

**Laboratoire d'Économie des Transports
Unité Mixte de Recherche du C.N.R.S. N° 5593
ENTPE - Université Lumière Lyon 2**

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

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

Iragaël JOLY (LET-ENTPE)

Rapport des travaux effectués dans le cadre de l'atelier technique
du Commissariat général du Plan sur les transports urbains,
présidé par Alain BONNAFOUS

Janvier 2003

Sommaire

LA BASE UITP « THE MILLENIUM CITIES DATABASE »	13
1. Un échantillon représentatif des villes du monde.....	13
2. Année de référence des données.....	15
3. Le contenu informationnel de la base.....	15
3.1. <i>Délimitation des agglomérations</i>	16
3.2. <i>L'année d'observation</i>	16
3.3. <i>Décomposition d'indicateurs</i>	16
3.4. <i>Définitions des indicateurs</i>	16
3.5. <i>Méthodes d'enquêtes</i>	17
4. Description des calculs effectués sur les indicateurs et leur limite.....	17
5. Calculs des temps et des distances parcourues.....	18
6. Limites de l'information délivrée par la base.....	19
7. Le cas des villes françaises.....	19
8. Limites des indicateurs composés.....	20
PREMIERS RESULTATS ET PREMIERES PISTES	23
1. Budgets temps de transport et distances parcourues, les premiers résultats.....	23
2. L'hypothèse de Zahavi – La constance des budgets temps de transport.....	24

ETUDE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT DANS LA BASE UITP	31
1. Géographie de la ville - structure de l'espace urbain	31
1.1. Surface	31
1.2. Population	34
1.3. Densité de population	36
1.4. Densité d'emplois	39
1.5. Proportion d'emplois dans le CBD	42
1.6. Mesure de l'économie	46
2. La mobilité de la ville	52
2.1. Budget temps de transport et distance parcourue	53
2.2. Vitesse	56
2.3. Le comportement de mobilité et l'activité économique	59
3. Le système d'offre de transports	60
3.1. La motorisation	60
3.2. L'offre de transports collectifs	64
3.3. Les polluants et consommations énergétiques	66
REMISE EN CAUSE DE L'HYPOTHESE DE CONSTANCE DES BUDGETS TEMPS DE TRANSPORT	71
CONCLUSION	75
ANNEXES	77
Annexe 1 : Composition de la base UITP	79
Annexe 2 : Récapitulatif des relations	87
Bibliographie	89

Liste des graphiques et tableaux

Graphiques

<i>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.....</i>	<i>10</i>
<i>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.....</i>	<i>10</i>
<i>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.....</i>	<i>11</i>
<i>Graphique 4 - Heures quotidiennes de transport par véhicule et motorisation (en nombre de véhicules pour 100 personnes)</i>	<i>25</i>
<i>Graphique 5 - Budget temps de transport, en heure par personne par jour et distance quotidienne moyenne parcourue par personne.</i>	<i>27</i>
<i>Graphique 6 - Budget temps de transport moyen par personne et PIB par personne</i>	<i>28</i>
<i>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.....</i>	<i>32</i>
<i>Graphique 8 - BTT motorisé par personne (en min.) et surface de l'agglomération (en milliers d'ha.) en Europe.....</i>	<i>33</i>
<i>Graphique 9 - BTT motorisé par personne (en min.) et population (en millier d'hab.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.</i>	<i>35</i>
<i>Graphique 10 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.....</i>	<i>37</i>
<i>Graphique 11 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité urbaine (en personne par ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.....</i>	<i>38</i>
<i>Graphique 12 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.....</i>	<i>40</i>

- Sommaire -

<i>Graphique 13 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.</i>	<i>41</i>
<i>Graphique 14 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.</i>	<i>42</i>
<i>Graphique 15 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.....</i>	<i>43</i>
<i>Graphique 16 - BTT motorisé par personne (en min.) et proportion d'emplois dans le CBD (en %) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.....</i>	<i>44</i>
<i>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.</i>	<i>45</i>
<i>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.....</i>	<i>47</i>
<i>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.....</i>	<i>48</i>
<i>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.....</i>	<i>50</i>
<i>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.</i>	<i>51</i>
<i>Graphique 22 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km.) et densité urbaine (en personnes par ha.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	<i>52</i>
<i>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.....</i>	<i>53</i>
<i>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.....</i>	<i>54</i>
<i>Graphique 25 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	<i>55</i>
<i>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.</i>	<i>57</i>

