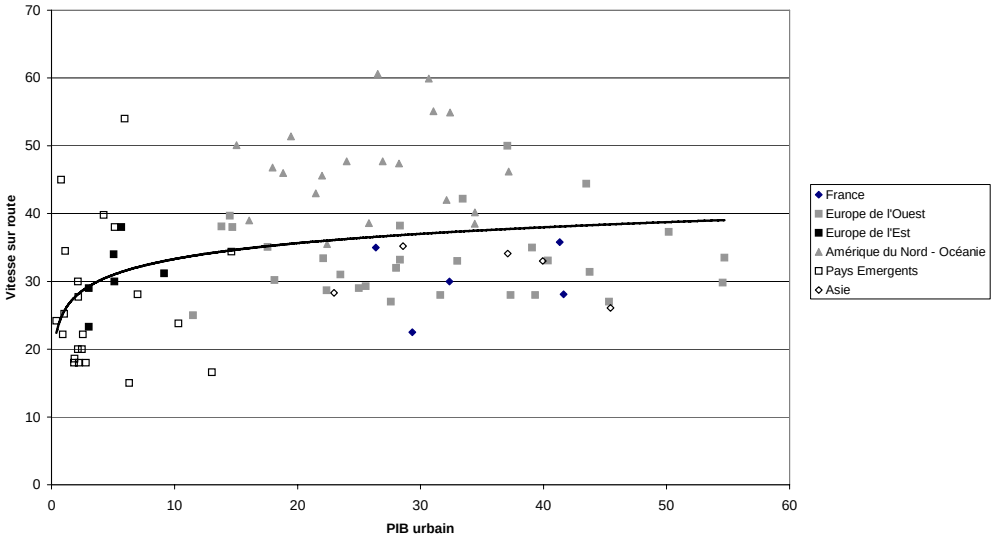
Graphique 23 - La vitesse sur route (en km / h)
et la proportion d'emplois dans le CBD (en %)



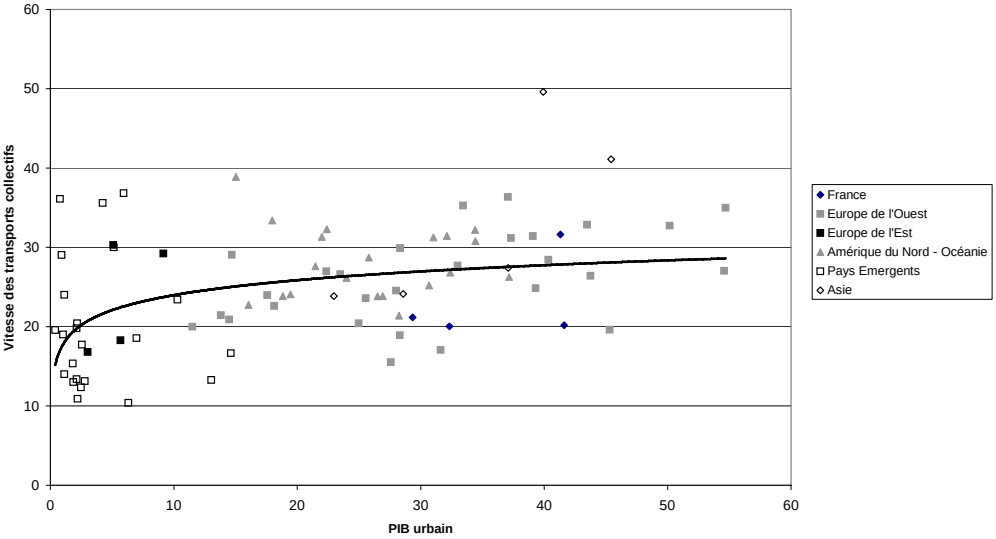
2.5.4. La relation entre la vitesse et le PIB urbain

L'effet de la richesse de la ville sur les vitesses des modes de transports est aussi observé. Le pouvoir séparateur du PIB urbain apparaît moins fortement que celui de la densité urbaine. Cependant, il permet de faire nettement la distinction entre les pays émergents et les pays développés (*graphiques 24 et 25*). Mais, il est à noter que cette distinction peut être effectuée pour de nombreux indicateurs liés au développement économique urbain, tels que le taux de motorisation ou, comme nous le verrons le niveau d'investissement public.

Graphique 24 - La vitesse sur route (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.)



Graphique 25 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.)



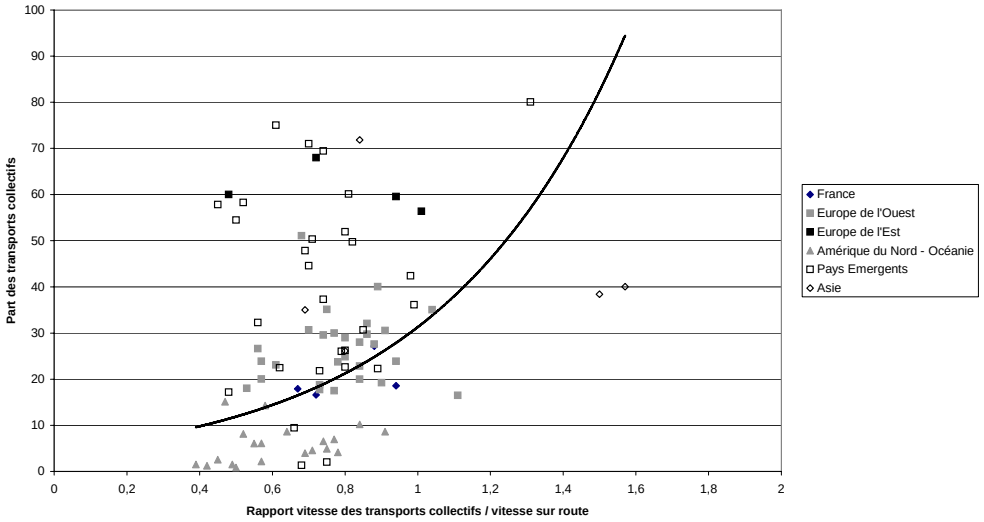
Ainsi, il semble que dans un premier temps, la richesse de la ville permette d'acquérir de la vitesse de déplacements. Mais, cet effet atteint rapidement ses limites. Une fois que l'économie urbaine a atteint le niveau des villes de pays développés, l'effet de la richesse sur la vitesse est fortement réduit. Le développement économique permet donc de franchir un premier palier de vitesse. Dans un second temps, les villes de pays développés voient le développement de leur système d'offre de transports urbains contraint par la structure physique de la ville. Il en résulte une relation négative entre les vitesses et la densité urbaine. Enfin, suivant les conditions de circulation dictées par « l'équation » système de transport – structure urbaine, la motorisation peut apporter une vitesse accrue et concurrencer les transports collectifs.

2.6. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route

Le comparatif des vitesses des modes de transports est au cœur du comportement de mobilité individuel. Comme nous l'avons observé précédemment, le niveau de motorisation de la population affecte la part de marché des transports collectifs. De la même façon, les vitesses sur route accrues attirent les usagers vers les modes privés de déplacements.

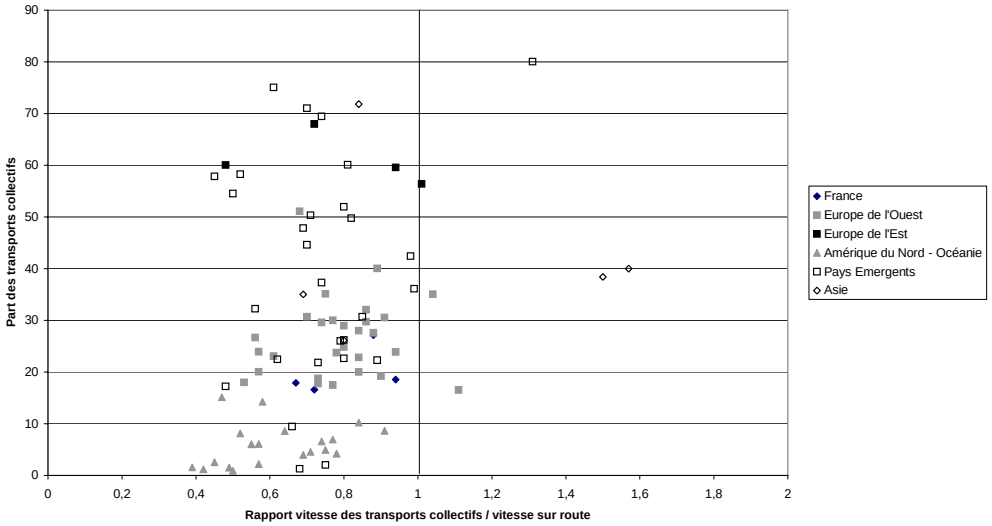
Le choix semble ici se réaliser en tenant compte du rapport de vitesses entre modes privés et modes publics de déplacements. Une grande part de la compétitivité des transports collectifs réside dans les vitesses de transports (*graphique 26*).

Graphique 26 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route



La décomposition continentale illustre une fois de plus la segmentation en trois groupes : américains, européens et pays émergents. Les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie ont des vitesses de modes privés nettement plus importantes que celles des modes publics de transports. Ensuite, les transports collectifs européens semblent acquérir de la compétitivité par des vitesses de transports en commun accrues. Enfin, les villes des pays émergents possèdent des parts de marché de transports collectifs plus importantes, mais sans forcément avoir un rapport de vitesses favorable aux transports en commun (*graphique 27*).

Graphique 27 - La part de marché des transports collectifs (en %) par rapport au rapport des vitesses



La chute de la part de marché des transports collectifs semble donc freinée, en premier lieu par le développement économique urbain. L'automobile ne se généralise que pour les populations aisées. En second lieu, les contraintes imposées par la structure urbaine réduisent l'essor des infrastructures dédiées à l'automobile, ainsi que l'étalement et la dispersion des activités. Ce qui se traduit par un gain de compétitivité des transports publics, notamment au travers des vitesses de circulation.

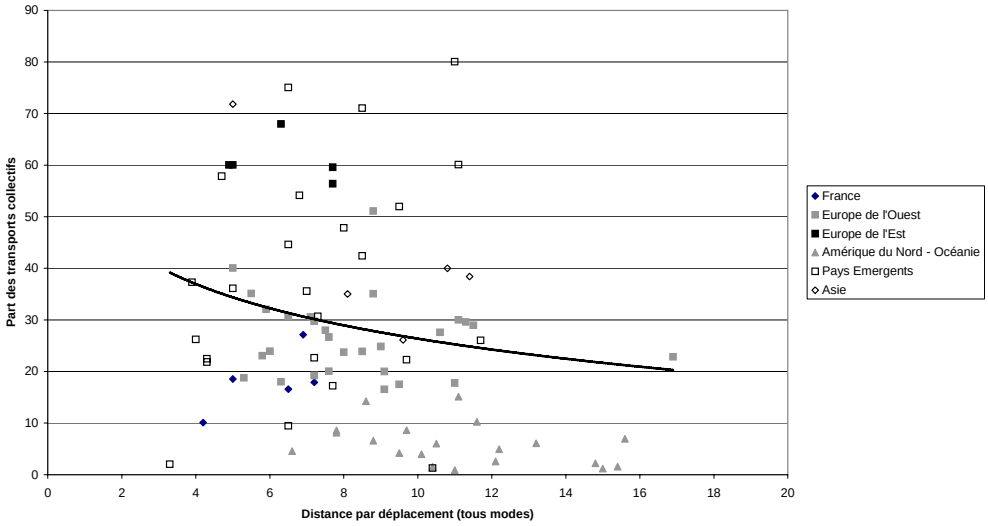
2.7. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la distance moyenne parcourue

Pour l'ensemble des villes, aucune relation fonctionnelle n'apparaît entre la distance moyenne parcourue et la part de marché en transports collectifs (*graphique 28*).

La décomposition du nuage de points par continent, permet de retrouver certaines tendances précédemment mises en évidence. Les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie présentent des distances parcourues moyennes élevées, du fait d'un étalement urbain important, et une part de marché en transports collectifs très faible. Pour les villes européennes, même si les situations sont

relativement contrastées, il apparaît que les distances à parcourir sont moins importantes que pour les villes nord-américaines, excepté pour la ville de Stockholm (16,9 km ; 22,82 %). Cependant, aucune relation ne peut être spécifiquement mise en évidence entre la distance moyenne parcourue et la part des transports collectifs. Les villes d'Amérique du Sud présentent des distances parcourues globalement plus élevées que celles des villes européennes, avec cependant une part des transports en commun plus importante (*graphique 28*).

Graphique 28 -La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement (en km)



Les résultats fournis par la distinction des distances parcourues selon le mode de transport peuvent être compris comme les produits des systèmes de transports urbains décrits précédemment.

Tout d'abord, les distances moyennes par déplacement automobile sont équivalentes pour les groupes de villes américaines et européennes. Ces déplacements automobiles peuvent, pour les deux groupes atteindre des distances allant de 8 à 20 km. Et la distinction des deux groupes se fait toujours par les parts de marché des transports collectifs (*graphique 29*).

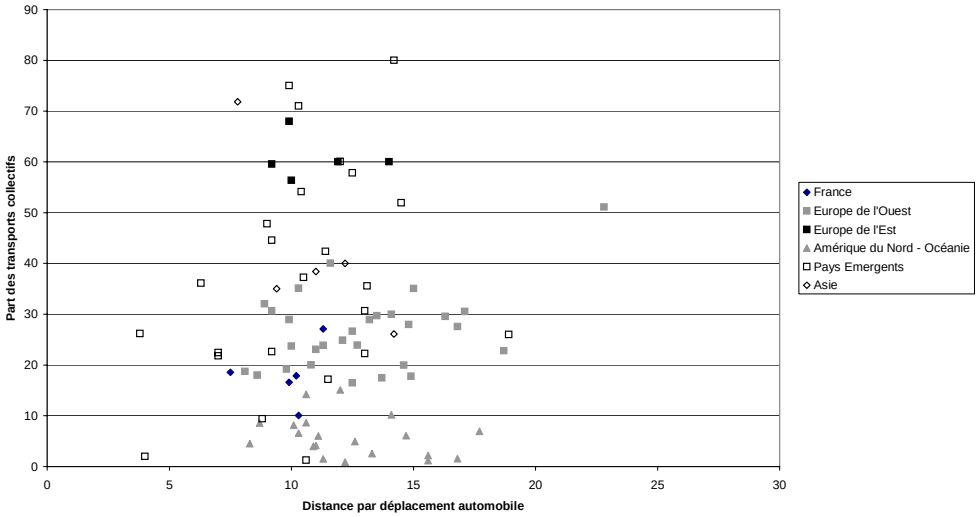
Par contre, les distances par déplacement en transports en commun ne sont pas identiques pour les deux groupes. En effet, les villes américaines présentent des distances moyennes par déplacement en transports collectifs allant de 10 à

15 km par déplacement. Alors que dans les villes européennes, les transports collectifs permettent de faire des déplacements de 5 à 15 km (*graphique 30*).

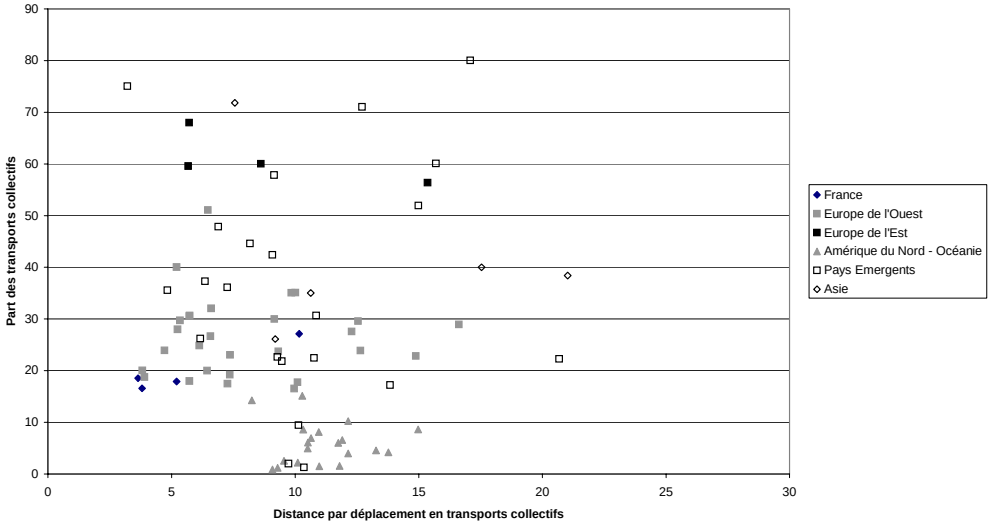
Les résultats des *graphiques 28*, *29*, et *30* peuvent certainement s'expliquer par le fait que les villes américaines imposent de parcourir des distances plus longues, du fait de l'étalement des villes et de la dispersion des activités (*graphique 28*). De plus, les déplacements automobiles sont, dans l'ensemble plus longs que les déplacements en transports collectifs. Ce qui pourrait expliquer la plus forte part de marché de l'automobile dans les villes américaines. Enfin, les transports collectifs américains servent à des déplacements plus longs qu'en Europe. D'une part, ces plus longues distances sont imposées par l'étalement des villes. Et d'autre part, dans les villes européennes, les transports en commun semblent être plus pertinents pour des déplacements de proximité.

En définitive, l'étalement des villes américaines nuît à la pertinence des transports en commun, en imposant des distances à parcourir plus longues qu'en Europe. Ceci explique la faible fréquentation des tranports collectifs qui ne peuvent être concurrentiels sur l'ensemble de l'aire urbaine pour des trajets de longue distance. A l'opposé, en Europe, les déplacements de proximité, résultant de la plus forte densité des villes, sont réalisés en transports en commun. Et l'automobile est privilégiée pour les plus longues distances.

Graphique 29 - La part de marché des transports collectifs (en %)
et la distance moyenne parcourue par déplacement automobile (en km)



Graphique 30 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement en transports collectifs (en km)



3. Deux instruments classiques des politiques de transports

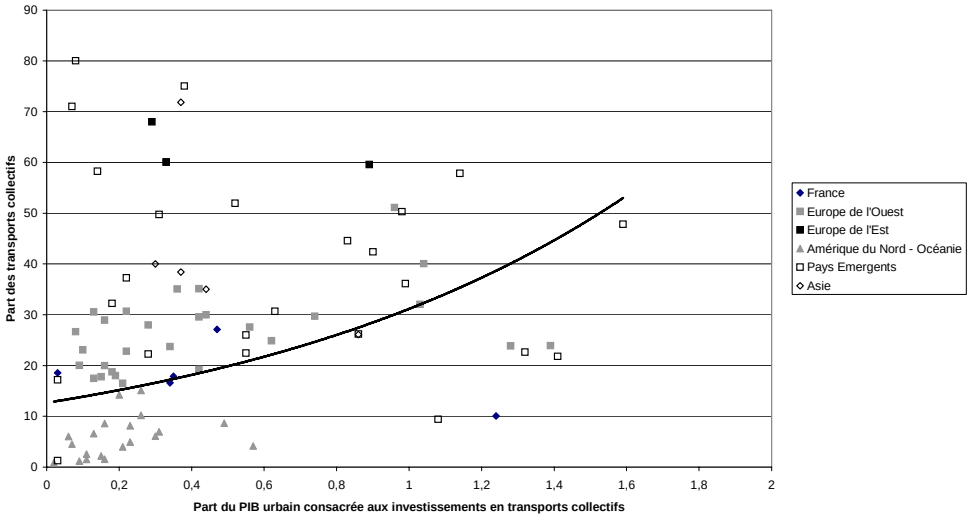
Les politiques de transports urbains possèdent divers instruments pour orienter le développement du système de transports. Parmi les outils économiques classiques, la part des investissements et le prix du carburant sont renseignés dans la base UITP. Ils peuvent donc nous indiquer leur performance au travers des situations relatives des différentes villes.

3.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la part du PIB métropolitain consacrée aux investissements en transports collectifs

L'un des instruments les plus directs des politiques de transports urbains est l'investissement pour les transports collectifs. La rentabilité et l'efficacité de ces investissements sont les critères principaux du choix de leur réalisation. La comparaison internationale permise par la base UITP, produit des résultats en rapport avec ces questionnements.

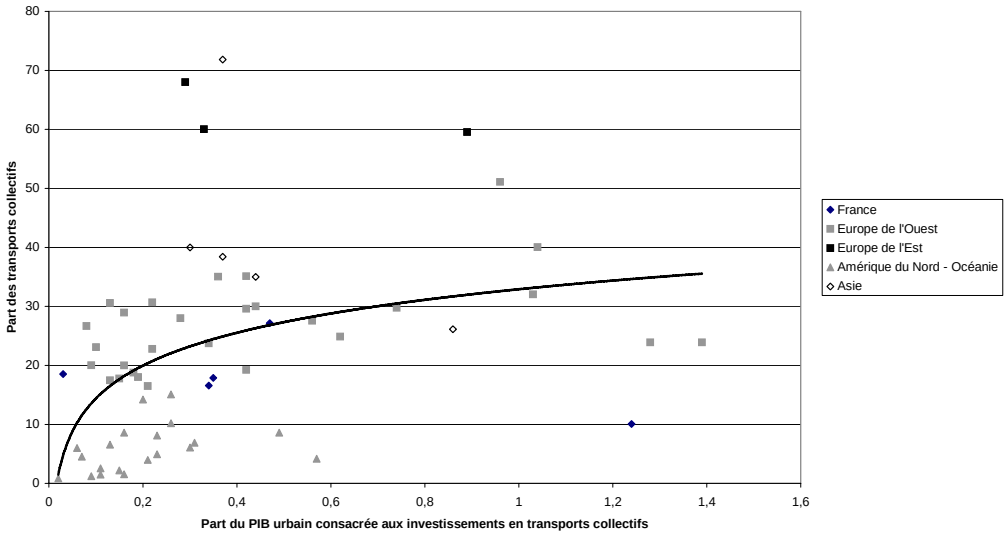
D'une manière générale, l'existence d'une relation positive entre la part de marché des transports collectifs et l'effort d'investissement en transports collectifs semble approuvée (*graphique 31*).

Graphique 31 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %)



L'exclusion des pays émergents de l'analyse, réduit l'échantillon aux situations urbaines qui peuvent plus probablement être le résultat d'un choix politique que d'une contrainte économique. Ainsi, la relation croissante repérée avec les seules villes de pays développés paraît nettement plus marquée et rapide que la précédente (*graphique 32*).

Graphique 32 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) dans les pays développés



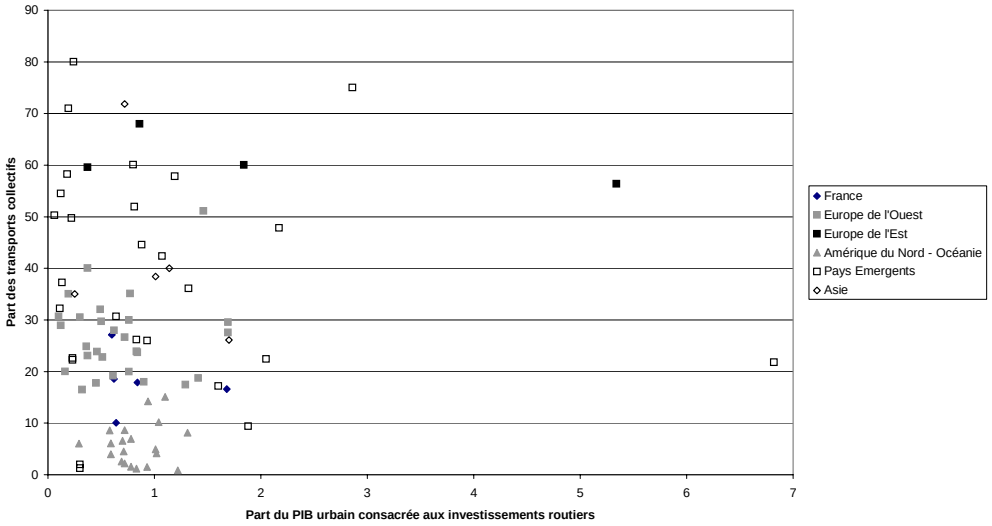
La décomposition continentale illustre la diversité des situations des pays émergents. Mais aussi la complexité des comparaisons d'ordre économique de ces villes avec les autres.

La décomposition du nuage de points, fait surtout apparaître les positions relatives des groupes européens et américains. Ces dernières concordent avec le schéma décrit jusqu'à présent. Les villes américaines ont des parts de marché de leurs transports collectifs faibles associées avec des efforts d'investissements faibles. Et les villes européennes produisent un effort nettement plus important afin de maintenir un système de transports collectifs actif (*graphique 31*). Ces résultats sont obtenus à partir de la comparaison des parts du PIB consacrées aux transports collectifs. Mais, ils peuvent être considérés comme valables pour une comparaison en volume des investissements, puisque les PIB européens et américains sont comparables.

Enfin, les niveaux relatifs d'investissements routiers semblent indiquer que les villes américaines consacrent, en moyenne, plus de dépenses au développement du réseau routier que les villes européennes (*graphique 33*).

Le lien de causalité entre la part de marché et l'investissement réalisé ne peut être étudié qu'à partir de séries chronologiques. Il ne nous est pas possible ici de déterminer dans quelle mesure, la part de marché est un résultat de l'investissement ou comment l'investissement répond à une demande.

Graphique 33 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements routiers (en %)



3.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix des transports

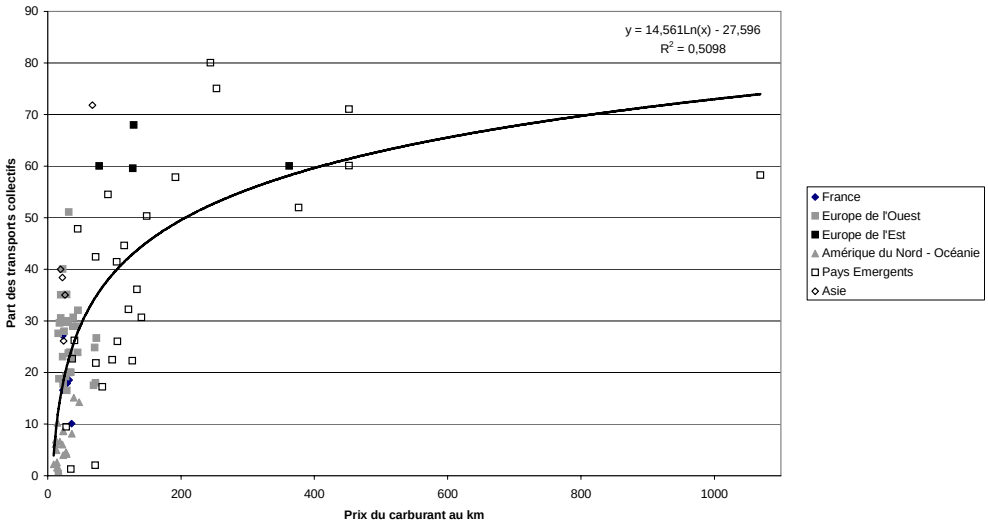
Tout d'abord nous allons aborder le prix du carburant qui est une composante essentielle du coût des transports. Ensuite, la compétitivité relative des modes publics et privés sera étudiée au travers du rapport de leur prix.

3.2.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix du carburant

Une relation positive apparaît clairement entre la part de marché des transports en commun et le prix du carburant (*graphique 34*). Ce dernier est un élément du choix modal en tant que coût direct des modes privés motorisés. Le prix du carburant possède un effet direct négatif sur la demande de transports privés.

La décomposition continentale permet d'identifier les différents niveaux de prix du carburant. Ce dernier peut être ajouté aux facteurs permettant aux villes américaines de développer les transports par modes privés motorisés. Les villes européennes paient leur carburant plus cher, et l'effet de ce prix sur leur part de marché semble très fort. *La demande de transport semble en effet très sensible au prix du carburant.*

Graphique 34 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le prix du carburant au km (en USD)



3.2.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport des prix

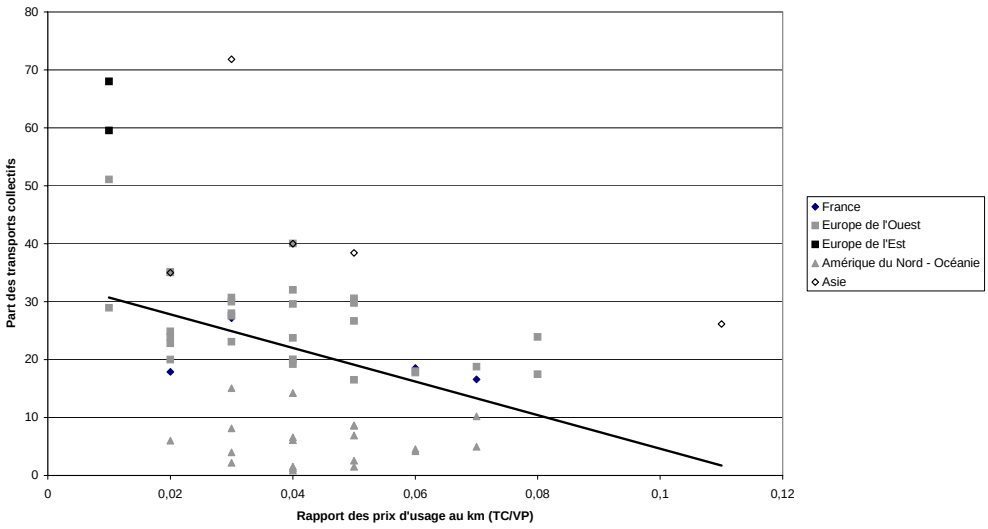
De façon similaire à l'étude des vitesses des modes de transports, il convient d'observer le rapport des prix des modes privés par rapport aux modes publics de déplacement. Ce quotient est déterminé à partir des coûts kilométriques d'usage de chacun des modes.

Le rapport du prix des transports en commun et des transports privés intervient dans le choix modal. La part de marché des transports collectifs est rapidement

décroissante lorsque le coût du transport public croit relativement au coût du transport privé (*graphique 35*).

D'après la décomposition continentale, il semble que les rapports de prix américains et européens sont équivalents. Ainsi, le coût kilométrique de l'automobile n'est pas particulièrement plus avantageux pour les villes américaines. Du point de vue des prix kilométriques, les deux modes de transports sont équivalents dans chacun des deux groupes européen et américain. Contrairement au prix des carburants, le rapport des prix au kilomètre ne permet pas d'expliquer les situations relatives des deux groupes.

Graphique 35 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport des prix des transports en commun et des transports privés.



Les actions politiques semblent, d'après nos résultats pourvoir se concentrer sur trois leviers économiques. Tout d'abord, l'effort d'investissement consacré aux transports collectifs est pertinent pour favoriser leur essor [1]. A l'opposé, les investissements routiers peuvent être considérés comme contre productifs, dans la mesure où il est possible qu'ils affectent négativement les parts de marché des transports collectifs. En second lieu, la demande de transport et notamment

(1) Jean Vivier (2001) a montré que les investissements en transports en commun en site propre sont les plus productifs, car ils améliorent la vitesse et la régularité du transport public.

le choix modal, est sensible aux prix des modes de transports. Le rapport des prix des modes de transports affecte la part de marché des transports en commun. Et dans la mesure où le prix du carburant est directement subi par les automobilistes, l'effet positif sur la demande de transports publics semble puissant.