<i>Graphique 27 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) dans les pays émergents.</i>	57
<i>Graphique 28 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	58
<i>Graphique 29 - BTT motorisé par personne (en min.) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	61
<i>Graphique 30 - Vitesse moyenne du réseau routier (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	61
<i>Graphique 31 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et motorisation (passager-voiture pour 1000 pers.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	62
<i>Graphique 32 - Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et vitesse sur route (en km/h.) en Europe, Amérique du Nord, et Océanie.</i>	63
<i>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.</i>	64
<i>Graphique 34 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne des transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie.</i>	65
<i>Graphique 35 - BTT motorisé par personne (en min.) et part des pas.-km. réalisés en transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie.</i>	66
<i>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.</i>	67
<i>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.</i>	68
<i>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.</i>	69
<i>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.</i>	70

- Sommaire -

Tableaux

<i>Tableau 1 - Liste des villes.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 2 - Villes dont les budgets temps de transport et les distances parcourues ne sont pas renseignées.....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 3 - Indicateurs géographiques des villes françaises.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 4 et Tableau 5 - Statistiques descriptives des deux principaux indicateurs.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 6 - Budget temps de transport motorisé moyen quotidien et surface des plus grandes villes d'Europe.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 7 - Récapitulatif des effets des différentes variables sur le budget temps de transport, selon le niveau d'observation.....</i>	<i>87</i>

Introduction

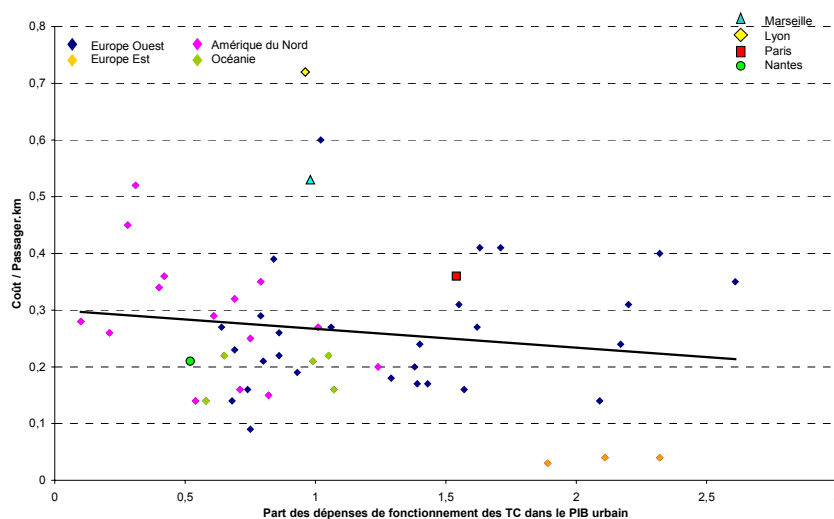
La problématique des transports urbains peut être étudiée sous l'angle de l'opposition de deux des principaux objectifs des politiques des transports urbains : la satisfaction des besoins et la maîtrise des externalités du transport. D'une part, les objectifs des politiques de transports urbains privilégient 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.).