Un quatrième levier, non monétaire, peut être considéré par les politiques de transports urbains : la vitesse des déplacements. La section précédente du rapport illustre la relation croissante existant entre la part de marché des transports collectifs et leurs vitesses. De la même façon que le rapport des prix, le rapport des vitesses intervient dans le choix modal.

Enfin, la limitation du stationnement au centre peut être pertinente pour améliorer la fréquentation des transports collectifs. En effet, la réduction des facultés du centre ville à accueillir des automobiles dissuadera une part du trafic automobile. Un report modal pour ces déplacements peut alors être envisageable, si le système de transports collectifs est performant.

D'autres actions peuvent être considérées, telles que la taxation de l'équipement automobile. Cependant, ce type de considérations a été exclu de l'analyse, en raison de la faible information les concernant, délivrée par la base UITP. Les villes de Hong Kong, Singapour et Copenhague appliquent une taxe à la motorisation et ont de bonnes parts de marché de transports collectifs. Mais à elles trois, elles ne suffisent pas à dresser une tendance générale.

4. Quelques représentations complémentaires sur l'efficacité économique des systèmes de transports urbains

4.1. Le coût au passager/km et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB

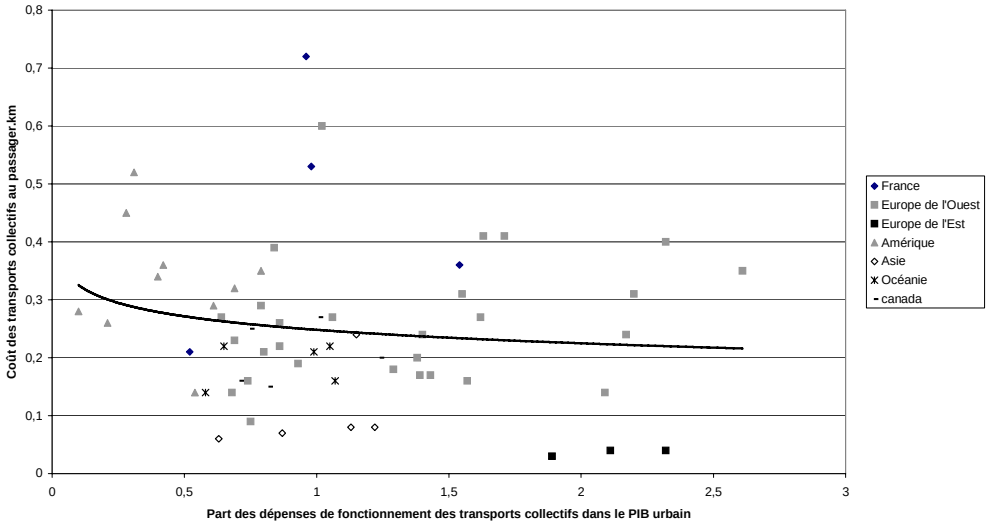
Le coût des transports collectifs semble peu sensible aux efforts réalisés par la ville. Les dépenses de fonctionnement ne sont pas synonymes d'allégement de la charge des utilisateurs.

La décomposition continentale semble donc indiquer que les efforts de certaines villes ne sont pas aussi productifs que ceux d'autres villes. Ainsi, les villes européennes dépensent quasi systématiquement plus que les villes américaines sans que cela n'ait de répercussion forte sur le coût au passager.km.

La distinction entre villes américaines, canadiennes et océaniques illustre les positions relatives de ces villes dans le groupe « américain ». En effet, les villes canadiennes et océaniques se situent à la frontière du groupe américain, proche du groupe européen. La tendance du profil « américain » est pour ces villes canadiennes et océaniques, généralement moins prononcée. Leur effort paraît donc plus important que celui des villes d'Amérique. La relation entre le coût au passager et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB indique que les deux profils que nous avons définis, américain et européen, se joignent. Ce sont les villes canadiennes et océaniques qui ont adopté un comportement de financement proche de celui des villes européennes. Nous verrons que les résultats en terme de part de marché des transports collectifs concordent avec ce constat. Les villes canadiennes ont, en effet, les transports collectifs les plus performants du groupe « américain » *(graphique 38)*.

Les villes françaises ont des positions à part. Paris et Marseille font partie des villes européennes dont le coût au passager-km est le plus élevé. Lyon est la ville la plus coûteuse de cet échantillon. Toutes trois ont des dépenses équivalentes à leurs voisines européennes. A l'opposé, Nantes est la ville réalisant le moins de dépenses du groupe européen. Mais paradoxalement, elle y associe un coût au passager.km réduit *(graphique 36)*.

Graphique 36 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km)
et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB (en %)



4.2. Le coût au passager / km et le rapport des vitesses

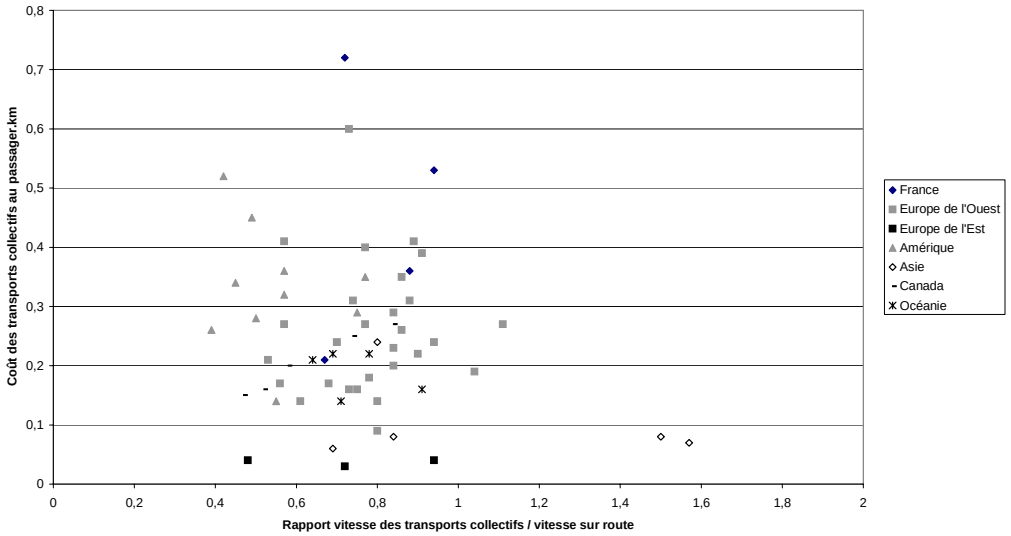
L'observation conjointe du coût au passager.km des transports collectifs et du rapport des vitesses révèle l'indépendance de ces deux variables. En effet, le niveau de compétitivité, en termes de vitesse des transports collectifs ne se répercute pas sur le coût.

De ce fait, les deux groupes européens et américains, qui se distinguent par le rapport des vitesses, font subir aux usagers des transports en commun, des coûts relativement proches.

Seules les villes d'Europe de l'Est et les grandes villes asiatiques se distinguent. Les villes d'Europe de l'Est ont un coût au passager.km et un rapport de vitesses réduits. Une fois de plus, pour ces villes, la question de la capacité de choix politique se pose. Les grandes villes asiatiques, parviennent à un rapport de vitesses favorables aux transports collectifs, malgré des coûts au passager.km très réduits. *Par ces indicateurs, les grandes villes asiatiques semblent posséder l'organisation urbaine la plus efficace.*

Les villes françaises, qui ont des coûts plus élevés (sauf Nantes), affichent des rapports de vitesses similaires aux autres villes de leur groupe *(graphique 37)*.

Graphique 37 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et le rapport des vitesses des transports en commun et des transports privés.

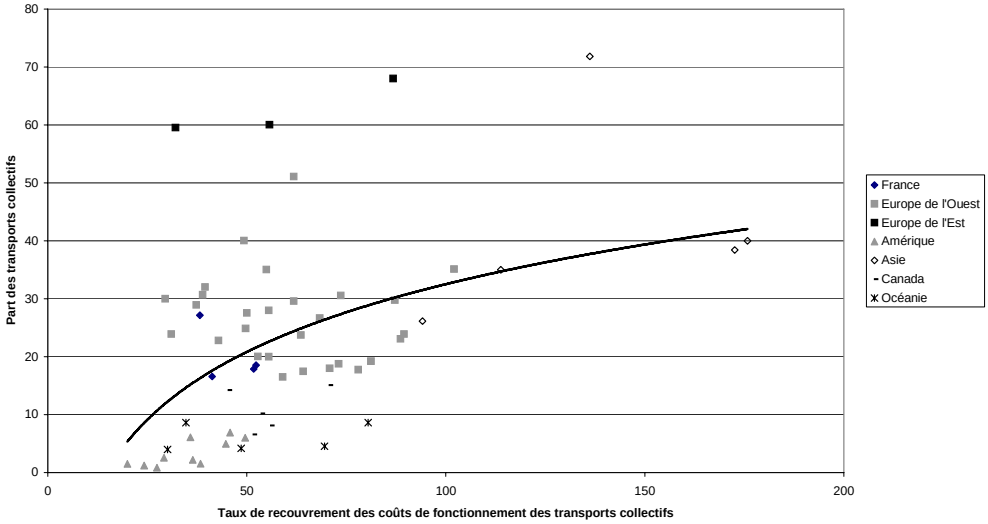


4.3. La part des transports collectifs et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs

De façon générale, le taux de recouvrement semble logiquement croissant avec la part de marché des transports en commun. *Le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement atteint 50 % dès lors que la part de marché des transports collectifs dépasse les 20 %.* Ceci correspond à un bon nombre de villes européennes. Par contre, les villes du groupe américain n'atteignent que rarement les 50 % de recouvrement et ont des parts de marché des transports en commun toujours inférieures à 20 %. La distinction Amérique, Canada, et Océanie fait apparaître les comportements marginaux des villes canadiennes, dont les parts de marché des transports collectifs sont les plus grandes de ce groupe.

Les villes françaises ont des taux de recouvrement compris entre 38 et 52 % et des parts de marché proches de 20 % (à l'exception de Paris : 27 %). Leurs taux de recouvrement ainsi que leurs parts de marché font partie des niveaux européens les plus faibles *(graphique 38).*

Graphique 38 - La part de marché des transports collectifs (en %)
et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs (en %).



5. Approche économétrique

Afin d'illustrer et de quantifier certains des résultats précédents, une analyse économétrique est initiée. L'objectif est ici de tester la validité statistique des relations révélées précédemment. Par cette méthode, les résultats obtenus par des études séparées des différentes variables, seront revisités par une analyse simultanée des variables.

5.1. Utilisation des leviers potentiels des politiques de transports urbains

Les instruments des politiques de transports urbains identifiés ci-dessus sont traités. Pour cela, les variables susceptibles d'affecter la part de marché des transports en commun sont utilisées. Comme il l'est proposé dans la partie 3, les investissements, les prix, les vitesses et le stationnement sont introduits dans la forme fonctionnelle représentant la part de marché des transports en commun. Pour appliquer cette méthode, seules les villes de pays développés sont utilisées.

Tout d'abord une simple relation linéaire est testée entre la part de marché et les indicateurs de ces variables. Nous supposons donc que la part de marché des transports en commun est explicable par les variables suivantes :

- la part du PIB consacrée aux investissements en transports collectifs,
- le prix du carburant,
- le rapport des prix des transports collectifs et des modes privés motorisés,
- le rapport des vitesses des transports collectifs et de modes privés motorisés,
- le nombre de places de parking pour 1000 emplois dans le centre.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3. La qualité de l'ajustement est détaillée par le tableau d'analyse de la variance (*tableau 3.1*). Il apparaît qu'avec un taux de significativité de 95 %, le modèle, dans son ensemble, est correctement spécifié, les variables employées sont acceptables.

Les variations de la part de marché dans les pays développées sont expliquées à 69 % par l'ensemble de variables employées dans ce modèle. Un ajustement

linéaire de ces cinq variables apporte donc une assez bonne estimation de la part de marché des transports collectifs.

La mesure de l'impact de chacune des variables du modèle est donnée par le tableau des paramètres estimés (*tableau 3.2*). L'ensemble des estimateurs des variables est significatif à un taux de confiance de 95 %. Seule la constante n'est pas significative à ce taux de confiance. Mais ce coefficient n'a pas de sens économique, dans la mesure où il représente la part de marché des transports en commun pour une ville dont les cinq variables seraient nulles.

Les coefficients sont tous d'un signe concordant avec nos hypothèses de départ. Les investissements en transports collectifs, le prix du carburant, et le rapport des vitesses ont un effet positif sur la part de marché. Le rapport des prix possède quant à lui un effet négatif. Il est toutefois difficile de comparer l'ordre de grandeur des coefficients obtenus pour déterminer le pouvoir relatif d'un de ces leviers sur la part de marché par rapport aux autres variables. En effet, les valeurs prises par ces variables ne sont pas comparables. Lorsque le rapport de prix est compris entre 0,01 et 0,07, le nombre de places de stationnement pour 1000 emplois dans le centre est compris entre 2,5 et 1883. De ce fait, les coefficients produits sont disproportionnés.

Tableau 3 - Résultats des régressions linéaires par méthode des moindres carrés ordinaires – Modèle linéaire

Tableau 3.1 : Analyse de la variance

Analyse de Variance					
Source	DL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Pr > F
Modèle	5	10062	2012.46401	23.59	<.0001
Erreur	53	4520.95592	85.30106		
Total Corrigé	58	14583			

R-carré	0.6900
R^2 ajusté	0.6607

Tableau 3.2 : Paramètres estimés

Paramètres estimés							
Variable	DL	Paramètre estimé	Ecart type	Valeur de t	Pr > |t|	95 % Intervalle de confiance	
Constante	1	4.80415	7.62177	0.63	0.5312	-10.48318	20.09147
%PIB investi en TC	1	9.40672	4.25229	2.21	0.0313	0.87771	17.93574
Prix du carburant	1	0.28308	0.05605	5.05	<.0001	0.17066	0.39549
Ratio des prix des modes (public / privé)	1	-226.12194	63.04713	-3.59	0.0007	-352.57848	-99.66541
Ratio des vitesses des modes (public / privé)	1	23.42883	6.67713	3.51	0.0009	10.03621	36.82145
Parking / 1000 emplois au centre	1	-0.01255	0.00597	-2.10	0.0402	-0.02452	-0.00058176

Les instruments des politiques urbaines identifiés précédemment sont tous validés économétriquement. Ces cinq outils sont donc liés à la part de marché des transports collectifs. Les régressions effectuées confirment l'ensemble des hypothèses : un effet positif sur la part de marché obtenu par les investissements, le prix du carburant, et le ratio des vitesses des modes de transport ; un effet négatif induit par le ratio des prix des modes et les possibilités de stationnement en fonction du nombre d'emplois au centre.

Cependant l'outil économétrique s'appuie sur un certain nombres d'hypothèses concernant le contenu et la forme mathématique du modèle. L'hypothèse la plus forte est certainement celle qui lie la part de marché aux autres variables. Le lien de causalité univoque est ici une hypothèse de travail. En effet, il est supposé ici que, d'une part, la part de marché des transports en commun est déterminée par nos variables, et d'autre part, qu'il n'y a pas de rétroaction entre la part de marché et les variables.

Le modèle ici ne rejette pas l'éventualité d'une telle causalité. L'étude des corrélation démontre l'existe d'un lien entre les variables utilisées ici. Mais, ce travail ne confirme pas la relation de causalité univoque, qui constitue une hypothèse de travail, nécessaire à l'écriture de la forme fonctionnelle du modèle.

5.2. Régression de l'ensemble des relations identifiées

Parmi l'ensemble des variables mises en relation avec la part de marché des transports en commun, certaines sont apparues comme fortement corrélées avec

cette dernière. L'objectif est ici d'identifier les variables les plus explicatives des parts de marché. Pour cela un modèle linéaire est construit en utilisant l'ensemble de variables suivant :

- la population urbaine
- la surface urbaine
- la densité urbaine
- la densité d'emplois
- la proportion d'emplois dans le centre
- le PIB urbain
- la densité de routes par hectare
- le nombre de places de parking pour 1000 emplois dans le centre.
- la densité de stationnement par hectare
- la vitesse sur route
- la vitesse des transports collectifs
- le coût de la voiture particulière
- le coût des transports collectifs
- la part du PIB consacrée aux investissements en transports collectifs
- la part du PIB consacrée aux investissements routiers
- le prix du carburant
- le rapport des prix des transports collectifs et des modes privés motorisés
- le rapport des vitesses des transports collectifs et des modes privés motorisés

Afin, de ne conserver que les variables les plus influentes et d'exclure celles qui répètent une même information, la méthode économétrique *Stepwise* est utilisée. Cette méthode inclut ou exclut les variables selon leur niveau de significativité dans la régression.

L'inclusion dans le modèle de l'ensemble des variables qui paraissaient liées à la part de marché, fournit de bons résultats. Ces variables incluses sont issues de l'analyse précédente, qui démontraient leur lien avec la part de marché des transports collectifs. Elles devaient donc permettre une bonne estimation de la part de marché. Ceci est confirmé par les indicateurs économétriques (F, R^2 et R^2 ajusté). Au terme de la procédure utilisée, les variables les plus explicatives de la part de marché sont :

- la densité d'emplois

- le PIB urbain

- le coût d'usage de la voiture particulière

- le coût d'usage des transports en commun
- le prix du carburant
- la part de PIB investi en transports collectifs
- le ratio des vitesses des modes

La densité d'emplois et le PIB urbain désignent les conditions générales de l'agglomération qui favorisent le développement des transports collectifs. Le coût d'usage de l'automobile et le prix du carburant, en rendant la voiture moins attractive, améliorent la fréquentation des transports collectifs. L'effort d'investissement en transports collectifs et le rapport des vitesses rendent les transports en commun plus performants. Toutes ces variables sont caractérisées par un coefficient positif. Enfin, le coût d'usage des transports collectifs réduit leur fréquentation. Cette variable est donc associée à un coefficient négatif (*tableaux 4.1 et 4.2*).

L'effet du PIB apparaît, ici, contradictoire avec celui révélé par le graphique 11. En effet, au niveau international, le PIB semble diminuer la part des transports en commun. A ce niveau le PIB peut être interprété comme un indicateur du revenu des individus. Et sa croissance permet de faciliter l'accès à la motorisation des populations. Au niveau international, le PIB est alors perçu comme une variable freinant la part de marché des transports en commun. Ici, le PIB n'est observé que pour les villes de pays développés. Il apparaît que le rôle de frein du PIB est moins évident. Au contraire, le PIB semble pouvoir légèrement jouer en faveur des transports en commun. En ne considérant que l'échantillon des villes de pays développés, une corrélation faible, mais positive apparaît entre la part de marché et le PIB.

Graphique 39 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD), dans les pays développés

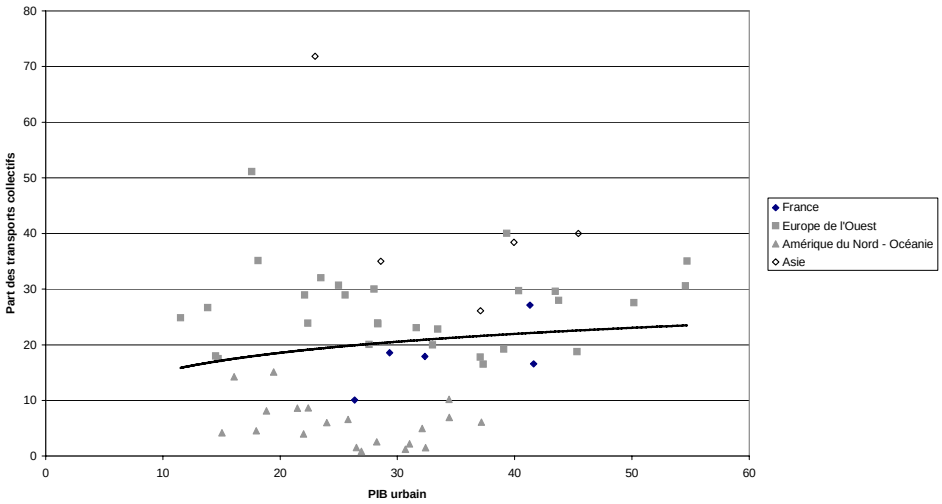


Tableau 4 - Résultats de la régression linéaire par méthode des moindres carrés ordinaires – Méthode Stepwise

Tableau 4.1 : Analyse de la variance

Analyse de Variance					
Source	DL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Pr > F
Modèle	7	11080	1582.92439	83.39	<.0001
Erreur	50	949.13912	18.98278		
Total Corrigé	57	12030			

R-carré	0.9211
R^2 ajusté	0.9101

Tableau 4.2 : Paramètres estimés

Paramètres estimés							
Variable	DL	Paramètre estimé	Ecart type	Valeur de t	Pr > |t|	95 % Intervalle de confiance	
constante	1	-22.29238	3.54326	-6.29	<.0001	-29.40923	-15.17553
Densité d'emplois	1	0.38579	0.05206	7.41	<.0001	0.28122	0.49037
PIB	1	0.00031634	0.00009396	3.37	0.0015	0.00012761	0.00050508
Coût d'usage de l'automobile	1	0.05352	0.00702	7.63	<.0001	0.03943	0.06762
Coût d'usage des transports collectifs	1	-0.09094	0.03912	-2.32	0.0242	-0.16951	-0.01237
Prix du carburant	1	0.21616	0.04437	4.87	<.0001	0.12704	0.30528
%PIB investi en TC	1	6.13591	2.06786	2.97	0.0046	1.98249	10.28934
Ratio des vitesses des modes (public / privé)	1	14.75264	3.75808	3.93	0.0003	7.20432	22.30097

L'outil économétrique nous permet donc de tester l'importance de chacune des variables révélées influentes par l'analyse précédente. Tout d'abord, les instruments des politiques des transports urbains proposés sont testés. L'estimation confirme leur influence sur la part de marché. Les variables révélées dans la partie précédente semblent adaptées pour expliquer les parts de marché des transports en commun. Leur utilisation simultanée ne crée pas de redondance dans l'information qu'elles délivrent. Ensuite, la méthode utilisée sélectionne les caractéristiques de l'agglomération et du système urbain qui sont les plus fortement reliées à la part de marché des transports en commun. Les résultats produits sont encourageants dans la mesure où les coefficients sont du signe attendu. D'autant plus que parmi les variables qui sont sélectionnées par la procédure, nous retrouvons le prix du carburant, la part du PIB investi dans les transports en commun et le ratio des vitesses des modes, déjà présent dans le premier modèle. Les autres variables, le ratio des prix des modes de transports et les places de parking pour 1000 emplois dans le centre, sont présentes dans ce second modèle, par le biais des indicateurs sélectionnés. En effet, l'information recueillie par le rapport des prix, dans le premier modèle, est maintenant perçue au travers des coûts d'usage des deux modes de transports. Et les possibilités de parking, est liée, au moins en partie, à la densité d'emplois.

CONCLUSION

La base UITP apporte une nouvelle information et permet des analyses de dimension internationale. Par la diversité des agglomérations répertoriées dans la base, les systèmes de transports urbains peuvent être observés et comparés. La place des transports en commun dans les agglomérations révèle tout d'abord une tendance très nette des pays développés à organiser leurs systèmes de transports autour de l'automobile. La motorisation est la plus prononcée dans les villes américaines, canadiennes et océaniques. Ces agglomérations présentent en conséquence une mobilité caractéristique. Les vitesses de déplacements sont globalement plus rapides, et les distances parcourues plus longues. La ville est généralement plus étalée, moins dense, les emplois sont plus dispersés. Le système de transports urbains est orienté vers l'automobile. Peu d'investissements sont consacrés aux transports collectifs par rapport aux infrastructures routières. Les politiques de stationnement, les coûts d'usage de l'automobile, le prix du carburant créent un ensemble de conditions favorables à l'usage des modes privés. A l'opposé, les villes européennes et asiatiques se sont organisées en conservant des transports publics actifs. Cette situation est le résultat de conditions propres à la structure urbaine et de conditions propres à l'organisation du système de transports urbains. Le maintien des transports collectifs est donc, pour une part, le résultat d'un choix politique.

L'analyse des parts de marché des transports collectifs identifie, d'une part les conditions favorables au maintien des transports en commun. Ce sont les conditions géographiques ou de la structure urbaine. Elles rendent l'existence d'un système de transports collectifs plus ou moins pertinente. D'autre part, un ensemble d'instruments est identifié. Ils permettent d'orienter les choix modaux des individus. Les prix relatifs des modes, les prix du carburant, et les vitesses relatives, interviennent directement dans ce choix. Mais aussi les décisions relatives au développement du système de transports, telles que la politique de stationnement et la politique d'investissements, orientent les choix modaux.

La situation des agglomérations françaises n'est pas exemplaire par rapport à celle de leurs voisines européennes. Les agglomérations de l'hexagone sont celles qui sont le plus proches de l'organisation extensive « à l'américaine » des transports urbains. Les parts de marché de l'automobile, et les taux de

motorisation français sont bien souvent les plus élevés d'Europe, alors que les villes françaises ne sont pas caractérisées par des conditions géographiques particulières. Les caractéristiques des systèmes de transports urbains ne sont pas non plus bien différents des autres villes européennes. Ce sont très certainement certains des choix de politiques de transports qui ont favorisé l'usage de l'automobile en France. En effet, les agglomérations françaises semblent avoir plus particulièrement investi en faveur des modes privés de déplacements. De même, les possibilités de stationnement sont, dans les villes françaises, plus grandes que dans la plupart des villes d'Europe.

ANNEXES DE LA PARTIE I

Annexe 1 - Liste des villes

Villes	Villes	Villes
Europe de l'Ouest	***Afrique***	***Europe de l'Est***
Graz	Le Caire	Prague
Vienne	Abidjan	Budapest
Bruxelles	Casablanca	Cracovie
Copenhague	Dakar	Varsovie
Helsinki	Tunis	Moscou
Lille	Le Cap	Istanbul
Lyon	Johannesbourg	***Moyen Orient***
Marseille	Harare	Tel Aviv
Nantes	***Amérique du Nord***	Teheran
Paris	Calgary	Riyadh
Berlin	Montreal	***Asie***
Francfort	Ottawa	Manille
Hambourg	Toronto	Bangkok
Düsseldorf	Vancouver	Beijing
Munich	Atlanta	Hong Kong
Ruhr	Chicago	Guangzhou
Stuttgart	Denver	Shanghai
Athènes	Houston	Mumbai (Bombay)
Bologne	Los Angeles	Chennai (Madras)
Milan	New York	New Delhi
Rome	Phoenix	Osaka
Turin	San Diego	Sapporo
Amsterdam	S Francisco	Tokyo
Oslo	Washington	Kuala Lumpur
Lisbonne	***Amérique latine***	Jakarta
Barcelone	Buenos Aires	Taipei
Madrid	Brasilia	Seoul
Stockholm	Curitiba	Singapour
Berne	Rio de Janeiro	Ho Chi Minh Ville
Genève	Salvador	***Océanie***
Zurich	Sao Paulo	Brisbane
Glasgow	Santiago	Melbourne
Londres	Bogota	Perth
Manchester	Mexico	Sydney
Newcastle	Caracas	Wellington

Annexe 2 - Composition de la base UITP

Population	
Surface area (ha)	
Characteristics of the metropolitan area	
Urban density	persons/ha
Job density	jobs/ha
Proportion of jobs in CBD	%
Metropolitan gross domestic product per capita	USD
Supply indicators	
Private Transport Infrastructure Indicators	
Length of road per 1000 people	m/1000 persons
Length of freeway per 1000 people	m/1000 persons
Length of road per urban hectare	m/ha
Length of freeway per urban hectare	m/ha
Parking spaces per 1000 CBD jobs	spaces/1000 jobs
Public Transport Infrastructure Indicators	
Total length of public transport lines per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per 1000 people	m/1000 persons
* Bus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Minibus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Segregated tram network length per 1000 people	m/1000 persons
* Light rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Metro network length per 1000 people	m/1000 persons
* Suburban rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Heavy rail network length per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per urban hectare	m/ha
* Bus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Minibus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Segregated tram network length per urban hectare	m/ha
* Light rail network length per urban hectare	m/ha
* Metro network length per urban hectare	m/ha
* Suburban rail network length per urban hectare	m/ha
* Heavy rail network length per urban hectare	m/ha
Intermodal Transport Infrastructure Indicators	
Number of park and ride facilities per kilometre of reserved public transport route	facilities/km

Number of park and ride spaces per kilometre of reserved public transport route	spaces/km
Number of park and ride facilities per 10,000 urban hectare	facilities/10000 ha
Car equivalents per number of park and ride spaces	units/space
Private transport supply [cars and motorcycles]	
Passenger cars per 1000 people	units/1000 people
Motor cycles per 1000 people	units/1000 people
Total private passenger vehicles per 1000 people	units/1000 people
Passenger car kilometres per car	km/unit
Motor cycle kilometres per motor cycle	km/unit
Total private passenger vehicle kilometres per vehicle	km/unit
Private collective transport supply [taxis and shared taxis]	
Taxis per million people	units/10^6 persons
Shared taxis per million people	units/10^6 persons
Taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Shared taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Traffic Intensity Indicators	
Passenger cars per kilometre of road	units/km
Motor cycles per kilometre of road	units/km
Total private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Total single and collective private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Passenger car kilometres per kilometre of road	v.km/km
Motor cycle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private and collective passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Passenger car kilometres per urban hectare	v.km/ha
Motor cycle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private and collective passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Average road network speed	km/h
Public Transport Supply and Service	
Total public transport vehicles per million people	units/10^6 persons
* Buses per million people	units/10^6 persons
* Minibuses per million people	units/10^6 persons
* Tram units per million people	units/10^6 persons
* Light rail units per million people	units/10^6 persons
* Metro units per million people	units/10^6 persons
* Suburban rail units per million people	units/10^6 persons
* Heavy rail units per million people	units/10^6 persons
Total public transport vehicle kilometres of service per capita	v.km/person

* Bus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Minibus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Tram wagon kilometres per capita	v.km/person
* Light rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Metro wagon kilometres per capita	v.km/person
* Suburban rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Heavy rail wagon kilometres per capita	v.km/person
Total public transport vehicle kilometres of service per urban hectare	v.km/ha
* Bus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Minibus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Tram wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Light rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Metro wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Suburban rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Heavy rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total public transport seat kilometres of service per capita	seat km/person
* Bus seat kilometres per capita	seat km/person
* Minibus seat kilometres per capita	seat km/person
* Tram seat kilometres per capita	seat km/person
* Light rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Metro seat kilometres per capita	seat km/person
* Suburban rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Heavy rail seat kilometres per capita	seat km/person
Overall average speed of public transport	km/h
* Average speed of buses	km/h
* Average speed of minibuses	km/h
* Average speed of trams	km/h
* Average speed of light rail	km/h
* Average speed of metro	km/h
* Average speed of suburban rail	km/h
* Average speed of heavy rail	km/h
Mobility Indicators	
Overall mobility	
Daily trips by foot per capita	trips/person
Daily trips by mechanized, non motorised modes per capita	trips/person
Daily public transport trips per capita	trips/person
Daily private transport trips per capita	trips/person
Total daily trips per capita	trips/person
Mode split of all trips	
* Percentage of non motorised modes over all trips	%
* Percentage of motorised public modes over all trips	%
* Percentage of motorised private modes over all trips	%

Mode split of mechanised trips	
* Percentage of mechanised, non motorised modes over mechanised trips	%
* Percentage of motorised public modes over mechanised trips	%
* motorised private modes	%
Overall average trip distance	km
Overall average trip distance by car	km
Overall average trip distance by public transport	km
Average distance of mechanised trips	km
Overall average distance of the journey-to-work	km
Average distance of the journey-to-work by mechanised modes	km
Average time of a car trip	minutes
Average time of a public transport trip	minutes
Private Mobility Indicators [cars and motorcycles]	
Passenger car kilometres per capita	v.km/person
Motor cycle kilometres per capita	v.km/person
Total private passenger vehicle kilometres per capita	v.km/person
Passenger car passenger kilometres per capita	p.km/person
Motor cycle passenger kilometres per capita	p.km/person
Total private passenger kilometres per capita	p.km/person
Private Mobility Indicators [taxis and shared taxis]	
Taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Shared taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Taxi trips per capita	trips/person
Shared taxi trips per capita	trips/person
Public Transport Mobility Indicators	
Total public transport boardings per capita	boardings/person
* Bus boardings per capita	boardings/person
* Minibus boardings per capita	boardings/person
* Tram boardings per capita	boardings/person
* Light rail boardings per capita	boardings/person
* Metro boardings per capita	boardings/person
* Suburban rail boardings per capita	boardings/person
* Heavy rail boardings per capita	boardings/person
Total public transport passenger kilometres per capita	p.km/person
* Bus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Minibus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Tram passenger kilometres per capita	p.km/person
* Light rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Metro passenger kilometres per capita	p.km/person
* Suburban rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Heavy rail passenger kilometres per capita	p.km/person
User cost of transport	

Average user cost of a car trip	10-4 % per capita GDP/trip
Average user cost of a public transport trip	10-4 % per capita GDP/trip
Price of fuel per km	10-5 % per capita GDP/km
User cost of private transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
User cost of public transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
Maximum charge for on-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Maximum charge for off-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Average of the maximum parking charges in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Fine for parking in no parking zone	% per capita GDP
Fine for obstructing public transport	% per capita GDP
Fine for exceeding parking time in a paying parking place	% per capita GDP
Public transport productivity	
Overall public transport vehicle occupancy	persons/unit
* Bus vehicle occupancy	persons/unit
* Minibus vehicle occupancy	persons/unit
* Tram wagon occupancy	persons/unit
* Light rail wagon occupancy	persons/unit
* Metro wagon occupancy	persons/unit
* Suburban rail wagon occupancy	persons/unit
* Heavy rail wagon occupancy	persons/unit
Overall public transport seat occupancy	persons/seat
* Bus seat occupancy	persons/seat
* Minibus seat occupancy	persons/seat
* Tram seat occupancy	persons/seat
* Light rail seat occupancy	persons/seat
* Metro seat occupancy	persons/seat
* Suburban rail seat occupancy	persons/seat
* Heavy rail seat occupancy	persons/seat
Public transport operating cost recovery	%
Average public transport farebox revenue per boarding	USD/boarding
Average public transport farebox revenue per passenger kilometre	USD/pass. km
Average public transport farebox revenue per vehicle kilometre	USD/v.km
Transport Financial Cost	
Public Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport investment	%
Public transport investment per capita	USD/person

Public transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Public transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Public transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport operating costs	%
Private Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on road investment	%
Road investment per capita	USD/person
Annual road investment per kilometre of road	USD/km
Private transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Private transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Private transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on private transport operating costs	%
Overall Transport Cost	
Overall transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall private transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall public transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Total passenger transport cost per capita	USD/person
Total private passenger transport cost per capita	USD/person
Total public passenger transport cost per capita	USD/person
Total passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total private passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total public passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Transport Externalities Indicators	
Transport Energy Indicators	
Private passenger transport energy use per capita	MJ/person
Public transport energy use per capita	MJ/person
Total transport energy use per capita	MJ/person
Energy use per private passenger vehicle kilometre	MJ/km
Energy use per public transport vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per bus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per minibus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per tram wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per light rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per metro wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per suburban rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per heavy rail wagon kilometre	MJ/km
Energy use per private passenger kilometre	MJ/p.km
Energy use per public transport passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per bus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per minibus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per tram passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per light rail passenger kilometre	MJ/p.km

* Energy use per metro passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per suburban rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per heavy rail passenger kilometre	MJ/p.km
Overall energy use per passenger kilometre	MJ/p.km
Air Pollution Indicators	
Total emissions per capita	
* Emissions of CO per capita	kg/person
* Emissions of SO2 per capita	kg/person
* Emissions of VHC per capita	kg/person
* Emissions of NOx per capita	kg/person
Total emissions per urban hectare	kg/ha
Total emissions per total hectare	kg/ha
Transport Fatalities Indicators	
Total transport deaths per million people	deaths/10^6 persons
Total transport deaths per billion vehicle kilometres	deaths/10^9 v.km
Total transport deaths per billion passenger kilometres	deaths/10^9 p.km
Public/Private Transport Balance Indicators	
Proportion of total motorised passenger kilometres on public transport	%
Ratio of public versus private transport speeds	
Ratio of annual investment in public transport versus private transport infrastructure	
Ratio of segregated public transport infrastructure versus expressways	
Ratio of public versus private transport energy use per passenger kilometre	
Ratio of public vs private transport total cost	
Ratio of public versus private transport user cost per passenger kilometre	

- Annexe 2 -

PARTIE II

LES RAPPORTS ESPACE-TEMPS DE LA MOBILITE QUOTIDIENNE ET LES SYSTEMES PRODUCTIFS DES TRANSPORTS URBAINS

Iragaël JOLY (LET-ENTPE)

Résumé

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ses auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales. La base de données « The millenium Cities Database », constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics) offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité quotidienne dans les grandes villes du monde. Les données collectées pour 100 villes du monde concernent la démographie, l'économie, la structure urbaine, le réseau routier, le réseau de transports publics, l'efficacité et les effets environnementaux des systèmes de transports, la mobilité qui est pratiquée dans ces villes, etc.. 175 indicateurs sont ainsi disponibles pour chaque ville, pour l'année 1995.

La diversité des domaines couverts par ces indicateurs, constitue un atout évident. D'autant que la dimension mondiale confère à la base un grand intérêt pour les comparaisons internationales.

Afin de décrire la mobilité individuelle, nous avons choisi d'étudier les budgets temps de transport quotidiens, qui sont la somme des durées des déplacements réalisés au cours d'une journée par un individu. Cet indicateur est une variable qui constitue une charnière entre le comportement de mobilité et l'espace de réalisation des déplacements. Ainsi, le croisement des durées de déplacement avec les distances parcourues, les vitesses accessibles ou encore avec les concentrations spatiales d'activités, permet d'éclairer la relation entre le comportement de mobilité et la structure de l'espace urbain. De plus, le budget temps permet de relier les sources génératrices de transport que sont l'activité et la situation socio-économique de l'individu, le système d'offre de transports, et enfin la structure de l'espace urbain.

Cette approche de la mobilité urbaine quotidienne a déjà été explorée. C'est en 1980, que Y. Zahavi, fonde l'hypothèse de constance des budgets temps de transport. Selon ses travaux, la somme des temps quotidiens de déplacements par individu est en moyenne d'une heure, pour chaque agglomération. Ce constat est depuis devenu la pierre angulaire de nombreuses théories. Ainsi, pour conserver la stabilité du budget temps de transport, les gains de temps dus

à l'accroissement des vitesses seraient systématiquement réinvestis dans du transport supplémentaire. L'hypothèse de constance du budget temps de transport explique alors l'étalement urbain par les gains de vitesses. Elle suggère les politiques de réduction des vitesses de déplacements en milieu urbain afin de réduire les distances parcourues et de contenir les émissions de polluants. En 2000, A. Schafer, retrouve cette même constance du budget temps de transport, à partir de données récentes. Et il l'utilise afin de projeter le niveau de mobilité en 2050, en fonction de l'évolution des vitesses.

Les bases de données des deux auteurs sont toutes deux constituées de séries chronologiques et concernent des villes de différents pays et continents. De la même façon, nous étudions la transférabilité spatiale du budget temps de transport. Mais la base UITP ne concerne que l'année 1995, nous ne pouvons donc observer une stabilité temporelle du budget temps de transport. Toutefois, leurs résultats et les nôtres sont compatibles. En effet, dans chacun des cas, les budgets temps de transport sont contenus dans un intervalle relativement étroit autour d'une heure de temps de transport. La variabilité de ces budgets suggère cependant d'apporter quelques nuances.

Si nos résultats n'infirment pas l'hypothèse de constance des budgets temps de transport observée au niveau mondial, ces budgets semblent être, en effet affectés par certaines caractéristiques de la structure urbaine et de l'offre de transport. Nous obtenons des relations significatives entre le budget temps de transport et la distance parcourue, la densité urbaine, les vitesses de transport, etc.. A l'intérieur de l'intervalle déduit de la base UITP, il est possible d'observer les positions relatives des villes. Et grâce à l'effectif important de cet échantillon, ces situations relatives permettent de proposer des résultats significatifs (*voir annexes graphiques*).

La segmentation en deux groupes des villes de pays développés met en évidence l'existence de deux profils d'organisation urbaine. Un profil « américain » dont le développement de la ville peut être qualifié d'extensif, car réalisé par l'intensification des consommations temporelles, spatiales, et énergétiques dédiées au transport. L'agglomération américaine est une ville étalée, aux densités urbaine et d'emplois relativement faibles par rapport aux cités européennes. Le système de transports américain semble privilégier la vitesse des déplacements.

A l'opposé, le profil « européen » est marqué par un développement urbain intensif. La croissance urbaine semble se réaliser en Europe grâce à une meilleure organisation de la ville pour satisfaire les exigences du développement urbain. La ville européenne est plus concentrée et compacte.

Son système de transports urbains semble mettre en œuvre les moyens de contenir la mobilité dans un espace restreint. Toutefois, cette restriction n'apparaît pas comme mettant en péril l'activité économique. Les villes européennes ont, semble-t-il, organisé leur système de transports autour de la structure urbaine. C'est en se densifiant qu'elles offrent une réponse aux besoins individuels de transport. Les vitesses européennes ne sont pas les plus rapides, mais elles suffisent à la satisfaction des besoins de mobilité nécessaire à une activité économique comparable à l'activité économique des villes de profil américain.

Dans ce contexte, les phénomènes de motorisation des ménages et d'étalement urbain peuvent être analysés de deux façons. Tout d'abord, en Europe, l'accès à l'automobile est une condition permissive de l'étalement urbain, de la fuite du centre historique. Ensuite, aux États-Unis, l'automobile est une donnée de la structuration et de la construction urbaine, essentiellement réalisée au XX^{e} siècle. La structure urbaine européenne héritée des différentes phases historiques d'urbanisme peut être vue comme une solution au développement économique : cette organisation spatiale peut être améliorée sans trop de coûts, pour recevoir l'activité supplémentaire. Mais aussi cet héritage urbain peut avoir été une forte contrainte au développement des systèmes de transports urbains, dont les infrastructures sont consommatrices d'espace. A l'opposé, la construction urbaine américaine a peut être plus facilement accueilli les infrastructures automobiles du fait de sa jeunesse. Et elle a ainsi pu se développer autour de l'automobile, et non pas développer l'automobile autour de la ville.

La constance des budgets temps de transport ne semble alors pas aussi certainement transférable et applicable à toute ville. La dimension de l'analyse de Zahavi étant la dimension mondiale, le budget temps de transport moyen d'une heure est représentatif de l'ensemble des villes du monde. Il est évident que cette moyenne gomme un très grand nombre d'effets propres aux diverses situations historiques, géographiques, économiques ou culturelles. En raison de cette dimension très agrégée, l'utilisation de cette hypothèse doit se faire avec de grandes précautions. A l'aide de la base UITP, un exemple d'invalidité de l'hypothèse de Zahavi peut être observé, par la segmentation continentale. Ainsi, dès que la dimension mondiale de l'analyse est quittée, la constance des budgets temps de transport ne semble plus aussi valide et pertinente.

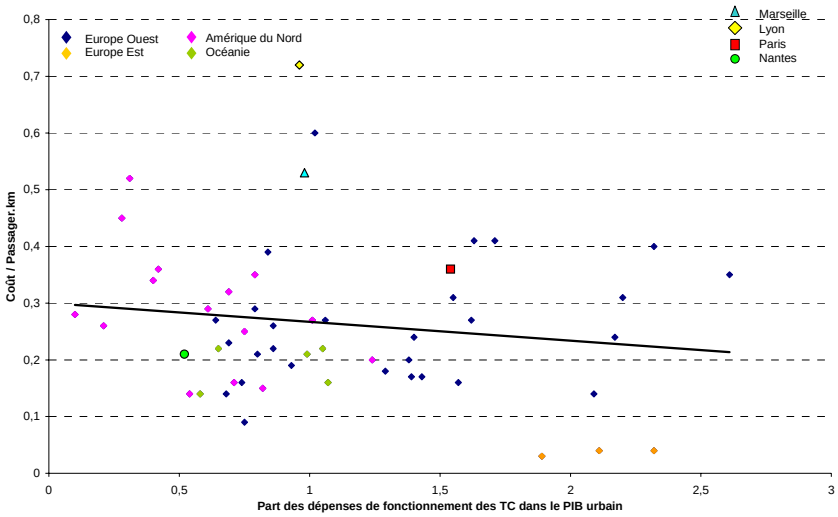
Introduction

La problématique des transports urbains peut être étudiée sous l'angle de l'opposition de deux des principaux objectifs des politiques des transports urbains : la satisfaction des besoins et la maîtrise des externalités du transport. D'une part, les objectifs des politiques de transports urbains privilégient les aspects de fluidité des trafics, et de satisfaction des besoins d'accessibilité : c'est à dire les conditions de réalisation de la mobilité. D'autre part, les politiques de transports urbains dirigent leurs efforts vers une minimisation des coûts liés à la mobilité, afin de répondre aux problématiques de la croissance urbaine, de la mobilité et de l'étalement urbain. Ces politiques se confrontent alors aux notions plus vastes de développement durable des transports et de découplage des croissances économiques et des transports.

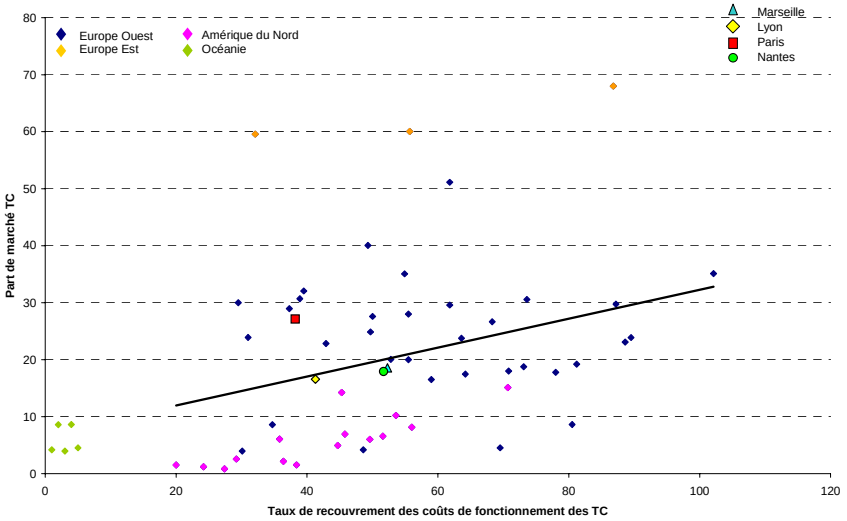
Ainsi, un certain nombre d'outils sont mis en application afin de minimiser l'ensemble des coûts sociaux de la mobilité urbaine (coûts individuels ou collectifs, coûts monétaires, temporels, environnementaux, etc.). Afin de remplir ces objectifs d'optimisation, des outils classiques existent : les campagnes d'investissements dans l'offre de transports urbains (investissement en infrastructure pour répondre aux besoins de mobilité ; investissement dans les transports en commun pour répondre à une demande sociale et une nécessité environnementale, etc.), et les instruments de la tarification (taxation des carburants, péage de stationnement, péage des voies rapides, péage urbain, etc.).

Cependant, ces outils classiques ne semblent pas toujours efficaces. Ainsi, les résultats obtenus sur la base UITP ne parviennent pas toujours à illustrer les atouts et les effets de ces instruments. En effet, les trois exemples suivant illustrent au contraire certaines des limites des politiques d'investissements ou de tarification des transports. Ainsi, l'effort réalisé pour le développement du système de transports collectifs ne semble pas être en mesure d'affecter le coût de la mobilité (*graphique 1*). De plus, les systèmes de transports collectifs progressent lentement vers l'équilibre budgétaire, mesuré par les coûts de fonctionnement, malgré les gains de parts de marché (*graphique 2*). Enfin, la tarification du carburant ou les différentiels de vitesses ne semblent posséder qu'un pouvoir restreint sur le partage modal (*graphique 3*).

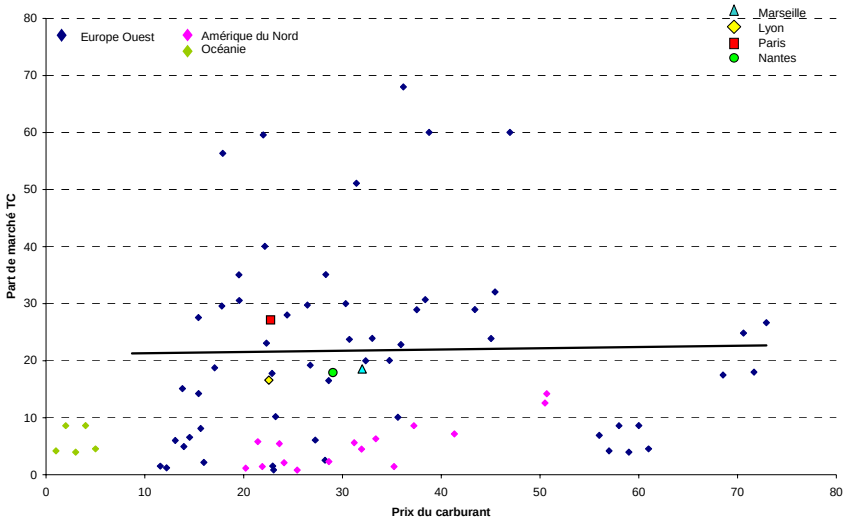
Graphique 1 - Coût de fonctionnement des transports en commun (en dollars au passager-km.) et la part des dépenses de fonctionnement des transports en commun dans le PIB (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.



Graphique 2 - Part de marché des transports en commun (en %.) et taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports en commun (en %) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.



Graphique 3 - Part de marché des transports en commun (en %) et prix du carburant au km (en dollars US) en Europe de l'Ouest, Amérique du Nord et Océanie.



Face aux besoins croissants de mobilité et aux sombres perspectives des externalités liées à cette mobilité, d'autres outils complémentaires doivent être recherchés. L'économiste et l'urbaniste ont, tous deux, proposé leur vision des mécanismes de la mobilité. Pour le premier, les transports urbains constituent un marché qui ne signale pas l'intégralité des ressources rares par des niveaux de prix adaptés. Ces raretés peuvent dans certains cas ne pas être considérées par le système des prix du marché. C'est le cas, par exemple, des ressources environnementales telles que l'air, le silence, etc. qui ont pourtant une valeur pour les acteurs de ce marché. En définitive, pour l'économiste, un trop grand nombre d'externalités de la mobilité ne sont pas payées, et ne sont pas prises en compte par les mécanismes du marché. Ceci éloigne donc le fonctionnement du marché du principe de l'usager-payeur, qui en l'absence de toute forme de régulation devrait, d'après la théorie économique, « optimiser » les échanges sur ce marché.

Enfin, l'urbaniste analyse la mobilité dans son rapport à l'espace-temps. La vitesse des déplacements devient alors un des « rouages » existants entre l'espace-temps de la mobilité et les moyens de réalisation des déplacements. Ainsi, la vitesse de déplacement permet, entre autre, d'étayer la thèse selon laquelle la croissance des distances parcourues et l'étalement urbain sont des conséquences de la satisfaction des besoins et des désirs des populations, au moyen d'un accroissement des vitesses. L'espace-temps des accessibilités

individuelles s'est donc étendu non pas au moyen d'un investissement temporel individuel accru, mais par un prix temporel du déplacement réduit. La croissance des vitesses peut alors expliquer l'étalement urbain et la croissance des distances parcourues, sous l'hypothèse d'une constance du temps quotidien consacré aux transports : le budget temps de transport quotidien (BTT). Le mécanisme simplifié serait le suivant : sous l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, les gains de temps résultant des gains de vitesse sont totalement réinvestis dans du transport supplémentaire.

Le présent rapport étudie les budgets temps de transport quotidiens à partir de la base de données UITP. Cette orientation permettra d'explorer un certain nombre de questions telles que celle du rapport à l'espace-temps de la mobilité et du développement économique. La question de la performance des systèmes de transports urbains, en terme de performance des réseaux de transports en commun, de coûts et de « production » (quantité et qualité des transports) de l'organisation des transports urbains, conduira à l'étude des performances relatives des systèmes de transports, notamment celles des systèmes français. Enfin, l'étude s'attardera sur la dynamique urbaine, dont l'étalement urbain, évoqué précédemment, et sur son fondement : autrement dit l'hypothèse de la constance des budgets temps de transport quotidiens.

LA BASE UITP
« THE MILLENIUM CITIES DATABASE »

La base de données, dénommée « The millenium Cities Database », a été constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics), avec la collaboration de Jeff Kenworthy et Felix Laube de l'université de Murdoch. Par son ampleur unique en son genre, cette base de données offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité dans les villes du monde. En effet, les données collectées pour 100 villes du monde, concernent la démographie, l'économie et la structure urbaines, le parc automobile, les taxis, le réseau routier, le stationnement, les réseaux de transports publics (offre, usage et coût), la mobilité des individus et le choix du mode de transport, l'efficacité du système de transports et ses effets sur l'environnement (temps et coûts de transport, consommation d'énergie, pollution, accidents...). Ainsi, 66 indicateurs bruts (175 indicateurs bruts élémentaires) ont été produits dans les 100 villes sélectionnées.

1. Un échantillon représentatif des villes du monde

Tous les continents sont représentés dans la base. Les villes étudiées sont réparties comme suit : 35 en Europe de l'Ouest, 6 en Europe de l'Est, 15 en Amérique du Nord, 10 en Amérique latine, 8 en Afrique, 3 au Moyen-Orient, 18 en Asie et 5 en Océanie. Toutes les tailles d'agglomération sont représentées, depuis Graz en Autriche (240.000 habitants), jusqu'à la région métropolitaine de Tokyo (32,3 millions d'habitants). 60 agglomérations appartiennent à des pays développés et 40 à des pays émergents ou en développement (*tableau 1*).

- La base UITP « The Millenium Cities Database » -

Tableau 1 - Liste des villes

Villes	**Villes**	**Villes**
Europe de l'Ouest	*Afrique*	*Europe de l'Est*
Graz	Le Caire	Prague
Vienne	Abidjan	Budapest
Bruxelles	Casablanca	Cracovie
Copenhague	Dakar	Varsovie
Helsinki	Tunis	Moscou
Lille	Le Cap	Istanbul
Lyon	Johannesburg	*Moyen Orient*
Marseille	Harare	Tel Aviv
Nantes	*Amérique du Nord*	Téhéran
Paris	Calgary	Riyadh
Berlin	Montréal	*Asie*
Francfort	Ottawa	Manille
Hambourg	Toronto	Bangkok
Düsseldorf	Vancouver	Beijing
Munich	Atlanta	Hong Kong
Ruhr	Chicago	Guangzhou
Stuttgart	Denver	Shanghai
Athènes	Houston	Mumbai (Bombay)
Bologne	Los Angeles	Chennai (Madras)
Milan	New York	New Delhi
Rome	Phœnix	Osaka
Turin	San Diego	Sapporo
Amsterdam	San Francisco	Tokyo
Oslo	Washington	Kuala Lumpur
Lisbonne	*Amérique latine*	Jakarta
Barcelone	Buenos Aires	Taipei
Madrid	Brasilia	Séoul
Stockholm	Curitiba	Singapour
Berne	Rio de Janeiro	Ho Chi Minh Ville
Genève	Salvador	*Océanie*
Zurich	Sao Paulo	Brisbane
Glasgow	Santiago	Melbourne
Londres	Bogota	Perth
Manchester	Mexico	Sydney
Newcastle	Caracas	Wellington

2. Année de référence des données

Les données recueillies font référence à l'année 1995. Du fait de la longueur des travaux nécessaires à l'élaboration de la table, la question de l'obsolescence de cette table peut se poser. Cependant, les informations de cette base peuvent être considérées comme actuelles, dans la mesure où l'économie de la mobilité s'inscrit dans la durée des phénomènes étudiés. L'évolution des villes, la réalisation des grandes infrastructures, et l'évolution des mobilités sont des phénomènes de moyen, voire de long terme. Il est estimé que la durée de validité d'un tel ensemble de données est de plus de 10 ans pour des villes de pays développés et d'un peu moins de 10 ans pour des villes en développement à forte croissance économique et démographique.

3. Le contenu informationnel de la base

Les informations collectées sont principalement de nature quantitative. Les aspects peu quantifiables comme par exemple les opinions des citadins sur leur système de transports sont en dehors du champ de l'étude. Cependant, des informations qualitatives concernant l'urbanisme, la circulation, le stationnement et les transports publics ont été également recueillies. La liste complète des indicateurs bruts collectés figure en *annexe 1*.

La diversité des domaines d'où sont issus les divers indicateurs présents dans la base, constitue un atout évident. Dans le sens où la dimension mondiale confère à la base un grand intérêt pour les comparaisons internationales et la connaissance de la mobilité à un niveau mondial.

Cependant, un certain nombre d'ambiguïtés et de problèmes persistent. Outre les problèmes de sens des comparaisons de certaines villes, ce sont des problèmes de définitions des indicateurs qui sont les plus pénalisants. Alors que la faible pertinence de certaines comparaisons d'indicateurs entre villes peut limiter la portée et la puissance des conclusions qui en découlent, l'harmonisation des définitions des indicateurs utilisés est primordiale pour ne pas fausser les analyses. Si l'analyste doit prêter une attention à la justification de ses études, il n'en reste pas moins que la base de son travail doit présenter une cohérence et une homogénéité d'ensemble. L'analyse globale au niveau mondial gommera un bon nombre de spécificités locales au travers d'indicateurs standardisés. Mais c'est surtout la succession d'hypothèses et de traitements de l'information brute qui constitue un ensemble de questions épineuses.

De ce fait un certain nombre d'ajustements ont été nécessaires pour faire coïncider les différentes mesures.

3.1. Délimitation des agglomérations

L'étude de la mobilité possède une pertinence géographique, qui n'est pas toujours adaptée aux entités administratives en place produisant les informations. Les données disponibles pour des zones administratives non-adaptées ont donc dû être ajustées. Par exemple, des regroupements de communes ont du être effectués par les concepteurs de la base, pour reconstituer des zones métropolitaines pertinentes.

3.2. L'année d'observation

De la même manière, les dates des enquêtes disponibles dans les différentes villes n'étant pas identiques, des extrapolations ont été nécessaires pour que toutes les données concernent l'année 1995.

3.3. Décomposition d'indicateurs

D'une difficulté plus grande, la distinction non-systématique de sous catégories au sein d'indicateurs, relevés pour certaines villes à un niveau trop agrégé, a produit certaines carences dans la base. Ainsi la séparation des services suburbains et des services interurbains, ou la reconstitution de secteurs composés de plusieurs entrepreneurs privés sont problématiques.

3.4. Définitions des indicateurs

A un niveau de détail encore plus précis, les divergences de définitions ne peuvent être effacées. Ainsi l'homogénéité stricte des définitions des indicateurs relevés peut être mise en doute. En effet, sans un travail en amont de standardisation des mesures de la mobilité les indicateurs tels que les temps et les distances de parcours, la définition de la personne étudiée (limite d'age, statut professionnel), le motif de transport (déplacement professionnel ou personnel), etc. doivent être utilisés avec prudence.

3.5. Méthodes d'enquêtes

Enfin, dans un soucis de détail, les divergences de résultats produits par des méthodes d'enquêtes différentes pourront être évoquées. En effet, qu'il s'agisse de relevés sur le terrain, d'enquêtes téléphoniques, ou de carnets de bord, les informations recueillies n'ont ni la même valeur informationnelle, ni le même pouvoir représentatif.

La base étant qualifiée d'imparfaite, par ces auteurs même, elle n'en reste pas moins le recueil de données le plus abouti, complet et fiable à ce jour. L'intégralité des indicateurs est renseignée pour 84 villes sur l00. Pour les autres cas, le taux de collecte varie de 30 % à 95 %. C'est en Amérique latine que le recueil de données est le moins complet.

4. Description des calculs effectués sur les indicateurs et leur limite

La base UITP met à notre disposition des informations de différents niveaux sur chacune des 100 cités recensées. Parmi les thèmes renseignés, un certain nombre de données concernent les caractéristiques géographiques (surface, densité d'emplois), démographiques (population), économiques (PIB) de la ville. L'activité de transport est décrite en détails tant sous l'angle de l'offre de transports par la description du système de transport, que sous l'angle de la demande ou de la mobilité réalisée par l'observation des trafics réalisés.

Cet ensemble de données nous permet alors de croiser les informations propres à la mobilité individuelle avec les caractéristiques des villes et de leur système de transport.

Afin de décrire la mobilité individuelle, nous avons choisi d'étudier les budgets temps de transport quotidiens, qui sont la somme des durées des déplacements réalisés au cours d'une journée par un individu. Cet indicateur semble être une variable qui, avec la distance quotidienne, constitue la charnière entre le comportement de mobilité et l'espace de réalisation des déplacements. Ainsi le croisement des durées de déplacement avec les distances parcourues, les vitesses accessibles, ou encore les concentrations spatiales d'activités, etc. permettra d'éclairer la relation entre le comportement de mobilité et la structure de l'espace urbain. De plus, le budget temps permettra de relier les sources génératrices de transport que sont l'activité et la situation socio-économique de

l'individu ; le système d'offre de transports ; et enfin la structure de l'espace urbain.

Ainsi nous explorerons les relations qui existent ou non entre les budgets temps de déplacement et les informations relatives à l'activité économique et la structure géographique de la ville, ainsi que celles relatives à la mobilité réalisée, et les informations relatives à l'offre de transport. Ce travail paraît en effet susceptible d'éclairer une partie des mécanismes à l'œuvre dans la fonction de production des transports urbains. De plus, la base précise et de grande ampleur permet une comparaison entre les différentes régions géographiques, et peut ainsi situer les systèmes de transports urbains des villes françaises par rapport à leurs homologues étrangers.

5. Calculs des temps et des distances parcourues

Les données disponibles pour chacune des villes nous renseignent sur la mobilité individuelle quotidienne moyenne. Un certain nombre de caractéristiques sont accessibles afin de décrire cette mobilité à l'aide des moyennes individuelles calculées à l'échelle de chaque agglomération. Ainsi, les observations concernent : le nombre de déplacements quotidiens, les distances et les durées de transport par individu observés en moyenne dans une journée suivant le mode de transport utilisé (modes de transports publics et de transports privés). Ce jeu de données nous permet de recomposer plusieurs indicateurs de mobilité :

Les *distances moyennes quotidiennes parcourues en modes de transport motorisés*. Ainsi, pour chacun des deux modes de transport (public et privé), le produit du *nombre moyen de déplacements quotidiens* [1] par la *distance moyenne par déplacement* fournit la *distance quotidienne parcourue* pour chacun des deux modes de transport. Par la somme des distances pour chaque mode, la *distance totale motorisée quotidienne moyenne* est recomposée pour chaque ville.