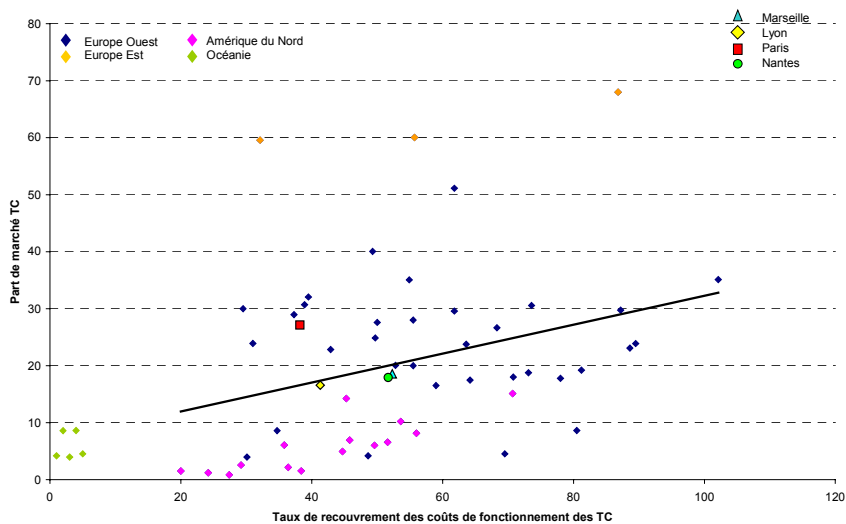
Cependant, ces outils classiques ne semblent pas toujours efficaces. Ainsi, les résultats obtenus sur la base UITP ne parviennent pas toujours à illustrer les atouts et les effets de ces instruments. En effet, les trois exemples suivant illustrent au contraire certaines des limites des politiques d'investissements 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*).

- Introduction -

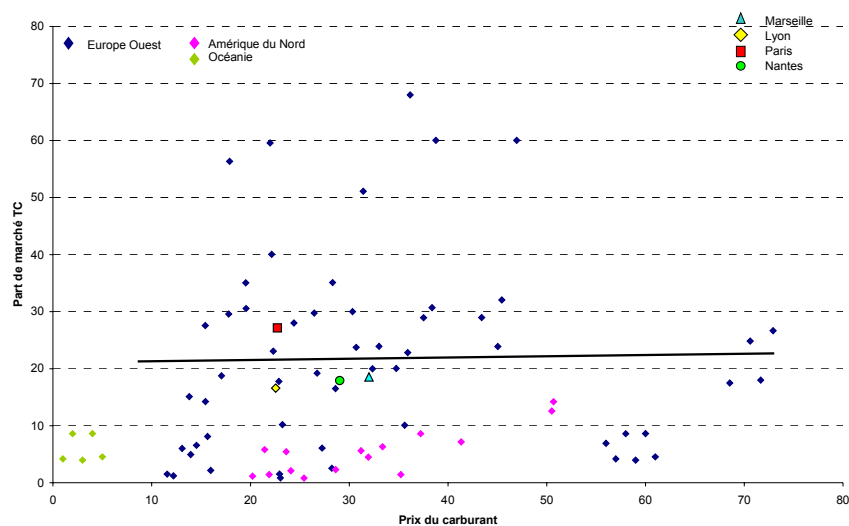
Graphique 1 - Coût de fonctionnement des transports en commun (en dollars au passager-km.) et la part des dépenses de fonctionnement des transports en commun dans le PIB (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.



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'utilisateur-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

- Introduction -

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
<i>Europe de l'Ouest</i>	<i>Afrique</i>	<i>Europe de l'Est</i>
Graz	Le Caire	Prague
Vienne	Abidjan	Budapest
Bruxelles	Casablanca	Cracovie
Copenhague	Dakar	Varsovie
Helsinki	Tunis	Moscou
Lille	Le Cap	Istanbul
Lyon	Johannesburg	<i>Moyen Orient</i>
Marseille	Harare	Tel Aviv
Nantes	<i>Amérique du Nord</i>	Téhéran
Paris	Calgary	Riyadh
Berlin	Montréal	<i>Asie</i>
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	<i>Amérique latine</i>	Jakarta
Barcelone	Buenos Aires	Taipei
Madrid	Brasilia	Séoul
Stockholm	Curitiba	Singapour
Berne	Rio de Janeiro	Ho Chi Minh Ville
Genève	Salvador	<i>Océanie</i>
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 citoyens 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 gommara 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.

- La base UITP « The Millenium Cities Database » -

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 dû 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 100. 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 automobile avec le

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 renseignés

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*.