Les *budgets temps de transport quotidiens moyens en modes motorisés*. De la même façon que précédemment, le *produit du nombre moyen de déplacements quotidiens* par la *durée moyenne par déplacement* [2], fournit la durée moyenne

(1) Moyenne annuelle incluant les week-ends.
(2) Les données disponibles pour les durées distinguent les modes : "public" et "voiture", ce qui nous contraint à croiser la durée moyenne par déplacement

quotidienne de déplacement en fonction du mode de transport. Ensuite la somme des durées par mode donne la *durée moyenne quotidienne totale de déplacement*, soit le budget temps de transport quotidien moyen.

6. Limites de l'information délivrée par la base

Pour les deux principaux indicateurs utilisés par l'étude, la base fournit une information complète et précise, à l'exception de certaines villes, citées dans le *tableau 2*.

Tableau 2 - Villes dont les budgets temps de transport et les distances parcourues ne sont pas renseignées

Budgets temps de transport non-renseignés	Distances parcourues non-renseignées
Lisbonne	Lisbonne
Istanbul	Istanbul
Buenos Aires	Buenos Aires
Brasilia	Brasilia
Salvador	Salvador
Caracas	Caracas
Casablanca	Varsovie
	New Delhi

Toutefois, l'échantillon de travail est composé d'un nombre important d'agglomérations (au moins 90 pour chaque indicateur), même si parfois, l'information renseignée peut paraître surprenante, voire suspecte. C'est régulièrement le cas, notamment pour les villes : Moscou, Rome, Barcelone.

7. Le cas des villes françaises

Pour les villes françaises, les premières caractéristiques géographiques sont présentées dans le *tableau 3*.

---

automobile avec le nombre moyen de déplacements en mode privé. Il est donc possible qu'à ce niveau il existe une incompatibilité entre les définitions de l'automobile et du mode privé, et que par exemple, les deux-roues motorisées soient exclus des budgets temps de transport.

Tableau 3 - Indicateurs géographiques des villes françaises

Villes	Lille	Lyon	Marseille	Nantes	Paris
Population	1 153 000	1 152 259	798 430	534 000	11 004 254
Surface en ha.	87 900	48 675	23 850	48 700	1 201 200
Densité urbaine calculée *(pop./surf.)* (en personne / ha.)	13,12	23,67	33,48	10,97	9,16
Densité urbaine rapportée par la base (en personne / ha.)	60,54	47,42	58,71	35,84	47,62

Ce tableau illustre très simplement les problèmes de définitions évoqués précédemment. Par exemple, la ville de Lille est ici définie par ce qui est nommé « l'arrondissement de Lille », qui comprend Roubaix, Tourcoing, etc., soient 126 communes. Alors que l'agglomération lyonnaise prise en compte ici, correspond très certainement à la Courly, soit 55 communes. Les différences se font aussi ressentir au niveau des surfaces. De ce fait, les mobilités considérées dans chacune des villes ne sont pas identiques. De la définition utilisée pour chaque cité, dépend l'inclusion ou l'exclusion de certains types de mobilités.

En définitive la comparaison avec les résultats des analyses fondées par exemple sur les enquêtes ménages sera difficile. En effet, pour la ville de Lyon, l'enquête ménage de la même année de référence que la base UITP, 1995, définit l'agglomération par une surface de 1 102 km² et une population de 1 241 936 habitants. Il en est de même pour les études fondées sur l'aire urbaine de Lyon, au sens de l'INSEE, pour laquelle la superficie est deux fois plus grande que celle de l'enquête ménage de 1995 et la population prise en compte est de 20 % plus importante.

Il apparaît alors que les densités qui sont produites dans la base ne sont pas un calcul réalisé simplement à partir de la base UITP. Un ajustement des données brute a certainement dû intervenir en amont. Il est toutefois regrettable de ne pas pouvoir être renseigné sur le contenu et la définition exacte de chacun des indicateurs présents dans la base UITP.

8. Limites des indicateurs composés

Par la composition de moyennes effectuée pour le calcul des budgets temps de transport quotidiens et des distances parcourues quotidiennes, nous nous heurtons à deux limites importantes.

Tout d'abord, l'utilisation des données moyennes telles qu'elles sont disponibles dans la base, ne permettent pas de certifier un cadrage parfait des informations. Par exemple, l'usage des durées de déplacement automobile peut introduire une incompatibilité avec les autres indicateurs qui concernent l'ensemble des modes motorisés privés. Cet exemple illustre en fait la question plus large de la définition stricte des indicateurs présents dans la base. En effet, nous ne savons pas quelles sont les définitions exactes des différents indicateurs, ni comment ils sont définis dans chacune des villes. Or la comparabilité des données est, entre autre, fortement dépendante de l'homogénéité de ces définitions. Les modes motorisés indiqués ici, sont-ils identiques pour chaque ville ? Les deux-roues motorisées sont-ils systématiquement inclus dans chacune des enquêtes ? N'y a-t-il pas de différence dans les définitions utilisées comme, par exemple dans la comptabilisation des véhicules de fonction ? etc..

En conséquences, les conclusions qui pourront être tirées de cet ensemble de données devront se limiter à un niveau de précision restreint. Il sera donc impossible de discuter de la répartition modale entre modes motorisés privés. De même, aucune distinction ne pourra être faite entre les systèmes de transports publics, les modes souterrains et de surface étant composés en un seul indicateur (mode de transports publics).

L'utilisation de produit de moyennes dans le but de recomposer des indicateurs qui auraient pu être observés directement comporte plusieurs effets. Principalement, un effet de réduction des variations peut être envisagé. La « surimpression » de moyennes aura un effet de lissage de l'information. Il en résulte une perte d'information sur les effets internes ou les effets propres aux indicateurs recomposés, ainsi qu'une absence de mesure de la dispersion de l'échantillon. Notamment, l'utilisation répétée de certains indicateurs moyens, comme le nombre moyen de déplacements, introduit un biais dans les résultats. Par exemple, une forte différence entre les distances parcourues dans deux villes pourra en partie être le résultat d'une forte différence dans le nombre moyen de déplacements.

Enfin, l'absence de considération de la marche à pied est regrettable [1]. Elle aurait pu éclairer une partie non négligeable des phénomènes. Notamment pour les comparaisons faisant intervenir les Pays en Voie de Développement (PVD), ou les villes européennes qui ont une marche à pied plus intensive que dans les régions américaines. En conséquence, les discussions portant sur la mobilité

---

(1) La marche à pied est exclue de l'analyse en raison de la carence d'information concernant la durée du déplacement moyen en marche à pied.

globale des villes feront l'hypothèse implicite d'un poids négligeable de la marche à pied dans les comparaisons, ou au moins d'un poids équivalent de la marche à pied dans les mobilités des villes. Plus raisonnablement, elles devront être lues comme se limitant à la **mobilité motorisée** (privée ou publique).

Ces imprécisions doivent rester présentes à l'esprit du lecteur, mais il pourra observer qu'elles ne détruisent pas le pouvoir séparateur des indicateurs disponibles, par exemple s'agissant des contrastes qui ressortent de comparaisons entre continents. Les résultats les plus nets peuvent être considérés comme très probablement significatifs.

PREMIERS RESULTATS ET PREMIERES PISTES

1. Budgets temps de transport et distances parcourues, les premiers résultats

Avant tout, l'analyse suivante portant essentiellement sur deux indicateurs de mobilité (la distance quotidienne moyenne parcourue et le budget temps de transport moyen motorisé), il convient d'observer quelques statistiques descriptives (*tableaux 4 et 5*).

Tableau 4 et Tableau 5 - Statistiques descriptives des deux principaux indicateurs

BTT par ville (en min.)	Moyenne	Ecart type	Proportion écart type / moyenne
Europe de l'Ouest	43,65	8,56	0,2
France	42,34	5,09	0,12
Europe de l'Est	50,47	13,57	0,27
USA	56,31	13,83	0,25
Océanie	52,39	7,43	0,14
USA et Océanie	55,33	12,48	0,23
Asie (5 premières villes)	44,85	6,6	0,15
Pays émergents	38,62	20,79	0,54
Monde	45	15,47	0,28

Distance par ville (en km.)	Moyenne	Ecart type	Proportion écart type / moyenne
Europe de l'Ouest	21,39	4,87	0,23
France	19,6	2,93	0,15
Europe de l'Est	17,88	8,84	0,49
USA	42,58	14,6	0,34
Océanie	32,92	5,62	0,17
USA et Océanie	40,17	13,49	0,34
Asie (5 premières villes)	22,49	5,33	0,24
Pays émergents	12,78	6,15	0,48
Monde	22,41	12,65	0,56

Les budgets temps de transport motorisés moyens sont donc compris dans un intervalle d'une quinzaine de minutes (42 min. à 56 min.). Les distances

moyennes sont plus éclatées (de 12 km à 42 km). Les écarts types des budgets temps de transport des différentes zones sont par contre relativement importants. Ils s'élèvent à une dizaine de minutes. Ce qui représente des écarts à la moyenne d'environ 15 % à 20 %. Comme nous le verrons par la suite, ces dispersions dans les budgets temps de transport sont d'une ampleur comparable aux travaux de Y. Zahavi (1981) ou de A. Schafer (2000).

2. L'hypothèse de Zahavi – La constance des budgets temps de transport

Avant d'approfondir la réflexion sur les relations existant entre les budgets temps de transport et les indicateurs géographiques, socio-économiques et les indicateurs de mobilité, il est opportun de rappeler certains des résultats que Y. Zahavi publia dans le début des années 1980. Ce dernier, travaillant sur les budgets temps de transport, étudiait les mobilités urbaines au même niveau d'agrégation que celui que nous employons aujourd'hui. Zahavi est le fondateur de l'hypothèse de constance des budgets de transport des agglomérations, dont le budget temps de transport. Cette constance étant d'après lui spatialement et temporellement transférable. Ainsi, il énonce la conjecture suivant laquelle, une ville conserve un budget temps de transport stable dans le temps (dimension temporelle de la constance), et que le niveau de budget temps de transport d'une agglomération est semblable à celui de toute autre ville (dimension spatiale de la constance).

L'hypothèse de Zahavi

A la fin des années 70, Zahavi termine plusieurs travaux étudiant les budgets de transport quotidiens en zone urbaine.

Les résultats de ces analyses semblent indiquer des régularités relativement significatives, dans les dépenses moyennes quotidiennes en termes monétaires et temporels, au niveau des aires urbaines.

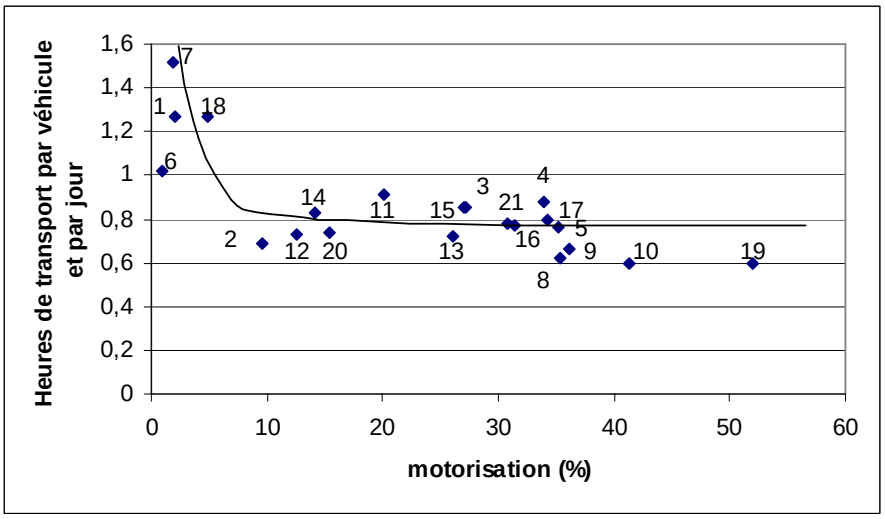
Selon l'hypothèse formulée par Zahavi, pour compléter son modèle de mobilité, les budgets temps et monétaire de transport sont tels que :

- Le budget temps (respectivement monétaire) de transport moyen d'une agglomération est calculé comme la moyenne sur l'ensemble de la population (resp. des ménages) mobile(s) de l'agglomération, des durées individuelles (resp. des parts du revenu disponible des ménages) consacrées aux déplacements effectués au cours d'une journée.

- Les deux budgets de transport moyens sont constants dans le temps pour chaque ville.
- Les budgets de transport moyens sont similaires de ville en ville, de quelque région du monde qu'elle soit.

Alors que nous reviendrons sur l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, nous pouvons ici utiliser une partie du raisonnement de Zahavi qui lui permettait d'énoncer la stabilité des budgets temps de transport. Le graphique suivant (*graphique 4*), constitue un des arguments forts de l'énoncé de la conjecture de Zahavi.

Graphique 4 - Heures quotidiennes de transport par véhicule et motorisation (en nombre de véhicules pour 100 personnes)



N°	Ville	Année	N°	Ville	Année
1	Athènes	1962	12	Kingston Upon Hull	1967
2	Athènes	1980	13	Kingston Upon Hull	1981
3	Baltimore	1962	14	Londres	1962
4	Baltimore	1980	15	Londres	1981
5	Bâton Rouge	1965	16	Meridian	1967
6	Bombay	1962	17	Pulaski	1964
7	Bombay	1981	18	Tel-Aviv	1965
8	Brisbane	1981	19	Tucson	1980
9	Chicago	1980	20	West Midlands	1964
10	Columbia	1985	21	West Midlands	1981
11	Copenhague	1967			

(Source : Y. ZAHAVI (1973), The TT-Relationship*)*

L'interprétation faite par Zahavi est que passé un certain seuil de motorisation (10 véhicules pour 100 personnes), et donc de développement du système de transport, les agglomérations voient leur budget temps de transport converger vers la valeur limite de 0,8h. Ainsi, les différences de vitesses de déplacement résultant des niveaux de motorisation, disparaissent dans l'expression de la mobilité des individus. Les individus n'utiliseraient alors pas les gains de vitesse pour passer moins de temps dans les transports, mais conserveraient les mêmes temps de parcours. Ainsi, les individus utiliseraient les gains de vitesse pour parcourir plus de distance.

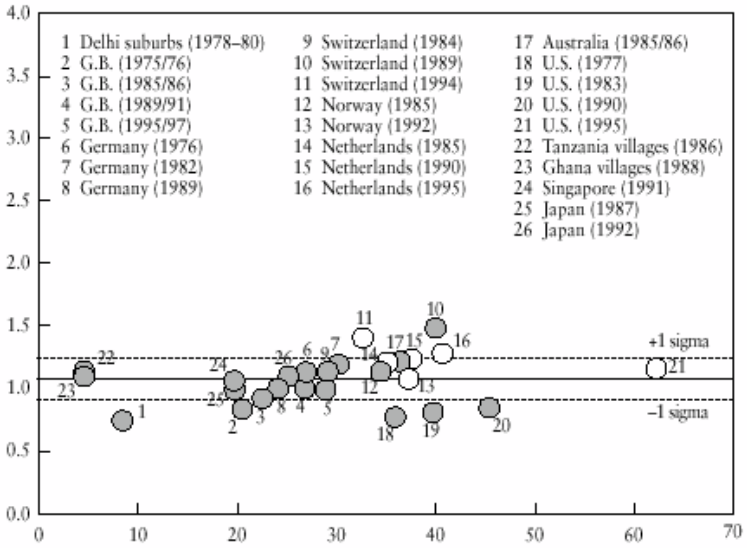
Sous l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, Zahavi met en lumière l'arbitrage réalisé par les individus entre la ressource temporelle nécessaire aux déplacements quotidiens et la vitesse des déplacements, qui représente donc le coût temporel des déplacements. Zahavi fait apparaître le mécanisme d'opportunités auquel accède un individu acquérant de nouvelles vitesses plus rapides. Ce dernier choisit une nouvelle allocation de son temps au transport, en fonction du nouveau prix temporel du déplacement. La réduction du prix temporel du transport lui permet essentiellement d'étendre sa zone d'accessibilité. L'arbitrage met donc face à face les gains de temps et les gains d'accessibilité.

L'hypothèse de constance des budgets temps de transport signifie donc que le résultat de ce choix est en faveur des gains d'accessibilité. En effet, l'individu en choisissant de réinvestir les gains de temps dans du transport supplémentaire, fait le choix d'étendre la zone de ses activités. Cette extension se traduit soit par une fréquentation accrue des activités menées jusqu'à présent, soit par l'apparition de nouvelles activités dans l'emploi du temps de l'individu, soit par un éloignement des lieux de réalisation des activités. Dans tous les cas, l'individu parcourt plus de distance au quotidien.

Plus récemment, A. Schafer vérifie et utilise cette hypothèse de constance des budgets temps de transport afin de réaliser une projection de la mobilité mondiale. Alors que ces données sont relatives à des moyennes nationales, il parvient à reconstituer un intervalle des budgets temps de transport relativement étroit, et d'ampleur similaire à celle de l'intervalle de Y. Zahavi, ou du notre (*graphique 5*).

Graphique 5 - Budget temps de transport, en heure par personne par jour et distance quotidienne moyenne parcourue par personne.

Budget temps de transport



(Source : SCHAFER A., (2000), Regularities in travel demand*…)*

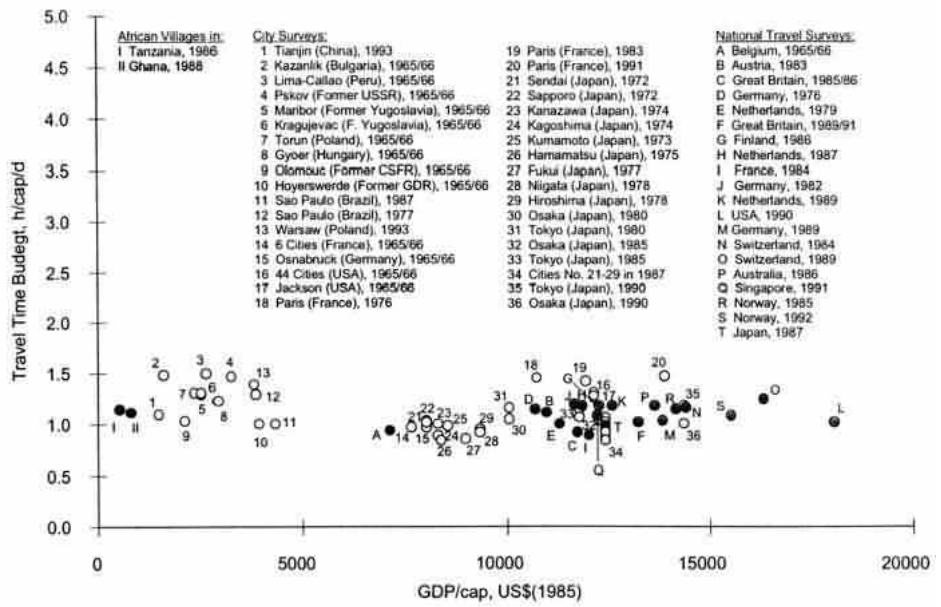
De plus A. Schafer a fourni le même type de travail sur une grande diversité de villes [1]. Ainsi le graphique suivant laisse apparaître un intervalle d'une quarantaine de minutes qui concentre l'ensemble des budgets temps de déplacement moyens des villes étudiées. De plus, les durées quotidiennes de déplacement au niveau national semblent plus concentrées que celles des villes. La constance du budget temps face aux évolutions économiques apparaît dans ce travail. En effet comme le montre le graphique ci-dessous (*graphique 6*), le niveau de GDP [2] (PIB) des pays considérés n'intervient pas de façon marquante sur le niveau du budget temps de transport. Et pour certaines villes dont la durée

(1) Villages africains (Riverson et Carapetis, 1991), 44 villes (Szalai et al., 1972, Katiyar et Ohta, 1993, EIDF, 1994, Malasek, 1995, et Metrõ, 1989) données nationales (Kloas et al., 1993, Vliet, 1994, UK Department of Transport, Federal Highway Administration, 1992, Stab für Gesamtverkehrsfragen, 1986, Dienst für Gesamtverkehrsfragen, 1992, Orfeuil et Salomon, 1993, Vibe, 1993, Federal Office of Road Safety, 1988, Olszewski et al., 1994)

(2) L'indicateur GDP correspond dans la base UITP au « Metropolitan gross domestic product per capita », soit le PIB par habitant de l'agglomération.

d'observation est suffisante, nous pouvons voir une illustration de la persistance de la constance du budget temps malgré la croissance économique des pays (Paris, Tokyo, Osaka). Le lien avec la figure précédente (*graphique 5*), présentant la constance des budgets temps parallèlement à l'évolution des distances parcourues rappelle le mécanisme qui est au centre des enjeux du couplage. Le lien entre la croissance des PIB et la croissance des distances parcourues paraît alors pertinent et significatif, et cohérent avec l'hypothèse de la constance temporelle et spatiale du budget temps de transport.

Graphique 6 - Budget temps de transport moyen par personne et PIB par personne



(Source : Schafer A., D.G. Victor, (2000), The future mobility of the world population)

Cependant, ce raisonnement est malmené par nos résultats [1]. Les croissances parallèles des distances parcourues et des vitesses de déplacement sont bien observées. Mais nous constatons aussi une croissance du budget temps de transport. Alors que nous reviendrons plus tard sur l'opposition de nos résultats avec l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, nos résultats indiquent un « goût » à l'étalement de la zone d'activités plus puissant que celui mis en lumière par l'hypothèse de constance des budgets temps de transport. Le « goût de l'espace » semble ici suffisamment fort pour inciter les individus à

(1) Alors que les résultats de Zahavi sont spatialement et temporellement transférables, nous ne pouvons ici que discuter de la dimension spatiale du travail, pour l'année 1995.

étendre leur champ spatial au-delà de ce qui leur est permis par les hausses de vitesse. Tout se passe comme si le désir d'espace avait gagné en intensité, et incitait petit à petit les individus à accepter une dépense temporelle de transport de plus en plus grande. Alors que jusqu'à présent l'interprétation qui est faite du lien entre vitesse, distance et budgets temps de transport rend la vitesse responsable de l'extension de la portée spatiale des déplacements, en supposant le budget temps fixe. Il semble à la vue de nos résultats que l'extension spatiale a franchi la barrière du budget temps de transport.

Enfin, une nuance doit être apportée à ce constat pour les villes européennes. En effet, dans ce groupe, la hausse BTT est relativement faible face au PIB, à la distance ou à la vitesse.

ÉTUDE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT DANS LA BASE UITP

1. Géographie de la ville - structure de l'espace urbain

Les données disponibles dans la base UITP permettent de confronter les budgets temps de transport à divers indicateurs géographiques des agglomérations. Ainsi, la mobilité peut être mise en relation avec les caractéristiques « physiques » des villes d'Europe, d'Amérique du Nord, d'Océanie, de grandes métropoles asiatiques et de multiples villes de pays émergents.

Le rapport ne reproduit pas l'intégralité des graphiques de l'analyse. Seuls ceux dont se dégagent quelques éléments de compréhension de la mobilité sont présentés. Dans le rapport, les villes asiatiques et de pays émergents ne sont présentés que lors de l'observation générale des relations, à un niveau mondial. Et elles sont exclues des raisonnements plus mécaniques, qui se distinguent essentiellement pour les pays « occidentaux ».

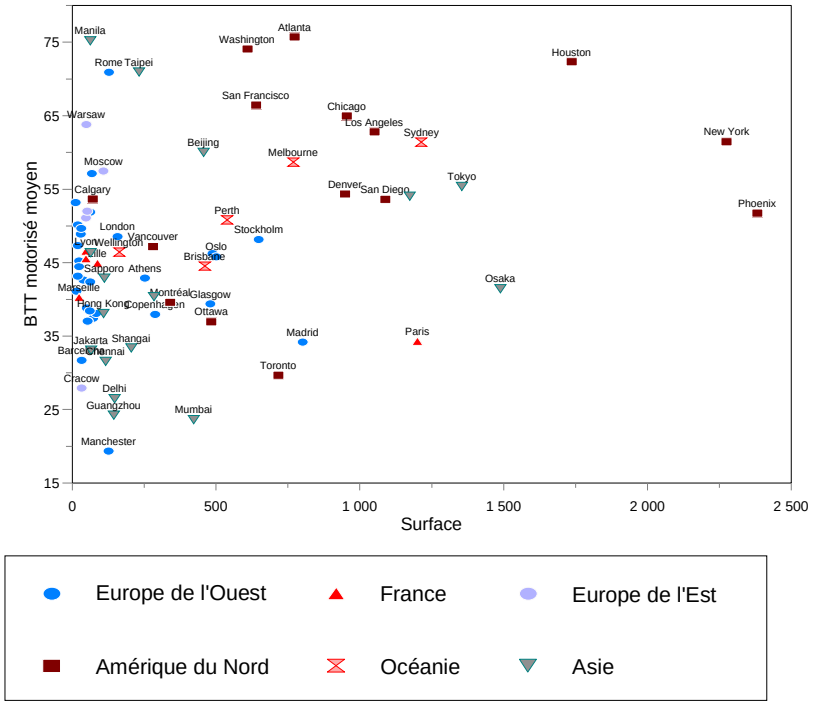
1.1. Surface

Au cœur de la diversité des situations, une nette distinction apparaît entre les villes d'Amérique du Nord et les villes d'Europe. En effet, les villes américaines sont plus étendues, et ont des budgets temps de transport plus importants. Cela illustre le caractère maintenant « classique » de la géographie des villes américaines, qui consomment généralement plus d'espace. Le graphique ci-dessous indique que cette extension spatiale s'accompagne d'un surcoût temporel. Alors que les villes européennes sont moins étendues, et affichent des budgets temps de transport plus faibles (*graphique 7*).

En une situation intermédiaire, les villes canadiennes semblent plus performantes, dans le sens où, pour une surface nettement plus grande, les budgets temps de transport ne semblent pas affectés et restent au niveau de ceux des villes européennes. L'organisation de l'espace y apparaît alors plus

performante, car elle semble réduire le coût temporel de la mobilité, ou réduire directement le besoin de mobilité induit par l'étendue de la ville.

Graphique 7 - BTT motorisé par personne (en min.) et surface de l'agglomération (en milliers d'ha.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.



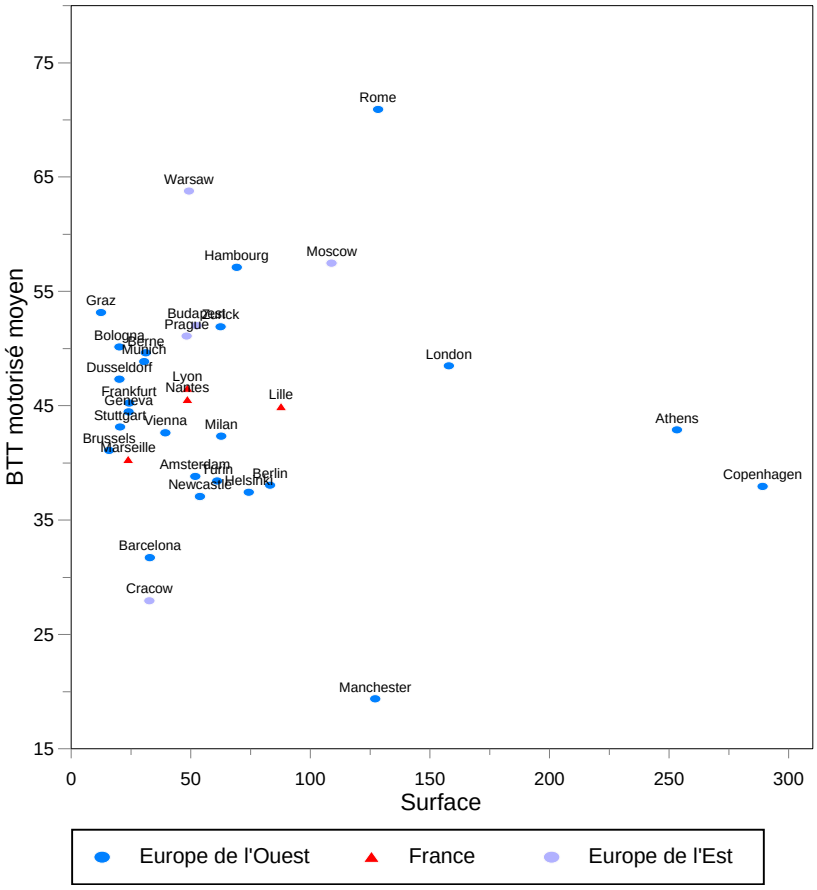
Enfin, à l'exception des villes du *tableau 6*, les villes européennes se répartissent comme l'indique le *graphique 8*.

Tableau 6 - Budget temps de transport motorisé moyen quotidien et surface des plus grandes villes d'Europe.

Ville	Budget temps de transport moyen quotidien motorisé (en min.)	Surface (en ha.)
Paris	34,31	1 201 200
Madrid	34,17	802 790
Stockholm	48,16	649 000
Oslo	45,8	501 300
Ruth	46,26	488 759
Glasgow	39,38	480 700

Graphique 8 - BTT motorisé par personne (en min.)
et surface de l'agglomération (en milliers d'ha.) en Europe.

après exclusion des villes : Paris, Madrid, Stockholm, Oslo, Ruth, et Glasgow.



Aucune tendance ne semble se distinguer parmi les villes européennes. Seules quelques villes (Paris, Madrid, Stockholm, Oslo, Ruth, Glasgow, Copenhague, Athènes, et Londres) semblent, à l'image de la position des villes canadiennes, être plus performantes que les autres. Les villes françaises, à l'exception de Paris, ne se distinguent pas du reste de l'échantillon des villes européennes.

Enfin, les grandes agglomérations asiatiques, relativement proches de la tendance européenne, ne semblent pas avoir de budgets temps de transport sensibles à la surface.

Une distinction de deux groupes de villes semble pouvoir s'opérer par rapport à la surface de la ville. En effet, les villes nord-américaines et océaniques sont de plus grande envergure que la majorité des villes européennes. Alors que l'ensemble des villes affichent des budgets temps de transport équivalents, les agglomérations américaines ont des budgets temps de transport plus importants [1]. Ainsi les villes américaines semblent payer leur extension spatiale par un surcoût temporel de déplacement. Par contre les villes canadiennes et océaniques ont une superficie intermédiaire entre l'Europe et les États-Unis, mais ont des budgets temps de transport similaires aux européens. En ce sens, les systèmes de transports canadiens et océaniques semblent plus performants par rapport à ceux des autres agglomérations. Il en est de même des grandes cités européennes, telles Londres et Paris, qui sont plus étendues mais qui conservent des budgets temps de transport proches de ceux des pays voisins.

Ainsi au niveau européen, il ne semble pas exister de dépendance directe entre les budgets temps de transport et les surfaces des agglomérations. Les différentes situations sont-elles le résultat de certaines politiques ? Les grandes villes, qui paraissent plus « efficaces » sont-elles le champ de politiques particulières ?

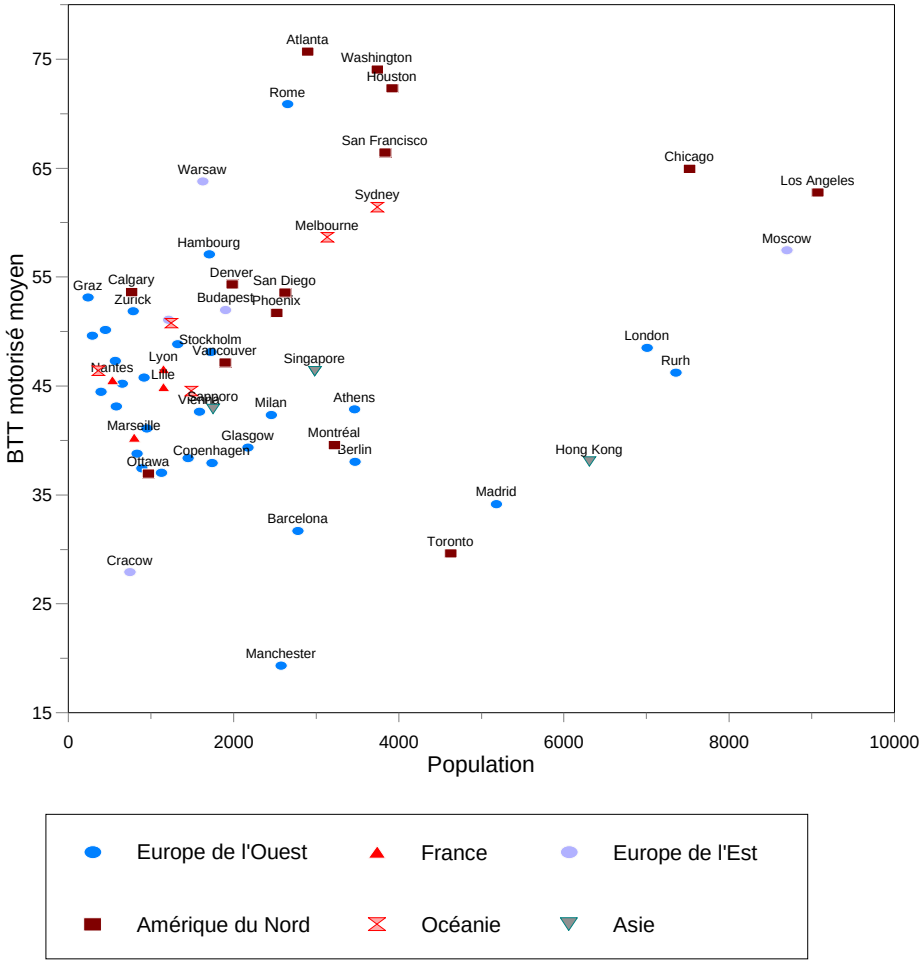
1.2. Population

Pour l'ensemble des villes, la taille de la population ne semble pas avoir d'effet sur le budget temps de transport. Seules quelques villes américaines, se démarquent. Mais il s'agit d'agglomérations pour lesquelles la superficie est importante. Il n'est donc pas illogique de retrouver ces cités parmi celles qui ont un budget temps de transport et une population plus élevés que la moyenne (*graphique 9*).

(1) Une remarque importante doit être faite concernant l'étude des BTT. Dans l'intervalle définit par l'ensemble des villes étudiées, les écarts sont relativement importants (d'une trentaine de minutes à 75 min.). Cependant, ils sont de la même envergure que ceux mis en lumière dans les années 80 par Y. Zahavi ou en 2000 par A. Schafer. C'est le même type d'intervalle qui leur permit de soutenir l'hypothèse d'une transférabilité spatiale et temporelle du BTT.
Mais à l'intérieur de cet intervalle nous pouvons discerner des positions relatives distinctes pour les continents européen et nord-américain.

Graphique 9 - BTT motorisé par personne (en min.) et population (en millier d'hab.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.

après exclusion des villes : Paris (11 004 254 hab. ; 34,31 min.), Osaka (16 828 737 hab. ; 41,46 min.), New-York (19 227 361 hab. ; 61,45 min.) et Tokyo (32 342 698 hab. ; 55,4 min.)



Deux schémas semblent alors se dessiner pour les villes américaines qui affichent dans l'ensemble des budgets temps de transport plus élevés que les autres villes du monde. D'une part, certaines villes (Atlanta, Washington, San Francisco, Houston) sont caractérisées par des surfaces importantes, mais des populations équivalentes aux villes européennes. Ainsi, le niveau des budgets temps de transport peut être expliqué par l'étalement de la ville et la forte

dispersion des opportunités socio-économiques. L'équivalence entre le niveau de population de ces villes et celui des agglomérations européennes, marque nettement une tendance forte à la consommation d'espace par ces villes américaines (à même population, surface plus élevée). Cependant, un second groupe de villes américaines (Chicago, Los Angeles et New York) se distingue, par des niveaux de population largement plus importants. Pour ce groupe, le saut observé au niveau des budgets temps de transport semble pouvoir être expliqué par ce niveau de population plus élevé. Ce second groupe peut alors paraître plus performant que le précédant puisque « transportant » plus de population pour un même coût temporel. Toutefois, ces dernières villes demeurent moins efficaces que les villes européennes susceptibles de les « concurrencer » en terme de niveau de population (Paris, Londres, Ruhr), qui ont des budgets temps nettement plus faibles. Les grandes villes asiatiques tendent une fois de plus vers le profil européen.

D'une façon générale, le graphique illustre la plus forte concentration de population des villes européennes par rapport aux villes d'Amérique du Nord. Le parallèle entre la concentration de population et les budgets temps de transport européens semble indiquer une organisation générale des systèmes de transports européens plus efficace. Là encore, les villes françaises, à l'exception de Paris ne se détachent pas du groupe des villes européennes.

Les positions relatives par rapport à la taille des villes peuvent alors signifier qu'une mégapole possède un système de transports performant. Ceci apparaît de façon plus claire encore, au niveau européen, où les villes les plus peuplées affichent des budgets temps de transport motorisé similaires à ceux de villes moins peuplées.

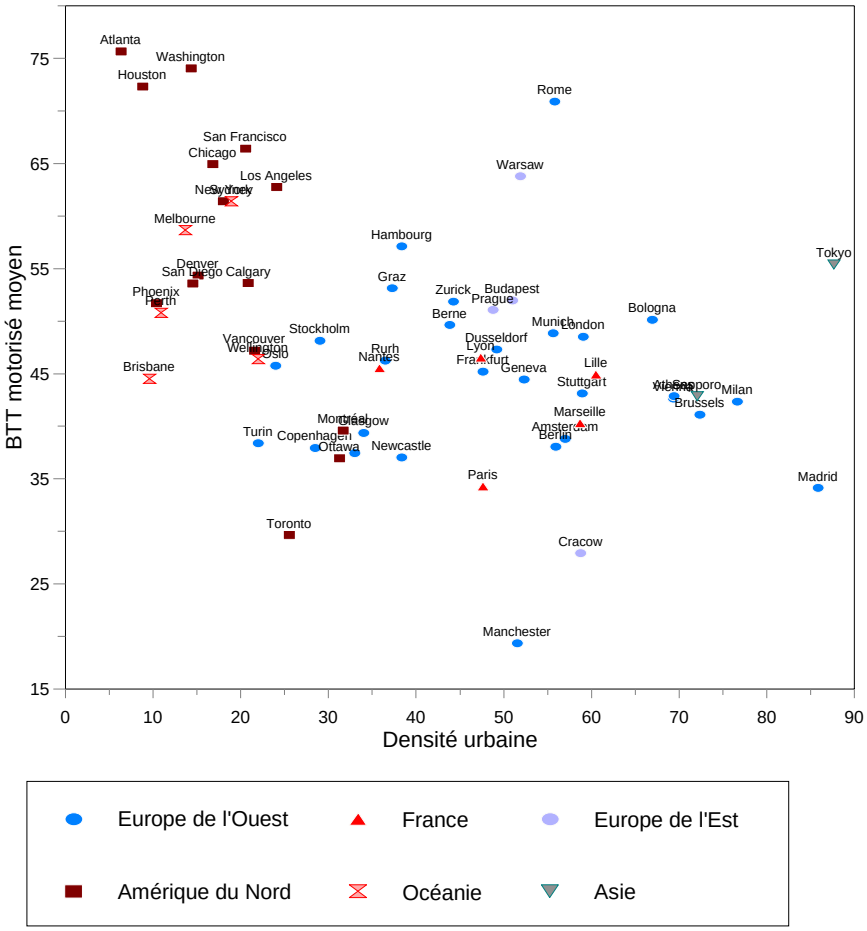
1.3. Densité de population

Alors que pour les villes européennes, la densité urbaine ne semble pas affecter le budget temps de transport, l'effet semble significatif pour les villes nord-américaines. Une faible concentration de la population américaine semble être synonyme de déplacements globalement plus longs. En effet, malgré le large éventail des niveaux de densités urbaines en Europe, les budgets temps de transport y sont rapprochés. Par contre en Amérique du Nord et en Océanie, les budgets temps sont plus importants et semblent décroissants avec la densité urbaine, qui est de plus, nettement plus faible qu'en Europe. Les grandes villes asiatiques sont nettement plus denses que l'ensemble des villes, mais elles affichent des budgets temps de transport équivalents aux européens. Cela

suggère peut être un niveau plancher du budget temps de transport (*graphique 10*).

Graphique 10 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.

après exclusion des villes : Moscou (146,26 hab./ha. ; 57,48 min.), Barcelone (197,1 hab./ha. ; 31,72), Singapour (93,53 hab./ha. ; 46,38 min.), Osaka (98,13 hab./ha. ; 41,46 min.) et Hongkong (320,36 hab./ha. ; 38,1 min.)

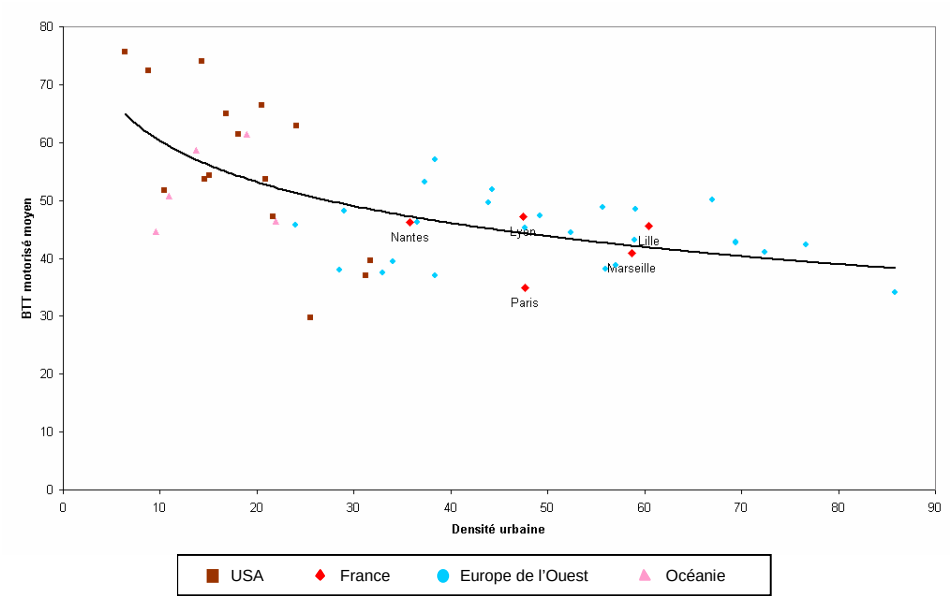


Ainsi sur l'ensemble des agglomérations des pays développés, une relation décroissante semble pouvoir être établie entre les budgets temps de transport et la densité urbaine. Le *graphique 11* marque d'une silhouette stylisée la

dépendance apparaissant entre la densité de population et les budgets temps de transport.

Graphique 11 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

après exclusion des villes : Manchester (51,57 hab./ha. ; 19,37 min.), Rome (55,81 hab./ha. ; 70,92 min.) et Barcelone(197,1 hab./ha. ; 31,72 min.)



Les villes françaises, à l'image des autres villes européennes présentent un large éventail de densités urbaines, mais conservent des budgets temps de transport toujours très proches.

Etonnamment, la relation qui semble apparaître en Amérique du Nord, est renversée pour les villes d'Océanie. En effet, pour ces villes, la densité de population accroît les budgets temps de déplacement. Cependant cela reste très peu significatif étant donné le très faible effectif de ce groupe (5 villes).

Par la construction de cet indicateur, la densité de population permet de confirmer et de compléter les résultats établis précédemment avec la population et la surface. De façon générale, à partir de ces trois indicateurs géographiques standards, deux groupes se distinguent clairement. Le premier se compose de villes d'Amérique du Nord et d'Océanie. Ces villes sont en général de plus grande taille, tant en population qu'en surface, que les villes européennes. Ces dernières constituent le groupe européen, qui se distingue par une plus forte densité de population.

Comme le figure très bien le dernier graphique, ces deux groupes se distinguent par leurs données géographiques mais aussi par le niveau de leurs budgets temps de transport motorisés moyens.

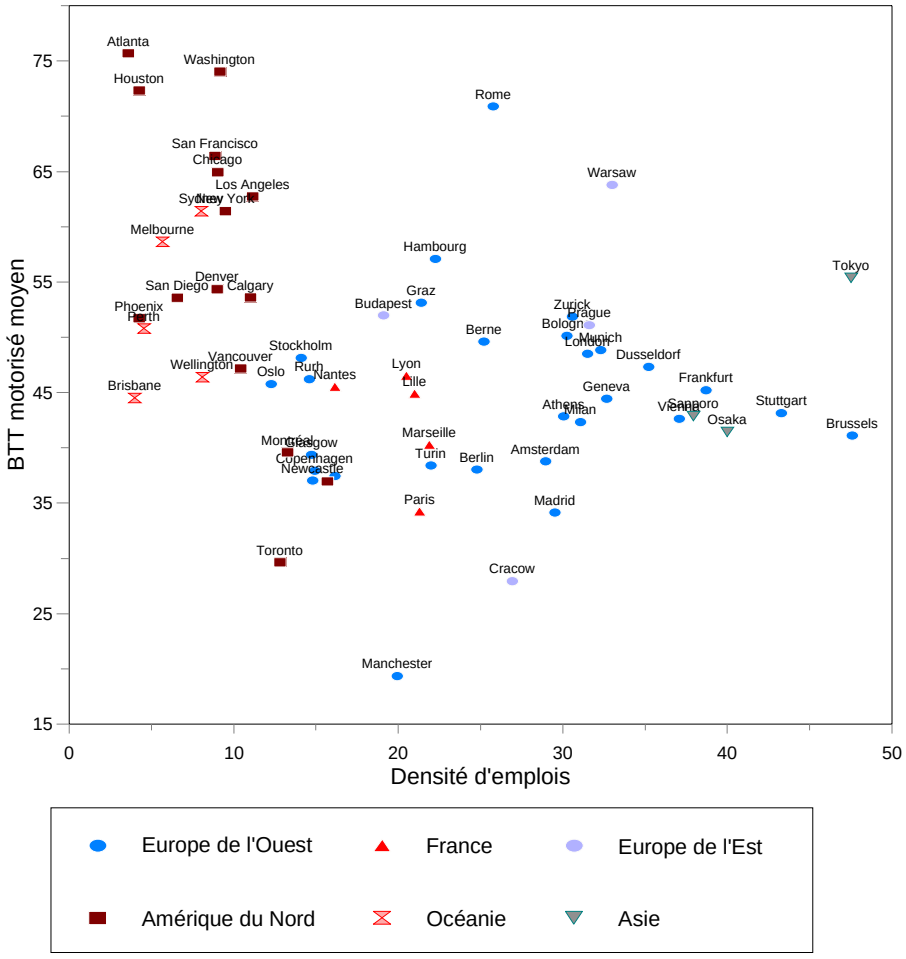
Mais l'investissement temporel plus important, consenti par les villes du groupe américain est-il confirmé par des indicateurs plus proches d'une mesure de l'activité économique ? Si tel est le cas, ces variables permettront-elles d'interpréter et d'expliquer tout ou partie de la différence de niveau des budgets temps de transport motorisé moyens observée entre les deux groupes ? Ou au contraire certaines variables viendront-elles contredire ces premières conclusions et mettre en lumière d'autres mécanismes à l'intérieur des deux groupes ?

1.4. Densité d'emplois

Comme précédemment, pour l'ensemble des villes de pays développés, la dispersion des opportunités socio-économiques, mesurée par la densité d'emplois, semble avoir un effet diminuant le budget temps de transport (*graphiques 12 et 13*).

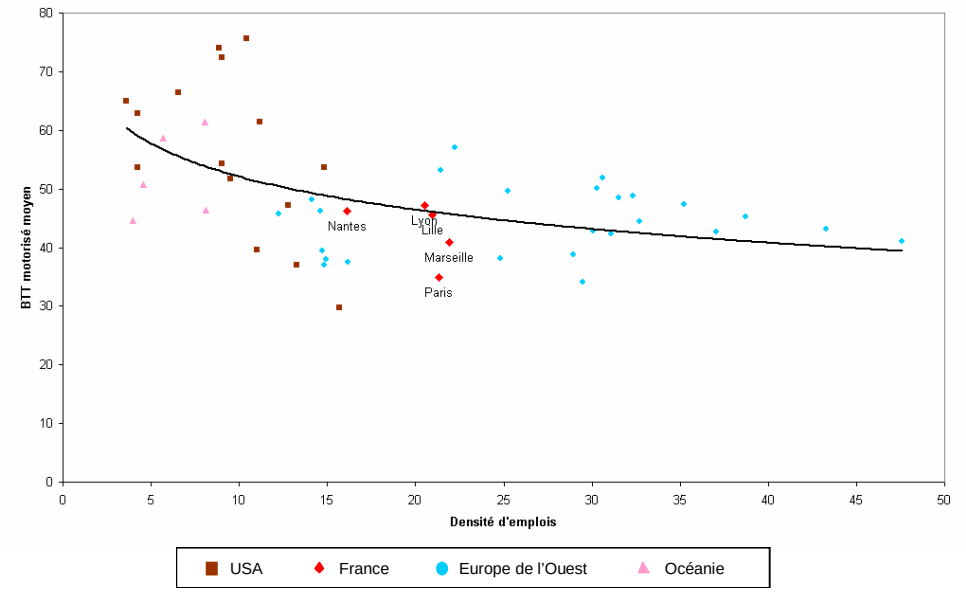
Graphique 12 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

après exclusion des villes : Barcelone (69,27 emplois / ha. ; 31,72 min.), Moscou (83,33 emplois / ha. ; 57,48 min.), Singapour (53,27 emplois / ha. ; 46,38 min.) et Hongkong (151,28 emplois / ha. ; 38,1 min.)



Graphique 13 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

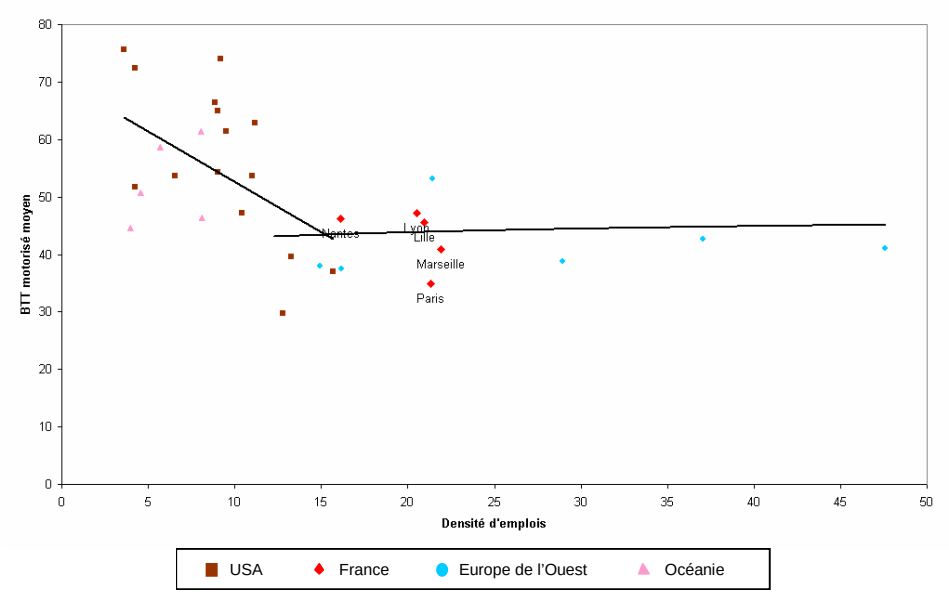
après exclusion des villes : Manchester (19,94 emplois/ha. ; 19,37 min.), Rome (25,77 emplois/ha. ; 70,92 min.), et Barcelone(69,27 emplois/ha. ; 31,72 min.)



La structure de l'échantillon des villes européennes semble suggérer que contrairement au cas précédent, la densité des emplois peut avoir un effet de réduction sur le budget temps de transport. La relation observée au niveau de l'ensemble des agglomérations semble pouvoir être valable dans chacun des deux groupes : nord-américain et européen (*graphique 14*). Mais cette relation n'est pas validée par l'analyse quantitative des données européennes. Les villes asiatiques sont elles aussi proches de ce « mouvement européen ».

Graphique 14 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

après exclusion des villes : Manchester (19,94 emplois/ha. ; 19,37 min.), Rome (25,77 emplois/ha. ; 70,92 min.), et Barcelone (69,27 emplois/ha. ; 31,72 min.)



Enfin, les villes françaises, comme l'ensemble des villes européennes, ne semblent pas être affectées par la densité d'emplois. De la même façon, la densité des emplois n'explique pas les différences de niveaux de budgets temps de transport observées entre villes canadiennes, ou océaniques.

Ce premier indicateur de la « géographie économique » des villes étudiées produit des résultats proches de ceux obtenus précédemment. Les deux groupes se distinguent aussi par leur densité d'emplois. Mais alors que dans le groupe d'Amérique du Nord, les budgets temps de transport moyens semblent sensibles à cette densité, les budgets temps de transport européens n'en paraissent pas dépendants.

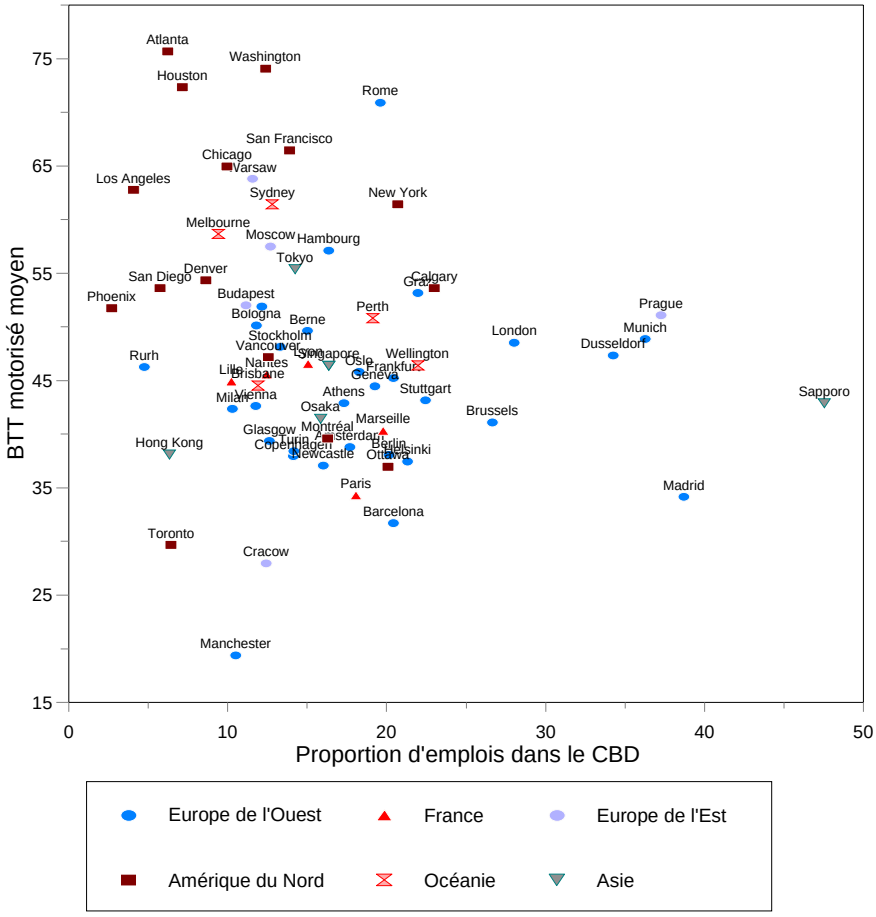
1.5. Proportion d'emplois dans le CBD

Alors que la densité d'emplois est un indicateur général et relativement flou de l'activité économique de la ville, elle est mesurée par rapport à la surface totale

de l'agglomération. La proportion d'emplois dans le « *Central Business District* » (CBD) nous permet de porter notre attention sur la zone géographique des villes qui est communément (ou historiquement) la plus active.

Bien qu'aucune logique locale (continentale) ne se distingue nettement, la concentration des emplois dans le CBD réduit les budgets temps pour l'ensemble des villes de l'échantillon des pays développés. Ainsi pris dans son ensemble, l'échantillon des pays développés laisse apparaître une relation décroissante entre le budget temps de transport et la proportion d'emplois dans le CBD. Par conséquent, l'étalement des emplois dans la ville, leur dispersion, a tendance à accroître les temps de déplacement (*graphique 15).*

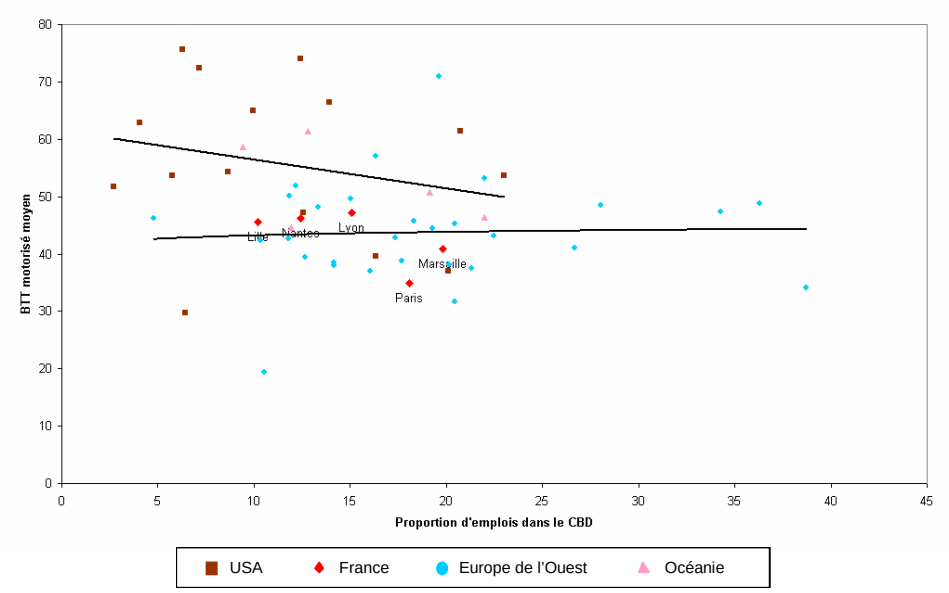
Graphique 15 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.



En moyenne, les villes américaines sont caractérisées par une proportion d'emplois dans le CBD plus faible que dans les villes européennes, pourtant le lien avec leur niveau de budget temps de transport semble moins déterminé que les relations détectées précédemment pour l'Amérique du Nord.

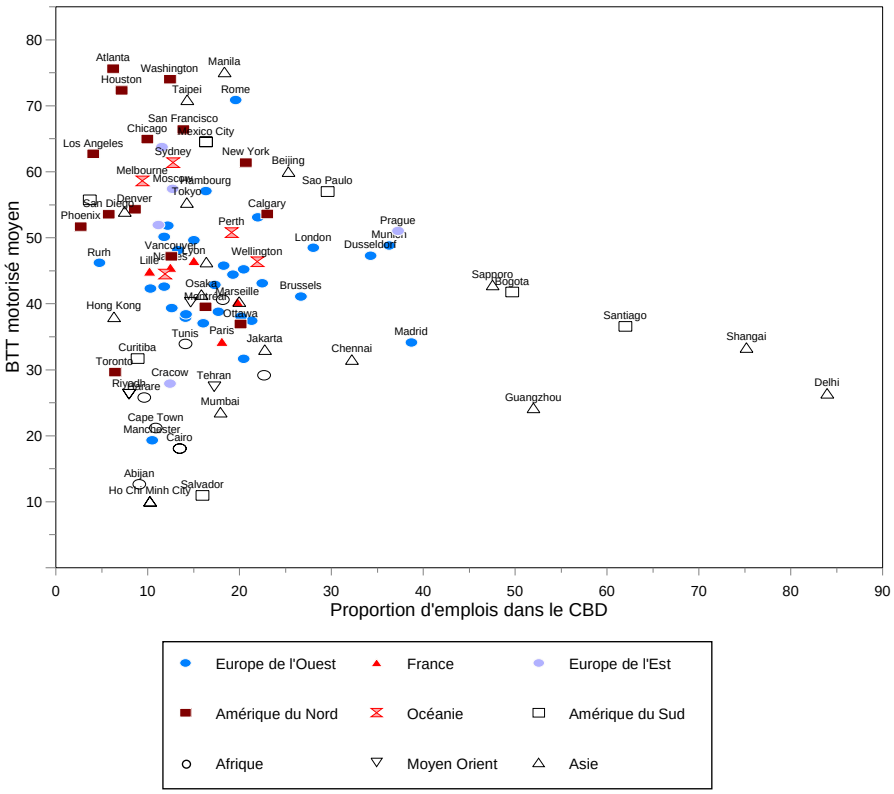
De la même façon, il ne semble pas se distinguer de relation entre la concentration centrale des emplois et les budgets temps des villes européennes (ni françaises) (*graphique 16).*

Graphique 16 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.



La tendance se réduit même lorsqu'elle est observée après l'inclusion des pays émergents dans l'échantillon, mais la frontière supérieure du nuage de points conserve cette forme décroissante, qui laisse suggérer un niveau maximal ou de saturation décroissant (*graphique 17).*

Graphique 17 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



Les deux groupes définis à l'aide d'indicateurs géographiques ne sont pas remis en cause par les analyses produites par rapport aux densités d'emplois et proportions d'emplois dans le CBD. De manière générale, le résultat concernant les densités, quelles soient de population, d'emplois ou d'emplois dans le CBD, est le même : les villes du groupe Amérique du Nord paraissent plus dispersées dans l'espace que les villes du groupe européen.

Ainsi, l'étude des densités urbaines de population et d'emplois ne contredit pas les conjectures formulées précédemment. La dispersion des opportunités économiques, capturées (plus ou moins directement) par la population, la superficie ou la densité urbaine de la population ou des emplois de la ville semble se payer par un surcoût temporel de transport. Ce raisonnement est en accord avec la distinction classique de deux profils d'agglomération : les cités américaines étalées dans l'espace, où les activités sont dispersées, et où le niveau de mobilité (en terme de distance) est plus

fort ; les agglomérations européennes plus concentrées, plus denses et moins étalées, où moins de temps semble consacré au transport.

La proportion d'emplois dans le CBD, confirme le premier résultat : une différence significative entre les deux continents est perceptible. Près de 30 % d'écart sont observés au niveau des budgets temps de transport médians des groupes américain et européen. De plus en tant qu'indicateur de l'aspect centralisé de l'activité économique de la ville, cette densité permet, pour le continent américain de mettre en lumière le mécanisme suivant lequel la concentration des emplois dans le CBD réduit le budget temps de transport moyen. Par contre, en Europe ce lien semble inexistant. Cette indépendance peut, probablement s'expliquer par le fait que ces villes plus anciennes ont, parallèlement à leur développement, mis en place leur système de transports. Cette simultanéité aurait alors pu permettre une meilleure efficacité de ce dernier. Cette performance pourrait alors se ressentir au niveau de l'accès au centre ville, qui pourrait en retour, expliquer la faible concentration centrale des emplois des villes américaines et la reconquête des centres villes européens par les emplois.

A l'aide de caractéristiques géographiques, nous avons pu mettre en évidence deux visages urbains types. Afin d'approfondir leur étude, il convient d'analyser les indicateurs qui peuvent être à l'origine de leur formation. Dans un premier temps, notre attention se portera sur la notion de transport en tant que demande dérivée. La mobilité urbaine quotidienne est essentiellement une activité nécessaire à l'activité économique, et peut donc être analysée comme la résultante de l'activité économique. Ensuite, la coproduction liant la forme urbaine et la mobilité nous incitera à rechercher parmi les indicateurs disponibles dans la base, des informations concernant les pratiques de la mobilité dans les différents profils d'agglomération. Ainsi, dans un premier temps nous orienterons l'étude vers des indicateurs de l'activité économique, puis vers des indicateurs de la mobilité urbaine.

1.6. Mesure de l'économie

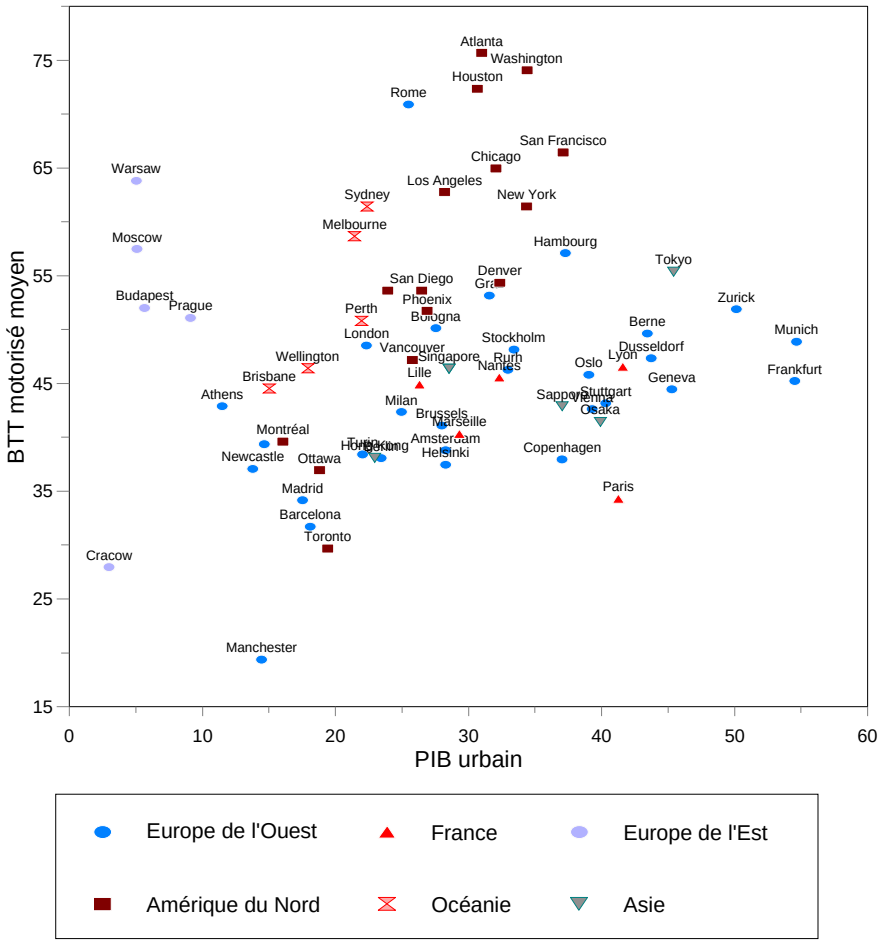
Dans la base UITP, l'indicateur de l'activité économique de l'agglomération est le « *Metropolitan gross domestic product per capita* ». Il s'agit du PIB de l'agglomération mesuré par personne. Il s'agit d'un indicateur synthétique qui peut se prêter à plusieurs approximations et interprétation. Il est tout d'abord un indicateur du volume de l'activité économique urbaine des agglomérations. Il nous permettra de rapprocher l'intensité de l'activité économique à l'intensité de la mobilité urbaine mesurée par les indicateurs de la distance parcourue et du budget temps de transport. Le PIB de la ville pourra aussi indiquer le niveau de développement économique de l'agglomération. Et il pourra de la même façon

être interprété comme un indicateur du niveau de vie de la cité, et du développement du système de transports urbains.

PIB urbain et budget temps de transport

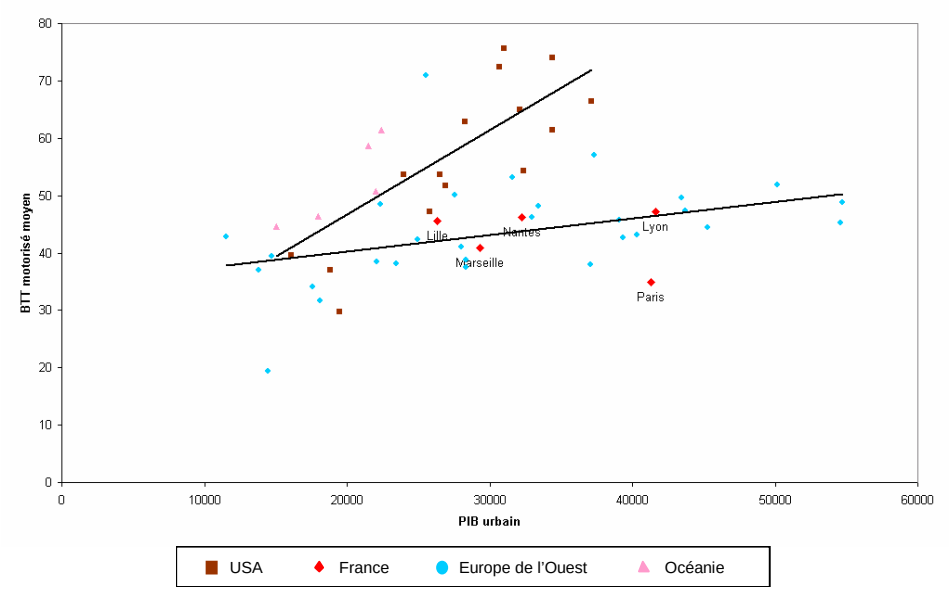
Pour l'ensemble des villes des pays développés, le niveau de PIB ne semble pas expliquer le niveau des budgets temps de déplacements (*graphique 18*).

Graphique 18 - BTT motorisé par personne (en min.) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.



Mais deux tendances existent au cœur de cet ensemble de villes développées. Tout d'abord, les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie se caractérisent par un budget temps de transport fortement croissant avec leur niveau de PIB urbain. Ensuite, les villes d'Europe de l'Ouest et d'Asie sont elles aussi sensibles au niveau de PIB urbain. Mais la réponse de leur budget temps de transport au PIB urbain est moins rapide que celle du groupe précédent (*graphique 19*).

Graphique 19 - BTT motorisé par personne (en min.) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.



Dans le groupe de villes européennes, les agglomérations françaises ne se démarquent pas.

Pour les villes des pays émergents, dont les PIB urbains sont restreints, les niveaux de budgets temps de transport motorisé sont très variables, de 10 à 100 min.

L'indicateur du PIB urbain fournit une information sur le niveau de l'activité économique de l'agglomération. La décomposition de l'échantillon des villes de pays développés en villes nord-américaines et villes européennes reste valable pour l'étude du niveau d'activité économique des villes. En effet, il semble que pour un même niveau d'activité, les villes nord-américaines nécessitent plus de temps de transport que les villes européennes. Et alors que les villes européennes parviennent à contenir leurs budgets temps de transport motorisés, les villes nord-américaines voient leurs budgets temps de transport exploser avec l'activité économique.

L'observation du budget temps de transport comme un facteur de production de l'activité économique de la ville laisse donc penser que le système de production nord-américain est plus intensif en temps de transport que le système productif européen.

L'introduction d'une mesure de l'activité économique de la ville, laisse envisager que le développement économique en Amérique du Nord est synonyme de développement spatial de la ville. Et qu'à l'inverse, les villes européennes parviennent à développer leur économie tout en restreignant l'intensité en transport de ce développement. D'après les données géographiques étudiées précédemment, il semble que les villes européennes soient plus denses, et concentrées que leur équivalent américain. L'activité européenne semble tournée vers le centre ville. Alors que les villes américaines dispersent leur activité sur toute la surface de l'agglomération. A la vue de ces résultats peut-on qualifier l'économie urbaine américaine d'extensive et l'économie urbaine européenne d'intensive ?

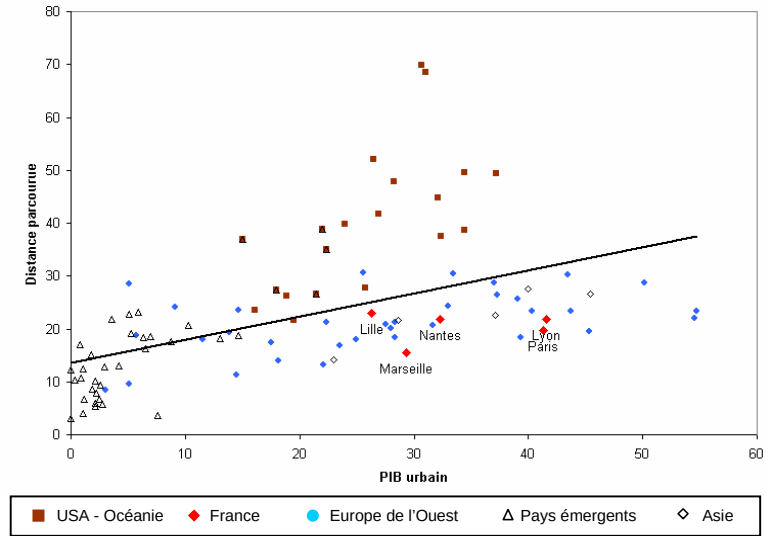
Quels facteurs peuvent expliquer cette plus grande sensibilité du budget temps de transport américain ? Les raisons sont-elles : des écarts de performances des systèmes de transports, explicables notamment par les niveaux d'encombrements routiers ; des structures urbaines historiques plus ou moins propices au développement des flux de trafics ; des comportements de mobilité plus ou moins économes en terme temporel ; une inertie socio-économico-spatiale plus grande en Europe ; ou encore un poids et une sensibilité plus grande du budget temps de transport motorisé par rapport à l'ensemble des modes de transport ?

PIB urbain et distance parcourue

La correspondance entre la distance parcourue et le niveau économique de l'agglomération expliquera l'intensité de la consommation spatiale de l'activité économique des différentes villes.

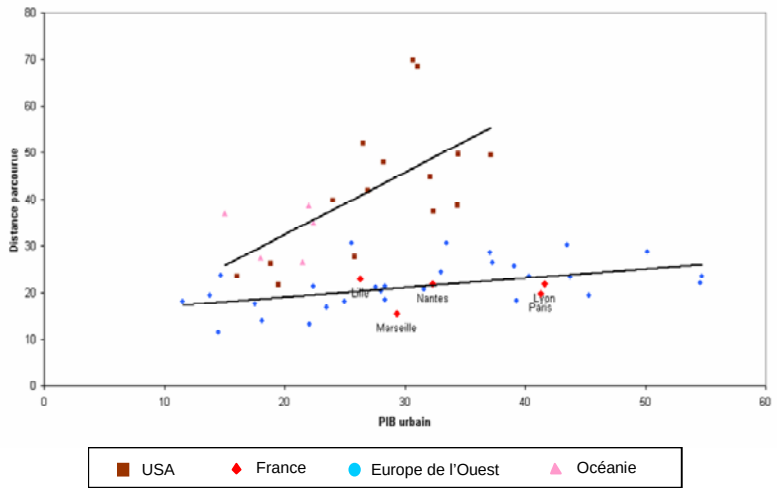
Alors que l'effet du PIB urbain est peu significatif et faible, lorsqu'il est observé sur l'ensemble de l'échantillon, une décomposition en continents fait apparaître des distinctions similaires à celles observées précédemment (*graphiques 20 et 21*).

Graphique 20 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et le PIB urbain par personne (milliers de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



Le groupe des villes européennes possède des distances parcourues peu sensibles au niveau du PIB urbain. Mais le groupe des agglomérations américaines se distingue par une croissance des distances parcourues avec le PIB urbain.

Graphique 21 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et PIB urbain par personne (milliers de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.

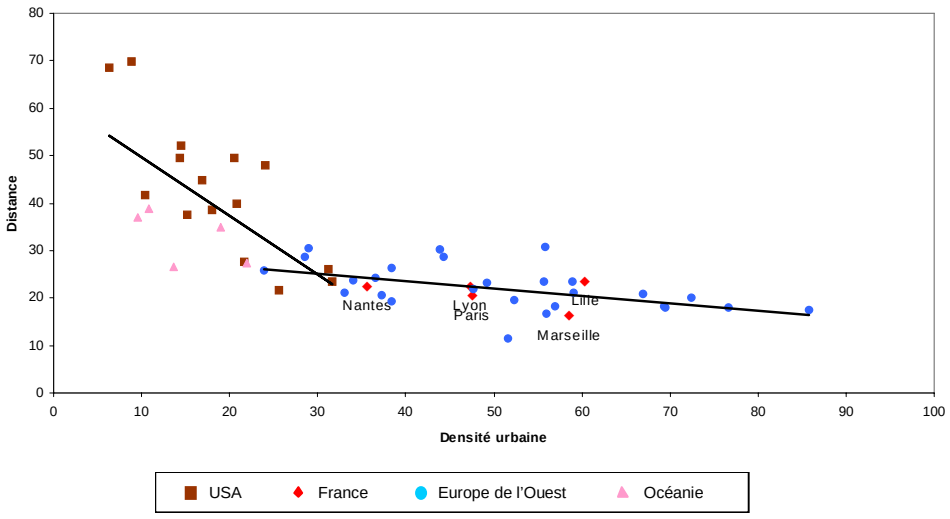


Ainsi, l'activité économique et le niveau de développement des agglomérations ont un effet sur les distances parcourues. Une fois encore, le groupe de villes américaines laisse apparaître une présomption de développement économique basé sur la consommation extensive des ressources espace-temps. Alors que le groupe européen semble économiser ces deux ressources.

Distance parcourue et densité urbaine

Cet impact de l'activité économique sur la mobilité n'est pas indépendant de l'organisation urbaine. En effet, la segmentation de l'échantillon en deux groupes persiste lorsque les distances parcourues sont observées par rapport aux densités urbaines des agglomérations (*graphique 22*).

Graphique 22 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et densité urbaine (en personnes par ha.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



Les deux profils urbains dessinés par nos résultats font donc un lien entre l'organisation urbaine, l'activité économique de l'agglomération et la pratique de la mobilité. Le ou les liens de causalité existant entre ces trois éléments reste à déterminer. Est-ce que ces fonctionnements urbains sont le produit de politiques urbaines spécifiques, de mécanismes économiques propres, de

disponibilités des ressources espace-temps distinctes, ou de différents modèles historiques de développement urbain, etc. ?

2. La mobilité de la ville

Après avoir étudié les liens entre les budgets temps de transport des villes et leurs caractéristiques géographiques, et leur activité économique, nous allons maintenant tourner notre attention vers les indicateurs de la mobilité. L'étude des relations entretenues par les villes entre leurs deux ressources (l'espace et le temps), a mis en lumière deux groupes d'agglomérations qui définissent deux profils. Ces profils ont persisté au cours de l'analyse de la ressource temporelle allouée par la ville au transport nécessaire à l'activité économique.

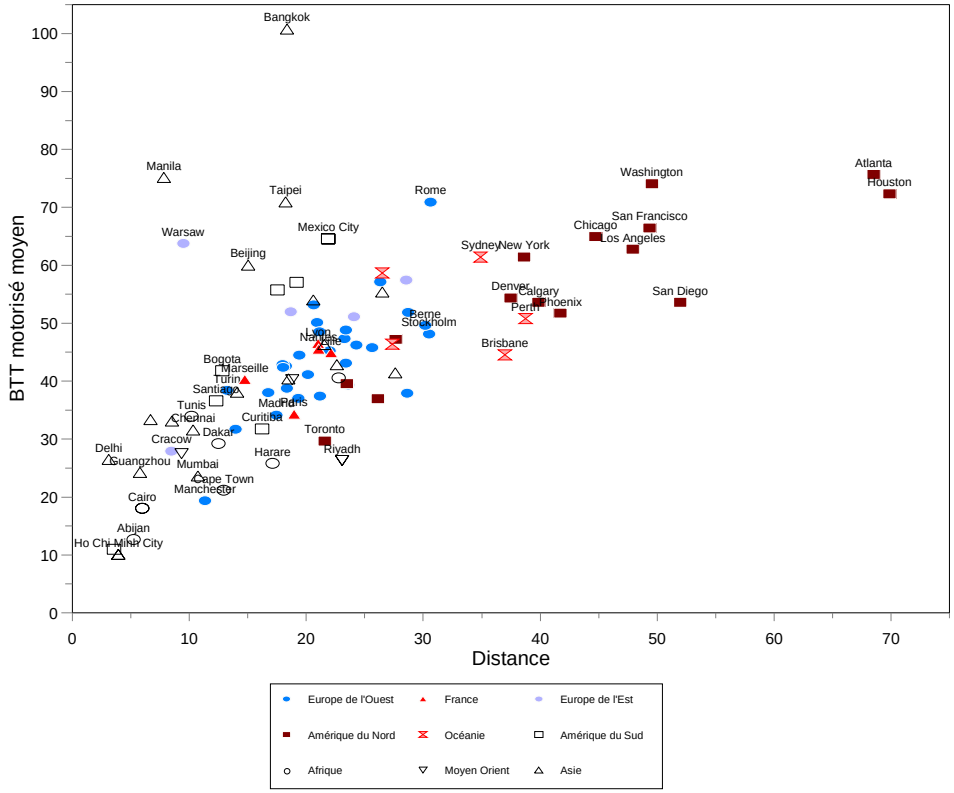
Ces deux premiers regards définissent deux profils d'organisation urbaine. Les pratiques de la mobilité qui en découlent risquent donc d'être distinctes. Elles seront donc étudiées, ainsi que les mécanismes les composant, au travers des indicateurs de mobilité de la base UITP.

2.1. Budget temps de transport et distance parcourue

La confrontation des distances parcourues aux budgets temps de transport quotidiens illustre plusieurs profils de la mobilité des agglomérations.

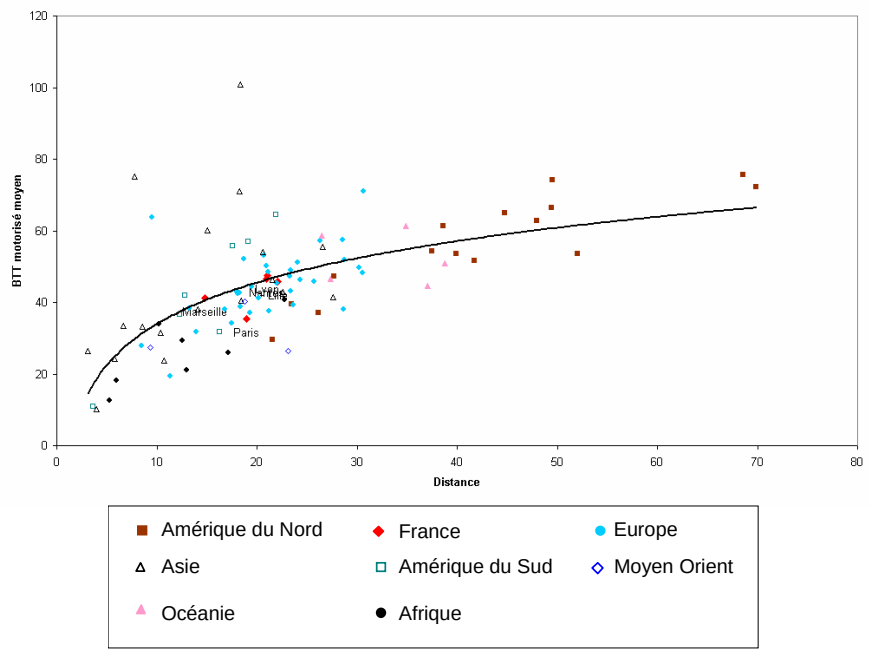
Dans quelques villes, les distances parcourues sont réalisées avec des budgets temps de transport beaucoup plus élevés que ceux des autres villes (Bangkok, Manila, Taipei, Rome, Warsaw, Mexico City). Pour bon nombre de ces villes cet excès s'explique par une congestion forte des systèmes de transports (*graphique 23*).

Graphique 23 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



Sur l'ensemble de l'échantillon, une relation croissante et concave se distingue entre la distance parcourue et le budget temps de transport. Ainsi, le coût temporel de chaque unité de distance serait de moins en moins important (*graphique 24*).

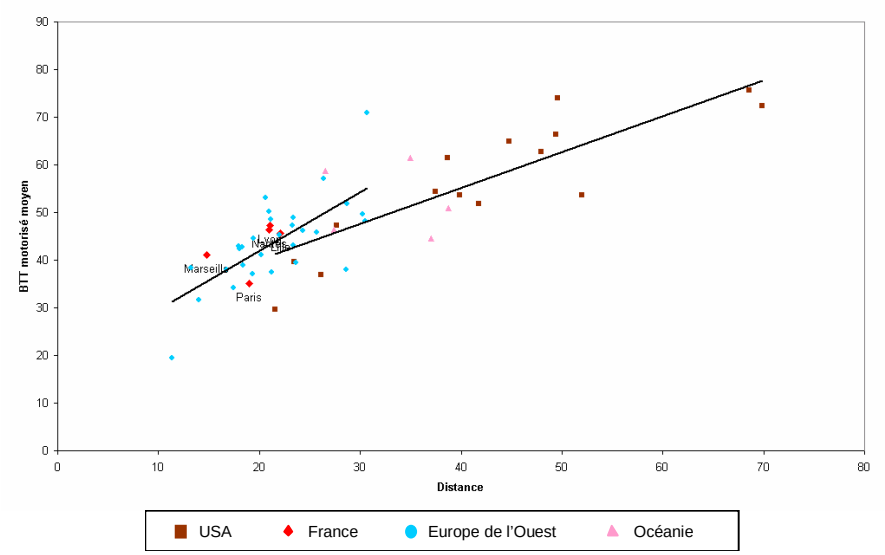
Graphique 24 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



La décomposition par zones géographiques conserve la forme croissante et fait apparaître trois groupes de villes. Tout d'abord, les villes des pays émergents sont concentrées vers l'origine du repère, et affichent donc des budgets temps et des distances plus faibles que les villes de pays développés (essentiellement autour de 40 min, pour les premiers et de 5 à 25 km (essentiellement autour de 15 km) pour les distances). Ensuite, les villes européennes sont présentes pour des distances allant de 15 à 30 km. Les budgets temps associés sont de 30 min à 50 min. Les villes européennes sont moins dispersées, en terme de distances, que celles des deux autres groupes. Enfin, viennent les villes d'Océanie et d'Amérique du Nord. Elles sont dispersées sur l'intervalle de distance [30 km ; 70 km] et ont des budgets temps de transport de 50 min à 75 min. La frontière entre les groupes européens et d'Amérique du Nord-Océanie est beaucoup plus nette qu'entre les groupes de pays émergents et européen. Seules quelques villes canadiennes ou australiennes se rapprochent des villes européennes, à l'extrémité des deux groupes.

La croissance des budgets temps de transport avec les distances parcourues est valable pour chacun des deux profils d'agglomération. L'étendue des distances parcourues en Amérique du Nord suggère une vitesse de déplacement plus importante que dans les villes européennes. Ainsi, il semble que les gains de vitesse observés dans chaque groupe n'ont pas la même intensité (*graphique 25*). Et ils n'ont pas permis de contenir les budgets temps de transport constants. Le *graphique 24* illustre le fait que la croissance des distances s'est réalisée en parallèle avec une amélioration des vitesses, puisque la croissance du budget temps de transport est moins que proportionnelle. Cependant le gain de vitesse n'est pas le seul explicatif de la croissance des distances. Les individus ont dû consacrer une part plus importante de leur temps au transport.

Graphique 25 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



Les processus de conquêtes spatiales semblent distincts et font apparaître à nouveau l'existence de deux profils : le profil « américain » et le profil « européen ». Le premier est suivi par les villes canadiennes et d'Océanie. Caractérisé par des distances nettement plus élevées et des budgets temps de transport plus importants, le profil « américain » de mobilité illustre la dispersion et l'étalement plus important des activités, que nous avons observés précédemment (densité urbaine et densité d'emplois).

La forme concave semble indiquer un coût marginal décroissant. Donc un gain en efficacité avec la distance parcourue. Le coût temporel de chaque kilomètre supplémentaire est de plus en plus faible avec la distance. Le groupe Amérique du Nord-Océanie semble donc plus performant pour produire de la distance. Et les budgets temps de transport européens semblent plus sensibles à l'étalement. Toutefois, le groupe américain semble aussi produire plus de mobilité pour un niveau d'activité similaire aux villes européennes, d'où une inefficacité du profil américain.

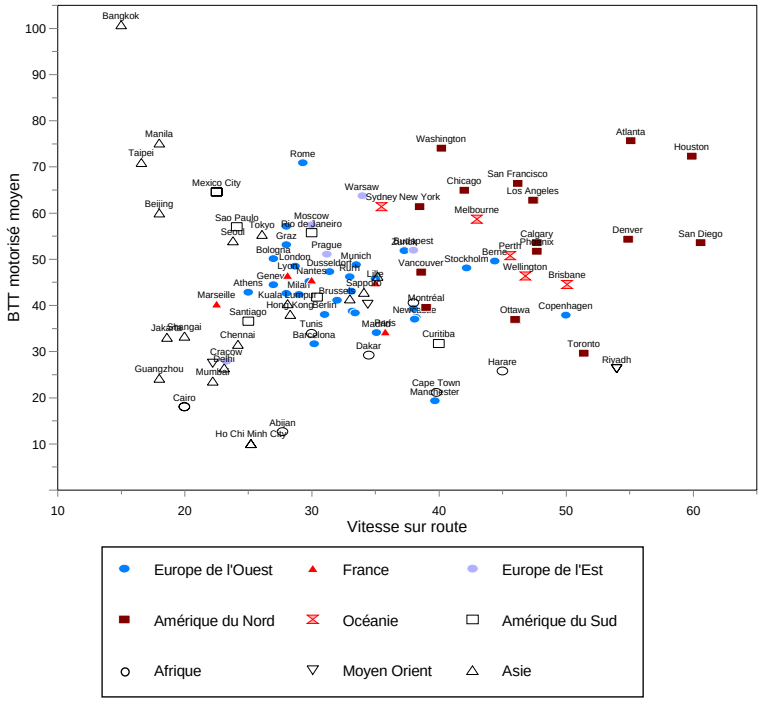
Le coût marginal temporel de la distance semble plus faible en Amérique du Nord qu'en Europe. D'où une meilleure productivité du système de production de transports urbains américains. Mais, le coût marginal en distance de l'activité économique paraît plus faible en Europe qu'aux États Unis. L'intensité du facteur de production « transport » est plus faible dans la fonction de production globale de l'économie européenne.

L'introduction de variables à caractère spatial (distance parcourue, surface des agglomérations), suggère une présomption de non indépendance entre le budget temps de transport et l'étalement urbain, et l'extension de la portée spatiale des déplacements.

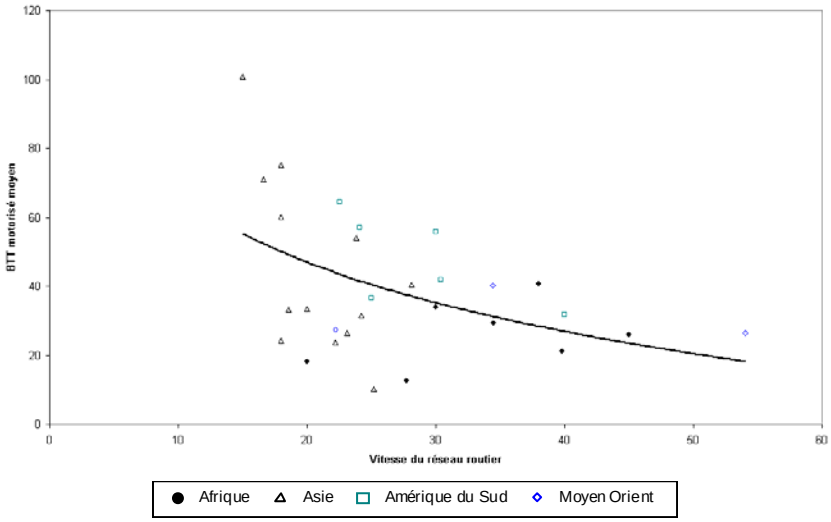
2.2. La vitesse

L'échantillon est ici beaucoup plus dispersé. Aucune relation entre la vitesse et le budget temps de transport ne semble se distinguer pour l'ensemble de l'échantillon (*graphique 26*). Seul le groupe des villes de pays émergents admet une relation décroissante et convexe du budget temps de transport avec la vitesse (*graphique 27*). Cette relation peut s'expliquer par la congestion forte de certaines villes déjà illustrées plus haut. Nous retrouvons dans des situations atypiques, les villes congestionnées affichant des vitesses faibles et un budget temps de transport élevé pour les villes de pays émergents ainsi qu'à Rome où la vitesse est faible par rapport aux autres villes européennes et à la distance parcourue.

Graphique 26 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km/h) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.

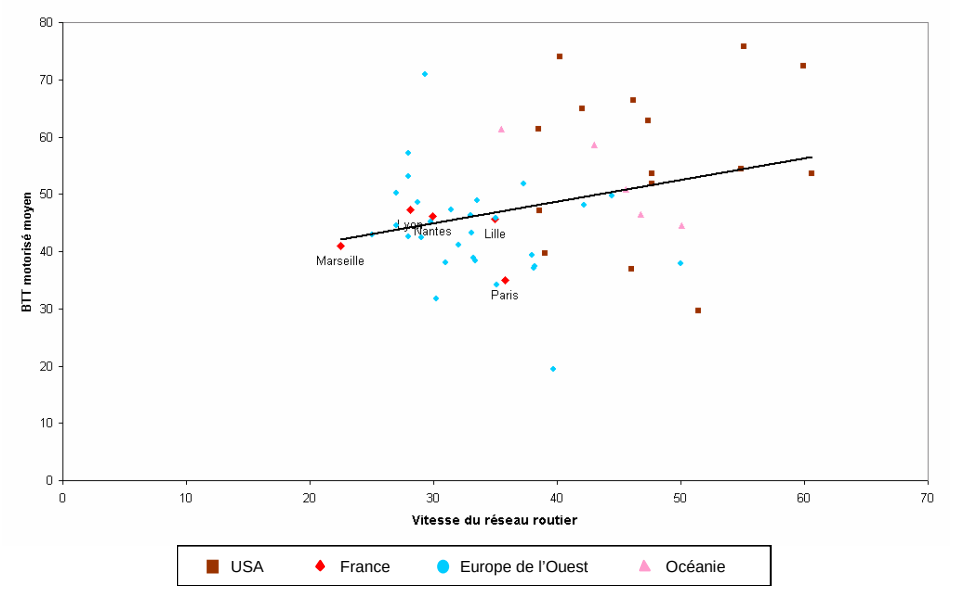


Graphique 27 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) dans les pays émergents.



La comparaison des groupes européen et américain ne fait apparaître aucune relation entre les budgets temps de transport et les vitesses (*graphique 28*). Mais les deux groupes semblent pouvoir se dissocier par le niveau des vitesses. Même si ce pouvoir de séparation est relativement faible, les villes américaines possèdent, dans l'ensemble, des vitesses plus importantes que les villes européennes. Ce qui est en fait une conséquence logique du constat précédent, suivant lequel la relation entre les budgets temps et les distances semble croissante et concave.

Graphique 28 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



A l'inverse, les vitesses accrues américaines ne semblent pas « faire gagner du temps ». Le budget temps de transport semble sensible aux distances parcourues.

Le groupe des villes d'Amérique du Nord affiche des vitesses et des distances plus élevées, mais aussi, des budgets temps de transport plus importants. Cela contredit alors l'idée que l'extension de la portée spatiale des déplacements provient uniquement de la vitesse. Pour parcourir de plus grandes distances, les individus ont dû supporter en contrepartie un surcoût temporel. Les gains de temps accordés par les nouvelles vitesses ne suffisent pas à expliquer l'éclatement des distances parcourues.

Deux profils de mobilité dans les agglomérations semblent se déterminer dans les pays développés. Un profil américain qui correspond à une ville étalée, dans laquelle les distances parcourues, les vitesses, mais aussi les budgets temps de transport sont plus élevés. Et un profil européen qui s'illustre par une ville plus « compacte », où les distances parcourues, les vitesses et les budgets temps de transport sont plus faibles.

Si les budgets temps de transport sont croissants avec les distances parcourues, ils le sont de façon moins évidente avec les vitesses. Par contre, il semble que les États-Unis parviennent à réduire le coût temporel de leur transport, grâce à un coût marginal temporel décroissant du transport, mesuré par la distance.

2.3. Le comportement de mobilité et l'activité économique

En tant qu'indicateur de l'activité économique, le PIB semble pouvoir distinguer deux groupes de villes. En effet, afin de répondre à leur besoin de mobilité, né de la croissance économique, les villes doivent mettre en place des systèmes de transports performants. Ici, une évaluation de cette performance au travers du budget temps de transport sépare les villes européennes des villes du groupe « Amérique du Nord-Océanie ». Les systèmes de transports européens semblent alors plus efficients, car ils nécessitent moins de temps de transport pour satisfaire le besoin de mobilité de l'activité des populations européennes. Ceci peut s'expliquer en partie par l'ensemble de liens que nous avons observés entre le budget temps de transport et l'ensemble des caractéristiques des villes (surface, population, densité, etc.). Les villes américaines étant plus étalées et dispersées que les villes européennes, pour des niveaux de population équivalents, elles sont plus consommatrices d'espace. L'organisation de l'espace et des transports de ces villes semble moins efficace que le type d'organisation européenne. L'étalement des villes américaines se paierait donc par un surcoût temporel des déplacements, pour un même niveau d'activité économique.

Par contre, l'usage du PIB comme un indicateur du niveau de vie des populations est révélateur d'une relation contre intuitive. Le revenu disponible des ménages est habituellement un indicateur de leur niveau de motorisation, avec une propension à l'équipement automobile plus forte en Amérique qu'en Europe. Le PIB serait alors un indice de la vitesse des déplacements à laquelle les ménages accèdent. Cependant, cette relation ne peut être directement déduite du graphique précédent. Les villes d'Amérique du Nord en sont un contre exemple. En effet, pour ces villes, nous savons que les niveaux de motorisation

sont plus importants qu'en Europe et que l'automobile procure généralement aux ménages une vitesse plus importante pour ses déplacements quotidiens. Et cette différence de vitesse est observée entre l'Europe et les États-Unis. Mais malgré cela, les budgets temps américains sont plus élevés. L'accès à un niveau de revenu supérieur suppose de plus grandes distances parcourues, mais ces dernières ne sont pas compensées par les nouvelles vitesses.

3. Le système d'offre de transports

Après l'observation d'une partie du caractère spatial de l'organisation urbaine, et après l'exploration des pratiques de mobilité des deux profils européen et américain, le système d'offre de transports des villes doit être analysé. Ainsi, les trois composantes de la mobilité, à savoir la structure urbaine, le comportement de mobilité et le système d'offre de transports seront étudiées.

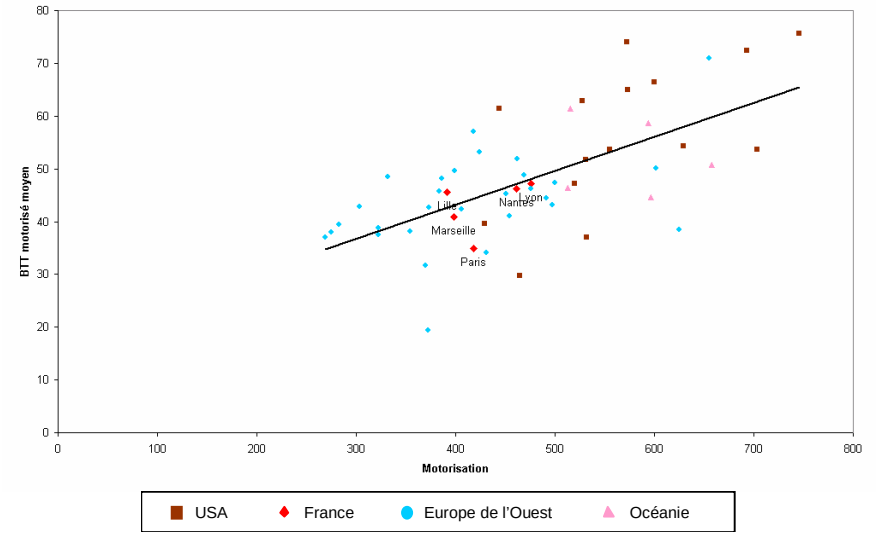
3.1. La motorisation

Le niveau de motorisation est susceptible d'affecter le budget temps de transport. Au même titre que le revenu du ménage, la motorisation est une des caractéristiques qui permet de décrire l'accès au système de transport. Elle renseigne donc une part de l'offre de transport.

Dans un premier temps, la relation entre la motorisation de la population des agglomérations et les indicateurs de la mobilité, tels que le budget temps de déplacement, les vitesses, et la distance quotidienne parcourue sera étudiée. Nous verrons par la suite les liens qui peuvent exister entre le revenu (PIB) et la motorisation de la population.

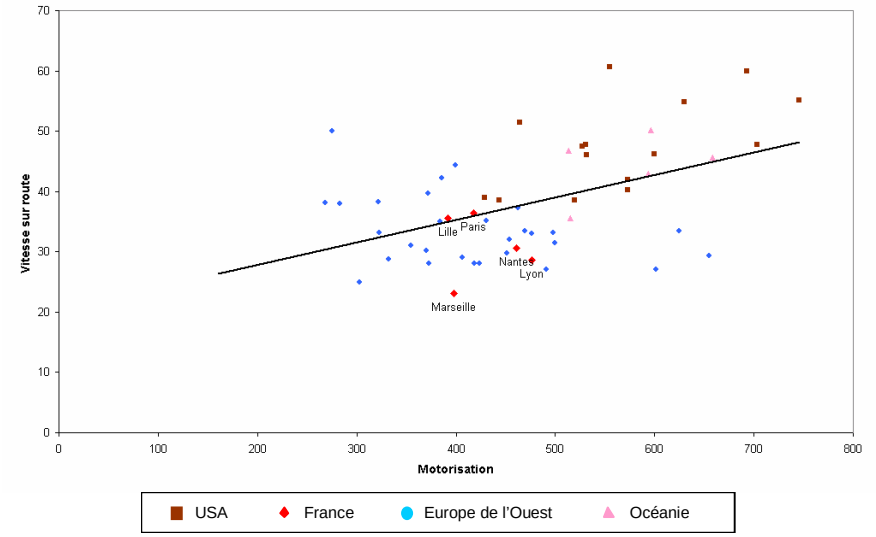
Dans les pays développés, le budget temps de transport semble effectivement affecté par la motorisation de la population. Par contre, si la première approche pouvait laisser croire que la motorisation serait synonyme de gains de vitesse et donc de réduction ou de constance des budgets temps de transport, les observations montrent une croissance du budget temps de transport avec le niveau de motorisation (*graphique 29*). Comme nous l'avons constaté précédemment, le niveau des distances parcourues s'est accaparé les gains de vitesses, et a nécessité un surcoût temporel.

Graphique 29 - BTT motorisé par personne (en min.) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



Cependant, la motorisation permet une amélioration des vitesses (*graphique 30*). Mais cette dernière ne suffit pas à contenir l'essor des budgets temps de transport.

Graphique 30 - Vitesse moyenne du réseau routier (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.

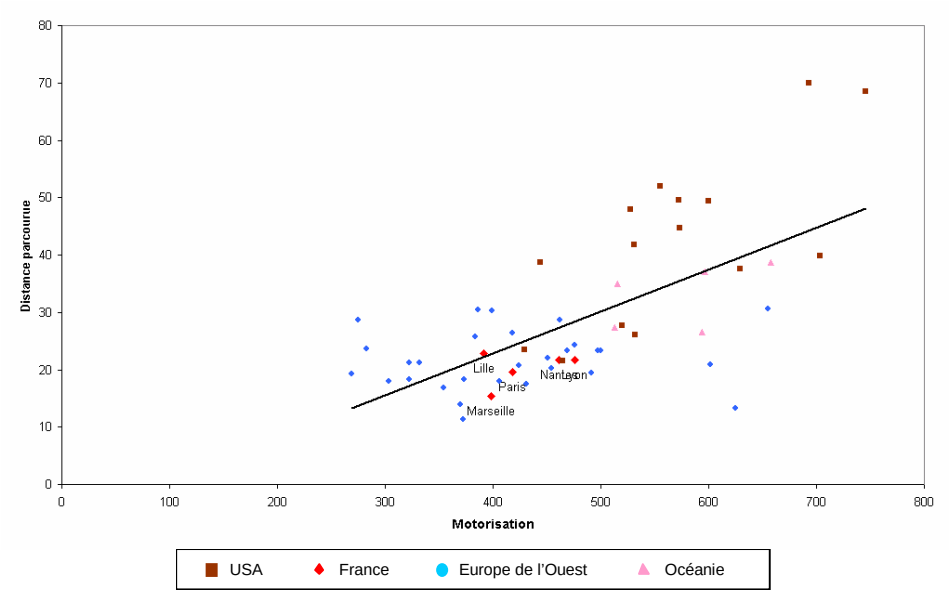


Une fois encore, les deux groupes se distinguent nettement. Les villes de profil américain sont beaucoup plus motorisées qu'en Europe. Ceci peut être mis en parallèle avec les raisonnements précédants concernant les vitesses de déplacement, qui segmentent elles aussi l'échantillon. Même si la relation peut paraître moins significative, un lien croissant existe entre la vitesse et la motorisation. Et cette relation reste cohérente avec les définitions des deux profils.

Enfin, si la motorisation accroît les vitesses, elle a aussi un effet positif sur les distances parcourues (*graphique 31*).

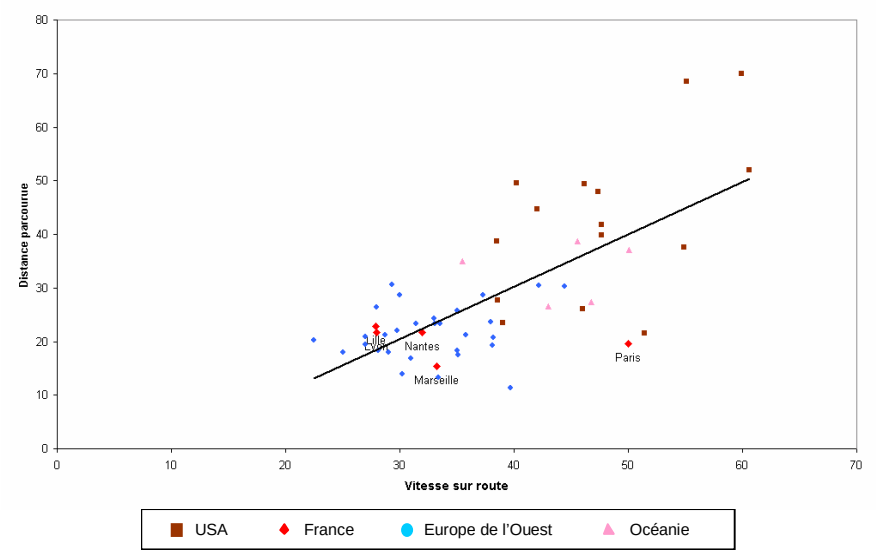
La question est donc de savoir comment la motorisation affecte les budgets temps de transport au travers des vitesses, mais aussi au travers des distances. La constance des budgets temps de transport suppose donc une compensation des deux effets.

Graphique 31 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



Enfin, la conséquence directe de l'ensemble des caractéristiques de la mobilité observées précédemment, est que la distance parcourue est liée positivement à la vitesse (*graphique 32*).

Graphique 32 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et vitesse sur route (en km/h.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.



Dans l'ensemble, le lien entre la motorisation et la vitesse ainsi que le lien entre la distance et la vitesse sont de moins grande ampleur que ce que l'hypothèse de Zahavi implique. De telle sorte que l'effet de l'accès à la vitesse grâce à la motorisation peut être, partiellement remis en question. En effet, la motorisation et la vitesse possèdent un effet plutôt significatif sur les distances parcourues, comme sur les budgets temps de transport. Cependant, tout se passe comme si la motorisation donnait une illusion de vitesse et incitait tout de même à plus de mobilité. Les gains de vitesse obtenus par la motorisation ne suffisent pas à compenser le surcoût temporel du nouveau comportement de mobilité.

Le « pouvoir » de la motorisation ne se résume donc pas au seul gain de vitesse. D'autres éléments sont à rechercher dans les valeurs et comportements des ménages motorisés.

Il a été montré que la structure de l'espace urbain, capturée par des indicateurs tels que les densités urbaines ou d'emplois, avait un impact sur les budgets temps de transport. Ceci permet d'argumenter que la vitesse n'est pas la seule variable incitant à la mobilité. La mobilité est alors dépendante à la fois des moyens disponibles pour réaliser les déplacements, et des conditions de réalisation de ces déplacements.

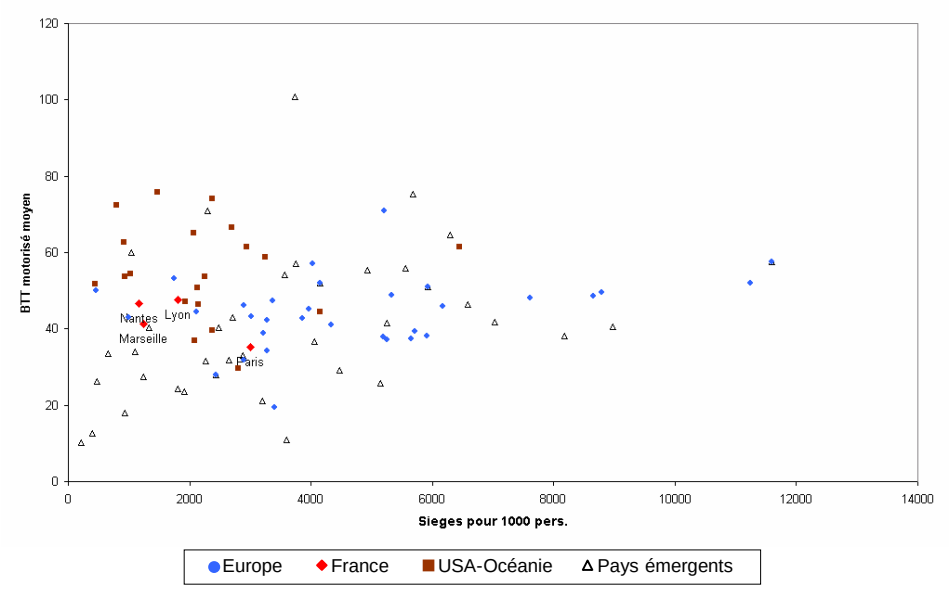
L'argument précédant qui réduit l'impact de la vitesse sur la mobilité, au profit de la motorisation, tend à attribuer à la vitesse, un pouvoir de génération de déplacements relativement faible. Et ce pouvoir est plus net pour la structure urbaine et la motorisation.

3.2. L'offre de transports collectifs

Nous avons vu que la motorisation, indicateur du transport en mode privé, affecte les budgets temps de transport, notamment au travers des gains de vitesse que l'accès à l'automobile autorise. A l'inverse, les transports collectifs sont réputés moins rapides. Il semblerait donc logique de voir apparaître un lien négatif entre l'offre de transports en commun et les budgets temps de transport. Pour tester cela, un indicateur de l'offre de transports collectifs retenu parmi ceux de la base UITP est le nombre de sièges de transports collectifs offerts pour 1000 personnes.

Globalement, les villes américaines offrent moins de sièges en transports collectifs, et ont des budgets temps de transport plus élevés que l'Europe. Ce qui contredit l'idée reçue et semble indiquer que l'offre de transports collectifs est préférable, en terme temporel, pour satisfaire le besoin de mobilité urbaine (*graphique 33*).

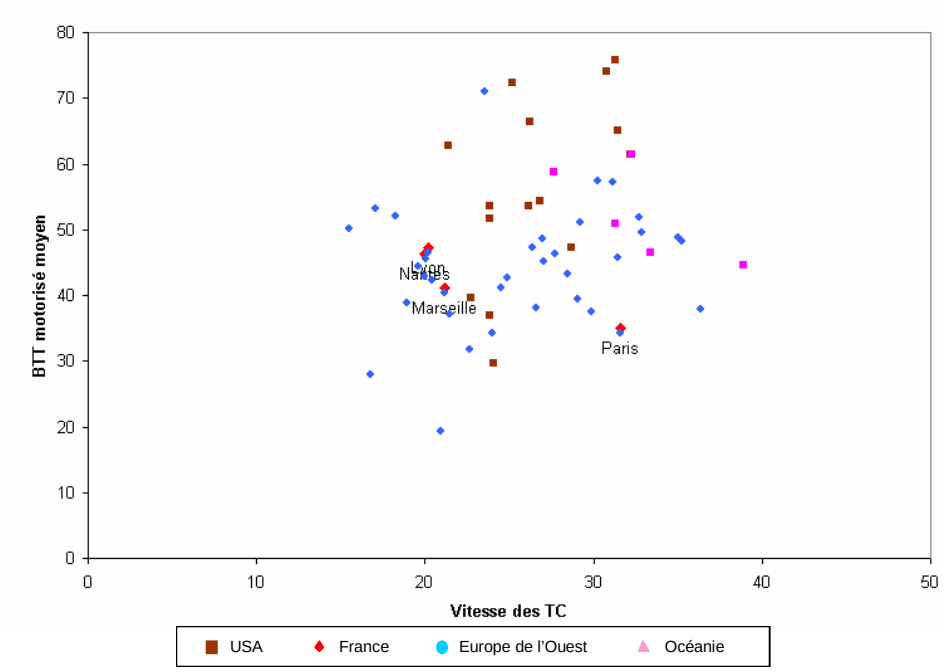
Graphique 33 - BTT motorisé par personne (en min.) et sièges de transports collectifs offerts (sièges offerts pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



Les vitesses des transports en commun n'affectent pas les budgets temps de transport (*graphique 34*). Les vitesses ne permettent pas de distinguer des différences de performances des systèmes de transports collectifs entre les deux groupes (européens et américains).

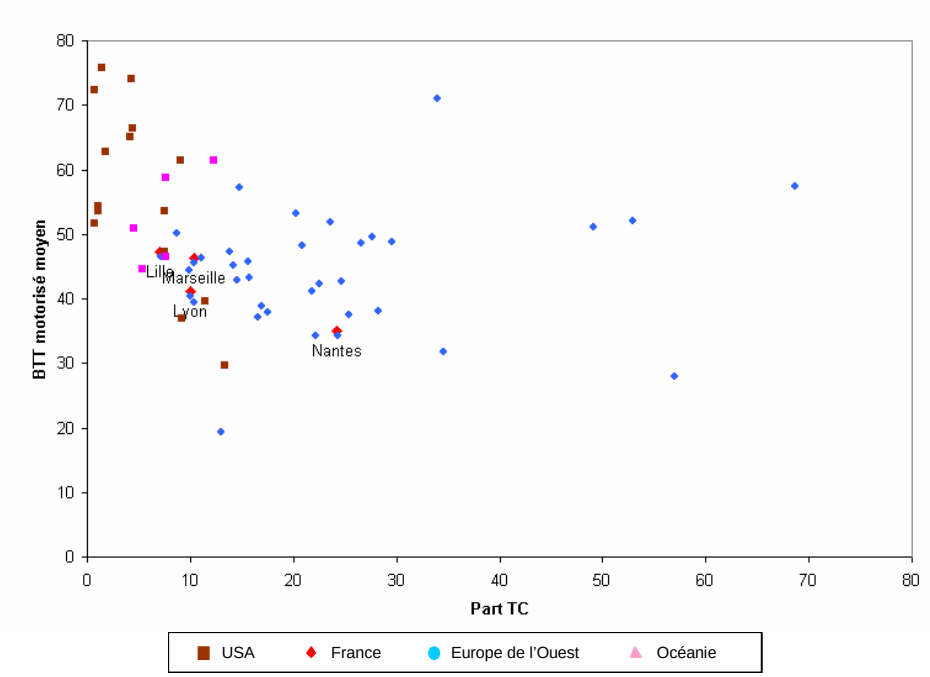
En définitive, l'offre de transports collectifs, mesurée par le nombre de sièges offerts ou par les vitesses offertes, ne semblent pas affecter les budgets temps de transport. Il est seulement possible de distinguer les deux profils d'agglomération par l'effort réalisé au niveau de la capacité de transports collectifss offerts.

Graphique 34 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne des transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie.



A l'opposée, la part des passagers-km réalisée en transports en commun semble révéler que la maîtrise des budgets temps de transport en Europe passe par un usage des transports en commun (*graphique 35*).

Graphique 35 - BTT motorisé par personne (en min.) et part des passager.km. réalisés en transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie.



3.3. Les polluants et les consommations énergétiques

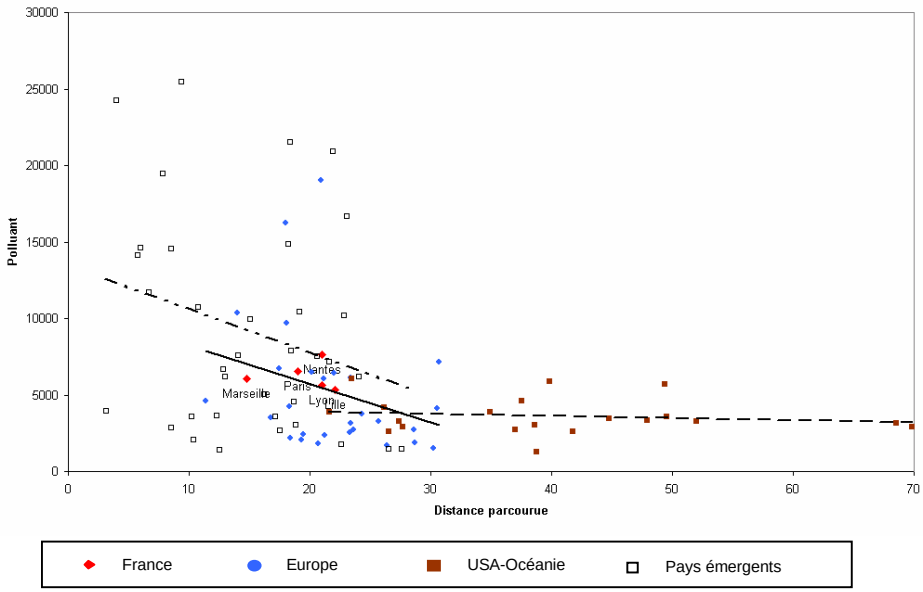
Une partie des externalités négatives des systèmes d'offre de transports est composée des consommations énergétiques et des émissions de polluants. Afin d'éclairer ces notions centrales dans les problématiques de découplage et de développement durable, les caractéristiques liées à la consommation énergétique de la mobilité de chaque ville, et aux émissions polluantes, seront étudiées.

Polluants

La comparaison des zones géographiques peut se faire à un niveau très général, en utilisant la variable qui regroupe l'ensemble des émissions des différents polluants. Cet indicateur ne pondère pas les différents polluants selon leur gravité, ou leur coût, mais il permet d'agréger toute l'information.

L'indicateur agrégé, exprimé en kg/ha d'aire urbaine, apparaît peu sensible aux distances parcourues dans les pays développés, et les groupes américain et européen semblent avoir des niveaux relativement proches. Mais rapportés aux distances parcourues, les émissions polluantes sont plus faibles aux États-Unis. A l'opposé, les pays émergents présentent des niveaux d'émissions de polluants préoccupants (*graphique 36*).

Graphique 36 - Polluant par ha. urbain (en kg/ha.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



Consommations énergétiques

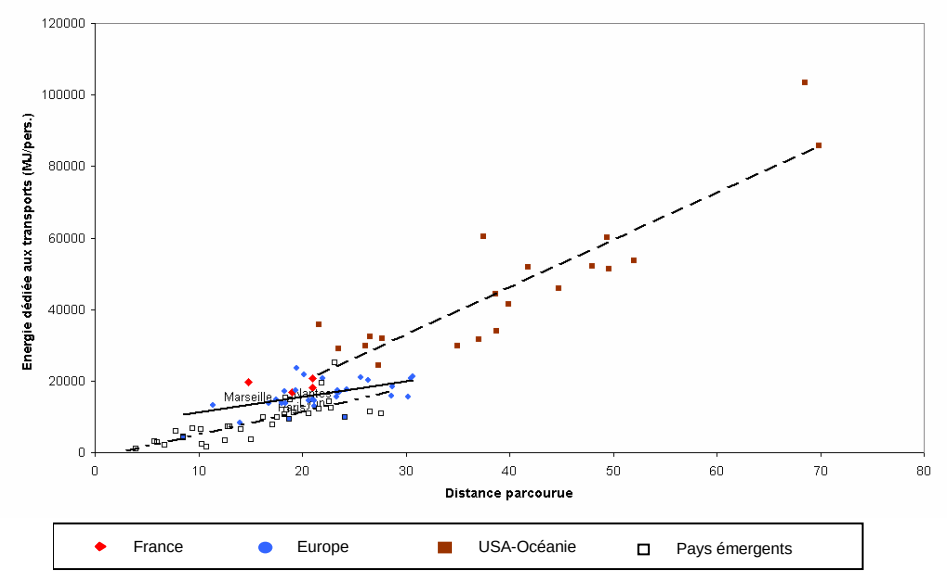
Les consommations énergétiques par personne dédiées au transport, puis les consommations par passager / km, sont confrontées aux distances parcourues dans les agglomérations. La tendance générale indique que les consommations par personne sont croissantes avec les distances moyennes individuelles quotidiennes.

L'Europe, quant à elle, semble contenir ses consommations, alors que les pays d'Amérique du Nord ou d'Océanie voient leur consommation exploser avec la distance. Ainsi leur organisation des transports, plus orientée sur l'automobile

que l'Europe, semble beaucoup plus consommatrice d'énergie que les organisations européennes (*graphique 37*).

Graphique 37 - Energie dédiée aux transports (en MJ par personne) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.

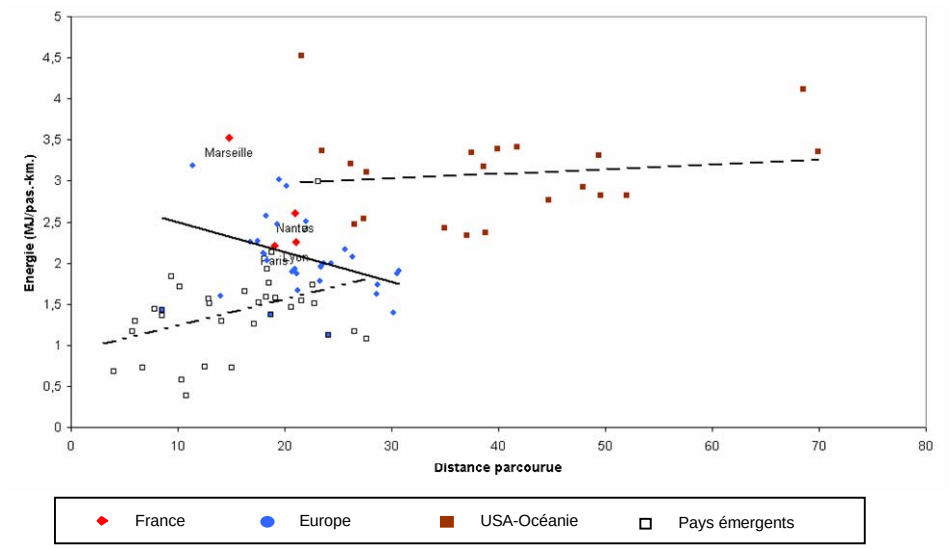
après exclusion de la ville :Manille (75,2 km ; 13000 MJ/pers.)



Le niveau d'énergie consommée par passager-kilomètre est aussi plus important pour le groupe américain, mais là encore, pour des distances qui sont aussi beaucoup plus importantes (*graphique 38*).

Graphique 38 - Energie (en MJ par passager-km.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.

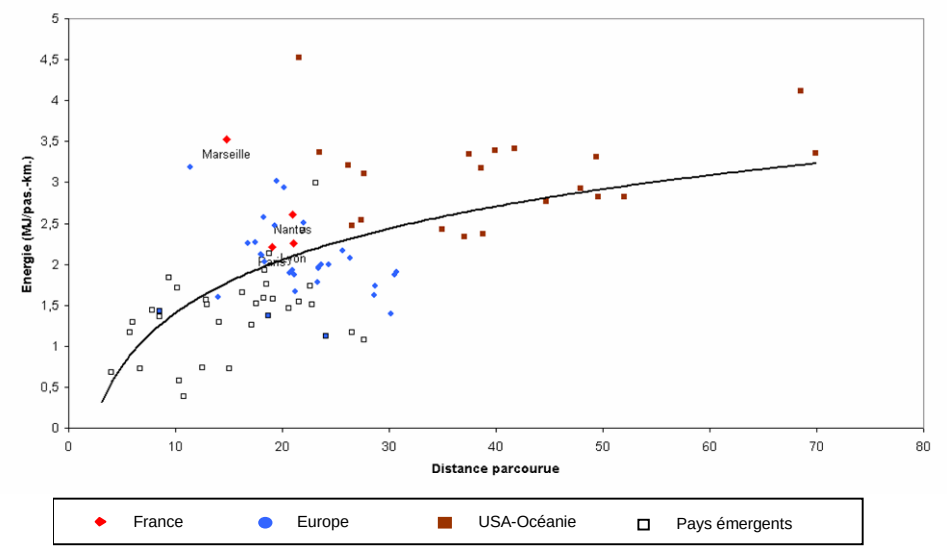
Silhouettes Continentales



Alors qu'au niveau international (*graphique 39*), la consommation énergétique marginale semble décroissante (la forme concave de la courbe d'ajustement obtient de meilleurs résultats statistiques), le groupe européen affiche des consommations stables, voire décroissantes suivant l'indicateur énergétique, avec la distance. Les deux autres groupes, américain et pays émergents, quant à eux voient leurs consommations énergétiques croîtrent avec les distances parcourues.

Graphique 39 - Energie (en MJ par passager-km.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.

Silhouette globale



Pour chacun des indicateurs, les pays émergents rejoignent les groupes américain et européen. Quelque soit l'indicateur énergétique employé, les transports des pays émergents affichent la même tendance énergivore, et dans les mêmes proportions que leurs homologues européens et américains.

Ces résultats sont à croiser avec un indicateur de l'organisation des transports, tel que le partage modal, afin de déterminer comment les villes européennes parviennent à organiser l'essor des distances parcourues et à maîtriser les consommations énergétiques correspondantes. Il a été observé précédemment que l'offre de transports collectifs était plus importante en Europe et parvenait à maintenir les budgets temps de transport. Peut être permet-elle de contenir l'essor des consommations énergétiques ?

REMISE EN CAUSE DE L'HYPOTHESE DE CONSTANCE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT

Au terme de cet exposé des différentes relations mises en lumière par la base UITP, un nouveau regard doit être porté sur l'hypothèse de constance des budgets temps de transport. En effet, un certain nombre de précautions étaient d'ores et déjà nécessaires lors de l'usage de cette hypothèse. La décomposition continentale présentée ci-dessus fragilise son pouvoir explicatif de la mobilité et de son rapport à l'espace-temps.

L'hypothèse de Zahavi est fondée sur un ensemble de données dont la diversité constitue à la fois un atout et une faille. En effet, les villes étudiées possèdent des caractéristiques géographiques, socio-économiques, et des systèmes de transports très différents. Cette diversité des situations, qui est un atout du travail de Zahavi, permet notamment d'éclairer le caractère spatial de la constance des budgets temps de transport. Cependant, la réunion d'un tel ensemble de données, à la fin des années 70, rencontre un certain nombre de problèmes majeurs. La diversité des situations est à l'origine de la multitude de méthodes d'étude de la mobilité employée dans les agglomérations. Ainsi, très peu d'enquêtes possèdent les mêmes définitions d'indicateurs. Notamment, en ce qui concerne les durées de déplacement, la définition des déplacements comptabilisés n'est pas homogène. Le même ensemble de types de déplacements est-il systématiquement exclu du comptage de chaque ville (déplacements à motifs professionnels, déplacements interurbains, déplacements de longue durée dépassant les 2, 3 ou 4 heures, les déplacements de proximité, etc.) ? De la même façon la définition des modes pris en compte et le détail de la répartition modale ne sont pas homogènes. L'étude des agglomérations, de leur périmètre et de leur population ne sont pas toujours comparables.

Ainsi le travail visant à la compatibilité des données internationales est un travail qui requiert de nombreuses précautions. Il apparaît très vite difficile de concilier les exigences de l'analyse fine de la mobilité appuyée sur des

définitions strictes des indicateurs, avec l'ampleur du champ d'étude nécessaire à la cohérence et la significativité de l'analyse.

Zahavi a donc réalisé un arbitrage entre la contrainte de précision des indicateurs et celle du nombre de villes étudiées. Malgré cette forte dépendance à l'ensemble de données disponibles et les multiples limites et contraintes imposées par la comparaison internationale, Zahavi parvient à éclairer un mécanisme devenu classique de l'économie de la mobilité. Et malgré des fondements qui pourraient être qualifiés de fragiles, l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, permet de mieux comprendre une partie de la chaîne des relations génératrices de mobilité. Et les difficultés rencontrées lors de la comparaison de données aussi variées, sont contrebalancées par la régularité du résultat. En effet, comment expliquer que malgré les différences historiques, géographiques, culturelles, économiques, etc. des situations, l'intervalle relativement étroit des budgets temps de transport persiste ?

Depuis le début des années 1980, d'autres chercheurs ont pu, en fonction de leur ensemble de données infirmer ou confirmer l'hypothèse de Zahavi. Mais peu de ces travaux possèdent la même dimension très agrégée de l'étude de Zahavi. La recherche d'une constance des budgets temps de transport à un niveau moins agrégé (national ou urbain), revient à étudier un cas particulier de l'hypothèse de Zahavi.

En 2000, A. Schafer n'apporte pas d'infirmation de cette hypothèse. Ce résultat est d'autant plus remarquable que Schafer dispose d'une base de données aussi vaste que celle de Zahavi, et que l'on peut espérer de plus grande rigueur. En travaillant à la même dimension que Zahavi, Schafer retrouve le même intervalle des budgets temps de transport.

Le travail présenté ici, rencontre le même type de problèmes que ceux évoqués ci-dessus. De plus, la compatibilité des données et le pouvoir de la comparaison des données internationales produites par l'UITP, sont totalement dépendants de la qualité et de l'homogénéité des informations contenues dans la base.

Toutefois, en admettant un certain nombre d'imprécisions et d'irrégularités dans les données, le même intervalle des budgets temps de transport se dessine. Les trois intervalles des budgets temps sont d'amplitude comparable et de moyenne proche. A l'intérieur de l'intervalle déduit de la base UITP, il est possible d'observer les positions relatives des villes. Et grâce à l'effectif important de cet échantillon, ces situations relatives permettent de proposer des résultats significatifs. La segmentation en deux groupes des villes de pays développés met en évidence l'existence de deux profils d'organisation urbaine. Un profil

« américain » dont le développement de la ville peut être qualifié d'extensif. Le développement de la ville est réalisé par l'intensification des consommations temporelles, spatiales, et énergétiques dédiées au transport. A l'opposé, un profil « européen » s'illustre par un développement urbain intensif. La croissance urbaine semble se réaliser en Europe grâce à une meilleure organisation de la ville pour satisfaire les exigences du développement urbain. Ce qui ne signifie pas forcément une meilleure performance du système de transports urbains. Les vitesses européennes ne sont pas les plus rapides, mais elles suffisent à la satisfaction des besoins de mobilité nécessaire à une activité économique comparable à l'activité économique des villes de profil américain.

La constance des budgets temps de transport ne semble alors pas aussi certainement transférable et applicable à toute ville. La dimension de l'analyse de Zahavi étant la dimension mondiale, le budget temps de transport moyen d'une heure est représentatif de l'ensemble des villes du monde. Il est évident que cette moyenne gomme un très grand nombre d'effets propres aux diverses situations historiques, géographiques, économiques, culturelles, etc.. En raison de cette dimension très agrégée, l'utilisation de cette hypothèse doit se faire avec de grandes précautions. A l'aide de la base UITP, un exemple d'invalidité de l'hypothèse de Zahavi peut être observé, par la segmentation continentale. Ainsi, dès que la dimension mondiale de l'analyse est quittée, la constance des budgets temps de transport ne semble plus aussi valide et pertinente.

De ce fait, il est nécessaire pour l'analyse des mécanismes de la formation urbaine, de vérifier la validité ou l'invalidité de l'hypothèse de Zahavi, au niveau d'observation pertinent. A partir de la décomposition continentale, il apparaît que les processus, souvent acquis, relatifs à l'usage des améliorations des vitesses, ne sont pas aussi simples que ce que Zahavi proposait en 1980. L'analyse de la mobilité au niveau mondial fait ressortir le mécanisme par lequel les individus réinvestissent, dans du transport supplémentaire, la totalité des gains de temps créés par l'accroissement des vitesses. Les vitesses sont alors vues comme la condition permissive de la croissance de la mobilité, car elles permettent, pour une même dépense temporelle de parcourir de plus grandes distances. Cependant, au niveau continental, cela n'est plus vrai. Pour les villes de profil américain, l'amélioration des vitesses partage avec la croissance des budgets temps de transport, la « responsabilité » de la croissance des distances.

CONCLUSION

L'étude des budgets temps de transport motorisé quotidiens moyens par agglomération permet d'éclairer un certain nombre de relations existantes entre cet indicateur de la mobilité urbaine et tour à tour, la géographie, la démographie, et le système d'offre de transports urbains de la ville.

Deux systèmes productifs de transports urbains semblent se distinguer nettement. D'une part, le système européen semble correspondre à un développement intensif de l'économie de la mobilité. Et d'autre part, le « modèle américain » présente un caractère expansif de l'économie de la mobilité.

L'agglomération américaine représentative est une ville étalée, aux densités urbaine et d'emplois relativement faibles par rapport aux cités européennes. Le système de transports américain, organisé dans le but de répondre au besoin d'essor de la mobilité, semble privilégier la vitesse des déplacements.

La ville européenne moyenne paraît concentrée et compacte. Son système de transports urbains semble mettre en œuvre les moyens de contenir la mobilité dans un espace restreint. Toutefois, cette restriction n'apparaît pas comme mettant en péril l'activité économique. Les villes européennes ont, semble-t-il, organisé leur système de transports autour de la structure urbaine. Elles semblent alors se concentrer sur une organisation plus efficiente des moyens de satisfaction des besoins de mobilité. C'est en se densifiant que la ville européenne offre une réponse aux besoins individuels qui sont à la source de la demande de transport. Le développement de l'agglomération européenne semble donc se faire par une organisation efficiente de l'espace, plutôt que par une amélioration du système de production des transports urbains.

Dans ce contexte, les phénomènes de motorisation des ménages et d'étalement urbain peuvent être analysés de deux façons. Tout d'abord, en Europe, l'accès à l'automobile est une condition permissive de l'étalement urbain, de la fuite du centre historique. Ensuite, aux États-Unis, l'automobile est une donnée de la structuration et de la construction urbaine, essentiellement réalisée au XX^{ème} siècle. Les conditions de ces deux options sont notamment à rechercher dans les

contextes historiques des développements urbains, qui ont été, soit un moyen, soit une contrainte pour le développement. La structure urbaine européenne héritée des différentes phases historiques d'urbanisme peut être vue comme une solution au développement économique. Cette organisation spatiale peut être améliorée sans trop de coûts, pour recevoir l'activité supplémentaire. Mais aussi cet héritage urbain peut avoir été une forte contrainte au développement des systèmes de transports urbains, dont les infrastructures sont consommatrices d'espace. A l'opposé, la construction urbaine américaine a peut être plus facilement accueilli les infrastructures automobiles du fait de sa jeunesse. Et elle a ainsi pu se développer autour de l'automobile, et non pas développer l'automobile autour de la ville.

Enfin, l'étude approfondie des différentes causalités à l'œuvre entre les variables de la structure urbaine, du système de transports et de la pratique de la mobilité nécessite l'information détenue par des séries temporelles. Ici, à partir de l'information de la seule année 1995, les causalités sont dissoutes. L'absence d'observation de l'évolution des systèmes ne permet pas d'appréhender complètement la dynamique de ces systèmes.

ANNEXES DE LA PARTIE II

<u>Annexe 1</u> : Composition de la base UITP

Population	
Surface area (ha)	
Characteristics of the metropolitan area	
Urban density	persons/ha
Job density	jobs/ha
Proportion of jobs in CBD	%
Metropolitan gross domestic product per capita	USD
Supply indicators	
Private Transport Infrastructure Indicators	
Length of road per 1000 people	m/1000 persons
Length of freeway per 1000 people	m/1000 persons
Length of road per urban hectare	m/ha
Length of freeway per urban hectare	m/ha
Parking spaces per 1000 CBD jobs	spaces/1000 jobs
Public Transport Infrastructure Indicators	
Total length of public transport lines per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per 1000 people	m/1000 persons
* Bus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Minibus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Segregated tram network length per 1000 people	m/1000 persons
* Light rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Metro network length per 1000 people	m/1000 persons
* Suburban rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Heavy rail network length per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per urban hectare	m/ha
* Bus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Minibus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Segregated tram network length per urban hectare	m/ha
* Light rail network length per urban hectare	m/ha
* Metro network length per urban hectare	m/ha
* Suburban rail network length per urban hectare	m/ha
* Heavy rail network length per urban hectare	m/ha
Intermodal Transport Infrastructure Indicators	

Number of park and ride facilities per kilometre of reserved public transport route	facilities/km
Number of park and ride spaces per kilometre of reserved public transport route	spaces/km
Number of park and ride facilities per 10,000 urban hectare	facilities/10000 ha
Car equivalents per number of park and ride spaces	units/space
Private transport supply [cars and motorcycles]	
Passenger cars per 1000 people	units/1000 people
Motor cycles per 1000 people	units/1000 people
Total private passenger vehicles per 1000 people	units/1000 people
Passenger car kilometres per car	km/unit
Motor cycle kilometres per motor cycle	km/unit
Total private passenger vehicle kilometres per vehicle	km/unit
Private collective transport supply [taxis and shared taxis]	
Taxis per million people	units/10^6 persons
Shared taxis per million people	units/10^6 persons
Taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Shared taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Traffic Intensity Indicators	
Passenger cars per kilometre of road	units/km
Motor cycles per kilometre of road	units/km
Total private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Total single and collective private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Passenger car kilometres per kilometre of road	v.km/km
Motor cycle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private and collective passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Passenger car kilometres per urban hectare	v.km/ha
Motor cycle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private and collective passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Average road network speed	km/h
Public Transport Supply and Service	
Total public transport vehicles per million people	units/10^6 persons
* Buses per million people	units/10^6 persons
* Minibuses per million people	units/10^6 persons
* Tram units per million people	units/10^6 persons
* Light rail units per million people	units/10^6 persons
* Metro units per million people	units/10^6 persons
* Suburban rail units per million people	units/10^6 persons

* Heavy rail units per million people	units/10^6 persons
Total public transport vehicle kilometres of service per capita	v.km/person
* Bus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Minibus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Tram wagon kilometres per capita	v.km/person
* Light rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Metro wagon kilometres per capita	v.km/person
* Suburban rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Heavy rail wagon kilometres per capita	v.km/person
Total public transport vehicle kilometres of service per urban hectare	v.km/ha
* Bus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Minibus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Tram wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Light rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Metro wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Suburban rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Heavy rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total public transport seat kilometres of service per capita	seat km/person
* Bus seat kilometres per capita	seat km/person
* Minibus seat kilometres per capita	seat km/person
* Tram seat kilometres per capita	seat km/person
* Light rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Metro seat kilometres per capita	seat km/person
* Suburban rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Heavy rail seat kilometres per capita	seat km/person
Overall average speed of public transport	km/h
* Average speed of buses	km/h
* Average speed of minibuses	km/h
* Average speed of trams	km/h
* Average speed of light rail	km/h
* Average speed of metro	km/h
* Average speed of suburban rail	km/h
* Average speed of heavy rail	km/h
Mobility Indicators	
Overall mobility	
Daily trips by foot per capita	trips/person
Daily trips by mechanized, non motorised modes per capita	trips/person
Daily public transport trips per capita	trips/person
Daily private transport trips per capita	trips/person
Total daily trips per capita	trips/person
Mode split of all trips	
* Percentage of non motorised modes over all trips	%

* Percentage of motorised public modes over all trips	%
* Percentage of motorised private modes over all trips	%
Mode split of mechanised trips	
* Percentage of mechanised, non motorised modes over mechanised trips	%
* Percentage of motorised public modes over mechanised trips	%
* motorised private modes	%
Overall average trip distance	km
Overall average trip distance by car	km
Overall average trip distance by public transport	km
Average distance of mechanised trips	km
Overall average distance of the journey-to-work	km
Average distance of the journey-to-work by mechanised modes	km
Average time of a car trip	minutes
Average time of a public transport trip	minutes
Private Mobility Indicators [cars and motorcycles]	
Passenger car kilometres per capita	v.km/person
Motor cycle kilometres per capita	v.km/person
Total private passenger vehicle kilometres per capita	v.km/person
Passenger car passenger kilometres per capita	p.km/person
Motor cycle passenger kilometres per capita	p.km/person
Total private passenger kilometres per capita	p.km/person
Private Mobility Indicators [taxis and shared taxis]	
Taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Shared taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Taxi trips per capita	trips/person
Shared taxi trips per capita	trips/person
Public Transport Mobility Indicators	
Total public transport boardings per capita	boardings/person
* Bus boardings per capita	boardings/person
* Minibus boardings per capita	boardings/person
* Tram boardings per capita	boardings/person
* Light rail boardings per capita	boardings/person
* Metro boardings per capita	boardings/person
* Suburban rail boardings per capita	boardings/person
* Heavy rail boardings per capita	boardings/person
Total public transport passenger kilometres per capita	p.km/person
* Bus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Minibus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Tram passenger kilometres per capita	p.km/person
* Light rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Metro passenger kilometres per capita	p.km/person
* Suburban rail passenger kilometres per capita	p.km/person

* Heavy rail passenger kilometres per capita	p.km/person
User cost of transport	
Average user cost of a car trip	10-4 % per capita GDP/trip
Average user cost of a public transport trip	10-4 % per capita GDP/trip
Price of fuel per km	10-5 % per capita GDP/km
User cost of private transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
User cost of public transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
Maximum charge for on-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Maximum charge for off-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Average of the maximum parking charges in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Fine for parking in no parking zone	% per capita GDP
Fine for obstructing public transport	% per capita GDP
Fine for exceeding parking time in a paying parking place	% per capita GDP
Public transport productivity	
Overall public transport vehicle occupancy	persons/unit
* Bus vehicle occupancy	persons/unit
* Minibus vehicle occupancy	persons/unit
* Tram wagon occupancy	persons/unit
* Light rail wagon occupancy	persons/unit
* Metro wagon occupancy	persons/unit
* Suburban rail wagon occupancy	persons/unit
* Heavy rail wagon occupancy	persons/unit
Overall public transport seat occupancy	persons/seat
* Bus seat occupancy	persons/seat
* Minibus seat occupancy	persons/seat
* Tram seat occupancy	persons/seat
* Light rail seat occupancy	persons/seat
* Metro seat occupancy	persons/seat
* Suburban rail seat occupancy	persons/seat
* Heavy rail seat occupancy	persons/seat
Public transport operating cost recovery	%
Average public transport farebox revenue per boarding	USD/boarding
Average public transport farebox revenue per passenger kilometre	USD/pass. km
Average public transport farebox revenue per vehicle kilometre	USD/v.km
Transport Financial Cost	
Public Transport Cost	

Percentage of metropolitan GDP spent on public transport investment	%
Public transport investment per capita	USD/person
Public transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Public transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Public transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport operating costs	%
Private Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on road investment	%
Road investment per capita	USD/person
Annual road investment per kilometre of road	USD/km
Private transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Private transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Private transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on private transport operating costs	%
Overall Transport Cost	
Overall transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall private transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall public transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Total passenger transport cost per capita	USD/person
Total private passenger transport cost per capita	USD/person
Total public passenger transport cost per capita	USD/person
Total passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total private passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total public passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Transport Externalities Indicators	
Transport Energy Indicators	
Private passenger transport energy use per capita	MJ/person
Public transport energy use per capita	MJ/person
Total transport energy use per capita	MJ/person
Energy use per private passenger vehicle kilometre	MJ/km
Energy use per public transport vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per bus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per minibus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per tram wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per light rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per metro wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per suburban rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per heavy rail wagon kilometre	MJ/km
Energy use per private passenger kilometre	MJ/p.km
Energy use per public transport passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per bus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per minibus passenger kilometre	MJ/p.km

* Energy use per tram passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per light rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per metro passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per suburban rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per heavy rail passenger kilometre	MJ/p.km
Overall energy use per passenger kilometre	MJ/p.km
Air Pollution Indicators	
Total emissions per capita	
* Emissions of CO per capita	kg/person
* Emissions of SO2 per capita	kg/person
* Emissions of VHC per capita	kg/person
* Emissions of NOx per capita	kg/person
Total emissions per urban hectare	kg/ha
Total emissions per total hectare	kg/ha
Transport Fatalities Indicators	
Total transport deaths per million people	deaths/10^6 persons
Total transport deaths per billion vehicle kilometres	deaths/10^9 v.km
Total transport deaths per billion passenger kilometres	deaths/10^9 p.km
Public/Private Transport Balance Indicators	
Proportion of total motorised passenger kilometres on public transport	%
Ratio of public versus private transport speeds	
Ratio of annual investment in public transport versus private transport infrastructure	
Ratio of segregated public transport infrastructure versus expressways	
Ratio of public versus private transport energy use per passenger kilometre	
Ratio of public vs private transport total cost	
Ratio of public versus private transport user cost per passenger kilometre	

Annexe 2 : Récapitulatif des relations

Tableau 7 - Récapitulatif des effets des différentes variables sur le budget temps de transport, selon le niveau d'observation

	Niveau mondial	Pays développés	Europe de l'Ouest	États-Unis / Océanie	Océanie	Canada
Surface	Aucune relation BTT constants	Aucune relation BTT constants	BTT constants	BTT croissantss	Position intermédiaire aux deux groupes	Position intermédiaire aux deux groupes
Population	BTT constants	BTT constants	BTT constants	BTT croissants	Position intermédiaire	Position intermédiaire
Densité urbaine	BTT faiblement décroissants	BTT décroissants	BTT faiblement décroissants	BTT décroissants	Position intermédiaire Croissance ?	Confondu avec le groupe américain
Densité d'emplois	BTT constants	BTT décroissants	BTT constants	BTT décroissants	Confondu avec le groupe américain	Position intermédiaire
Proportion d'emplois dans CBD	BTT constants	BTT décroissants	BTT constants	BTT faiblement décroissants	Position intermédiaire	Position intermédiaire
PIB urbain	BTT constants	BTT constants	BTT faiblement croissants	BTT croissants	Confondu avec le groupe américain	Confondu avec le groupe américain
Distance	BTT croissants	BTT croissants	BTT croissants	BTT croissants	Position intermédiaire	Position intermédiaire
Vitesse	BTT constants	BTT croissants	BTT constants	BTT constant	Position intermédiaire	Position intermédiaire
Motorisation	BTT croissants	BTT croissants	BTT faiblement croissants	BTT croissants	Confondu avec le groupe américain	Confondu avec le groupe américain
Sièges TC	BTT constants	BTT décroissants	BTT constants	BTT constants	Confondu avec le groupe américain	Confondu avec le groupe américain

Bibliographie

BONNEL P., (2002), *Prévision de la demande de transport*, document pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Lumière Lyon 2.

POLAK J., (1987), *A comment on Supernak's critique of transport modelling*, Transportation, 14, pp. 63-72.

PURVIS C.L., (1994), *Changes in regional travel characteristics and travel time expenditures in the San Francisco Bay area : 1960-1990*, Transportation Research Record, 1466, pp. 99-109.

SCHAFER A., (2000), *Regularities in travel demand : An international perspective*, Journal of Transportation and Statistics, Vol. 3, n°3, pp. 1-31.

SCHAFER A. ET **D.G. VICTOR,** (2000), *The Future mobility of the world population*, Transportation Research, A 34, pp. 171-205.

SUPERNAK J., (1982), *Travel time budget : A critique,* Transportation Research Record, 879, pp. 15-25.

SUPERNAK J., (1983), *Transportation modeling : Lessons from the past and tasks for the future*, Transportation, 12, pp. 79-90.

SUPERNAK J., (1984), *Travel regularities and their interprÉtations : A discussion Paper*, Transportation Research Record, 987, pp. 48-57.

SUPERNAK J. ET **STEVENS W. R.,** (1987), *Urban transportation modeling : The discusion continues*, Transportation, 14, pp. 73-82.

ZAHAVI Y., (1973), *The TT-relationship : a unified approach to transportation planning*, Traffic engineering and control, pp. 205-212.

ZAHAVI Y., (1974), *Travel time budgets and mobility in urban areas*, report prepared for the U.S Department of transportation.

ZAHAVI Y., (1978), *The measurement of travel demand and mobility*, presented at the Joint International Meeting on the Integration of Traffic and Transportation Enginnering in Urban Area, Tel Aviv, Israel.

ZAHAVI Y., (1979), *The 'UMOT' Project*, rapport pour l'U.S. Department of Transportation and the Ministry of Transport of Federal Republic Of Germany.

ZAHAVI Y., (1982), *Discussion*, (suite de J. Supernak (1982) : *Travel Time Budget : A critique*), Transportation Research Record, 879, pp. 25-27.

ZAHAVI Y. ET **RYAN J. M.,** (1980), *Stability of travel components over time*, Transportation Research Record, 750, pp. 19-26.

ZAHAVI Y. ET **TALVITIE A.,** (1980), *Regularities in travel time and money expenditures*, Transportation Research Record, 750, pp. 13-19.

Liste des graphiques et tableaux

Partie 1

Graphiques

Graphique 1 - Partage modal des modes mécanisés en Amérique du Nord et Océanie. *32*

Graphique 2 -Partage modal des modes mécanisés en Europe de l'Est et dans les grandes villes asiatiques *33*

Graphique 3 - Partage modal des modes mécanisés en France. *34*

Graphique 4 - Partage modal des modes mécanisés en Europe occidentale *35*

Graphique 5 - Partage modal des modes mécanisés dans les pays émergents *36*

Graphique 6 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la population (en milliers) *39*

Graphique 7 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la surface urbaine (en milliers d'ha) *40*

Graphique 8 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers./ha.) *42*

Graphique 9 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité d'emplois (en emplois/ha.) *43*

Graphique 10 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la proportion d'emplois dans le centre (en %) *45*

Graphique 11 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD) *46*

Graphique 12 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.) *47*

Graphique 13 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la longueur de routes par ha urbain (en m / ha.) *48*

Graphique 14 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 1 000 emplois dans le CBD (en places pour 1 000 emplois) *50*

Graphique 15 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre d'automobiles par place de parking CBD (en véhicules par place) *51*

Graphique 16 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 10000 ha urbains *51*

Graphique 17 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la vitesse sur route (en km/h) *53*

Graphique 18 - La vitesse sur route (en km/h) et la densité urbaine (en pers. / ha.) *54*

Graphique 19 - La vitesse des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers. / ha.) *55*

Graphique 20 - La vitesse des bus (en km / h) et la densité urbaine (en pers. / ha.) *55*

Graphique 21 - La vitesse sur route (en km / h) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.) *56*

Graphique 22 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et la proportion d'emplois dans le CBD (en %) *57*

Graphique 23 - La vitesse sur route (en km / h) et la proportion d'emplois dans le CBD (en %) *58*

Graphique 24 - La vitesse sur route (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.) *59*

Graphique 25 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.) *59*

Graphique 26 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route *61*

Graphique 27 - La part de marché des transports collectifs (en %) par rapport au rapport des vitesses *62*

Graphique 28 -La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement (en km) *63*

Graphique 29 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement automobile (en km) *64*

Graphique 30 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement en transports collectifs (en km) *65*

Graphique 31 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) *66*

Graphique 32 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) dans les pays développés *67*

Graphique 33 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements routiers (en %) *68*

Graphique 34 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le prix du carburant au km (en USD) *69*

Graphique 35 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport des prix des transports en commun et des transports privés. *70*

Graphique 36 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB (en %) *72*

Graphique 37 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et le rapport des vitesses des transports en commun et des transports privés. *73*

Graphique 38 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs (en %). *74*

Graphique 39 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD), dans les pays développés *80*

Tableaux

Tableau 1 - Parts de marché moyennes des transports collectifs et des voitures particulières (en %) et distances moyennes par déplacement (en km) 38

Tableau 2 - Coefficients de corrélation entre la part de marché moyenne des transports collectifs et les densités urbaines et d'emplois 42

Tableau 3 - Résultats des régressions linéaires par méthode des moindres carrés ordinaires – Modèle linéaire 76

Tableau 4 - Résultats de la régression linéaire par méthode des moindres carrés ordinaires – Méthode Stepwise 80

Partie 2

Graphiques

Graphique 1 - Coût de fonctionnement des transports en commun (en dollars au passager-km.) et la part des dépenses de fonctionnement des transports en commun dans le PIB (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 104

Graphique 2 - Part de marché des transports en commun (en %.) et taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports en commun (en %) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 104

Graphique 3 - Part de marché des transports en commun (en %) et prix du carburant au km (en dollars US) en Europe de l'Ouest, Amérique du Nord et Océanie 105

Graphique 4 - Heures quotidiennes de transport par véhicule et motorisation (en nombre de véhicules pour 100 personnes) 119

Graphique 5 - Budget temps de transport, en heure par personne par jour et distance quotidienne moyenne parcourue par personne 121

Graphique 6 - Budget temps de transport moyen par personne et PIB par personne 122

Graphique 7 - BTT motorisé par personne (en min.) et surface de l'agglomération (en milliers d'ha.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie. 126

Graphique 8 - BTT motorisé par personne (en min.) et surface de l'agglomération (en milliers d'ha.) en Europe. 127

Graphique 9 - BTT motorisé par personne (en min.) et population (en millier d'hab.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie. 129

Graphique 10 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie. 131

Graphique 11 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 132

Graphique 12 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 134

- Liste des graphiques et tableaux -

Graphique 13 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 135

Graphique 14 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 136

Graphique 15 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie..... 137

Graphique 16 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord et Océanie. 138

Graphique 17 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 139

Graphique 18 - BTT motorisé par personne (en min.) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie. 141

Graphique 19 - BTT motorisé par personne (en min.) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord et Océanie..... 142

Graphique 20 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et le PIB urbain par personne (milliers de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 144

Graphique 21 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et PIB urbain par personne (milliers de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 144

Graphique 22 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et densité urbaine (en personnes par ha.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 145

Graphique 23 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents..... 147

Graphique 24 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents..... 148

Graphique 25 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 149

Graphique 26 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km/h) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 151

Graphique 27 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) dans les pays émergents. 151

Graphique 28 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 152

Graphique 29 - BTT motorisé par personne (en min.) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 155

Graphique 30 - Vitesse moyenne du réseau routier (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie..... 155

Graphique 31 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 156

Graphique 32 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et vitesse sur route (en km/h.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie. 157

Graphique 33 - BTT motorisé par personne (en min.) et sièges de transports collectifs offerts (sièges offerts pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 158

Graphique 34 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne des transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie. 159

Graphique 35 - BTT motorisé par personne (en min.) et part des passager.km. réalisés en transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie. 160

Graphique 36 - Polluant par ha. urbain (en kg/ha.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 161

Graphique 37 - Energie dédiée aux transports (en MJ par personne) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 162

Graphique 38 - Energie (en MJ par passager-km.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 163

Graphique 39 - Energie (en MJ par passager-km.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents. 164

Tableaux

Tableau 1 - Liste des villes 108

Tableau 2 - Villes dont les budgets temps de transport et les distances parcourues ne sont pas renseignées 113

Tableau 3 - Indicateurs géographiques des villes françaises 114

Tableau 4 et Tableau 5 - Statistiques descriptives des deux principaux indicateurs 117

Tableau 6 - Budget temps de transport motorisé moyen quotidien et surface des plus grandes villes d'Europe. 126

Tableau 7 - Récapitulatif des effets des différentes variables sur le budget temps de transport, selon le niveau d'observation 181