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 motorisés soient exclus des budgets temps de transport.

- La base UITP « The Millenium Cities Database » -

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 (<i>pop./surf.</i>) (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 motorisés 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 regrettable³. 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

³ *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.*

- La base UITP « The Millenium Cities Database » -

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.

PREMIER S 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

- Premiers résultats et premières pistes -

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.

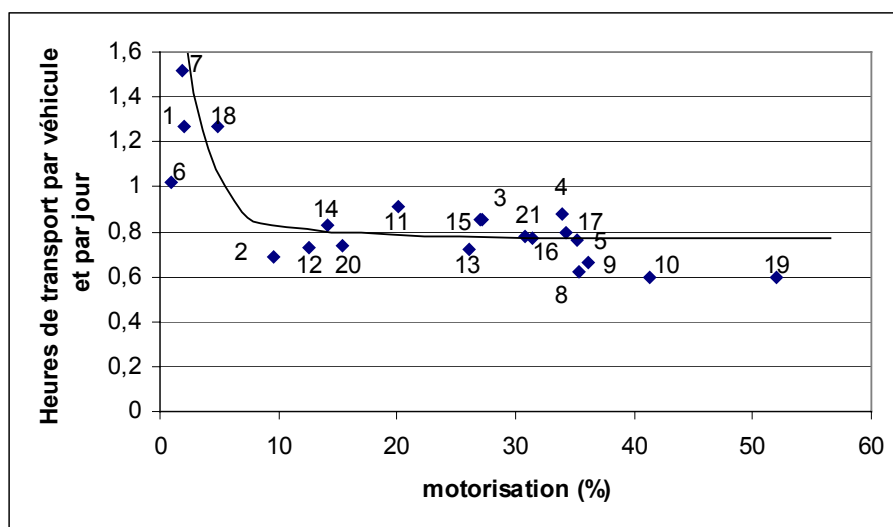
Les résultats de ces analyses semblent indiquer des régularités relativement significatives, dans les dépenses moyennes quotidiennes en termes monétaires et temporels, au niveau des aires urbaines.

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)

- Premiers résultats et premières pistes -

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 ménages. Les ménages 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 ménages utiliseraient les gains de vitesse pour parcourir plus de distance.

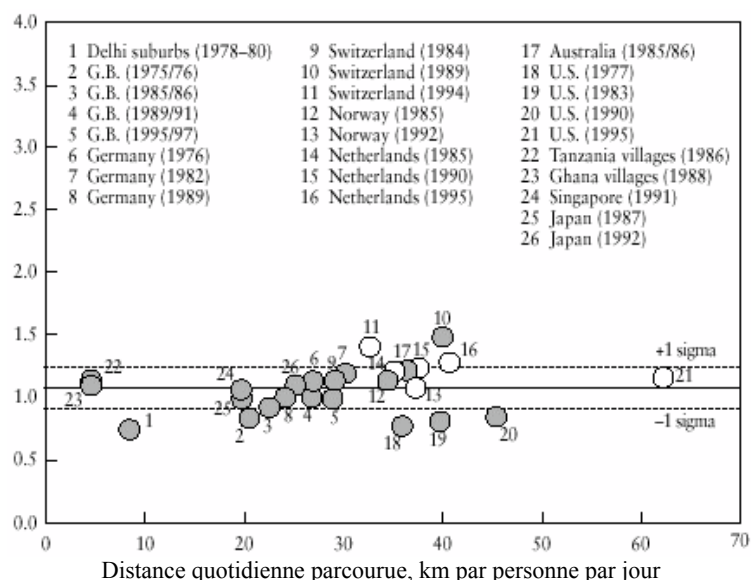
Sous l'hypothèse de constance des budgets temps de transport, Zahavi met en lumière l'arbitrage réalisé par les individus entre la ressource temporelle nécessaire aux déplacements quotidiens et la vitesse des déplacements, qui représente donc le coût temporel des déplacements. Zahavi fait apparaître 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 villes⁴. 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 GDP⁵ (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

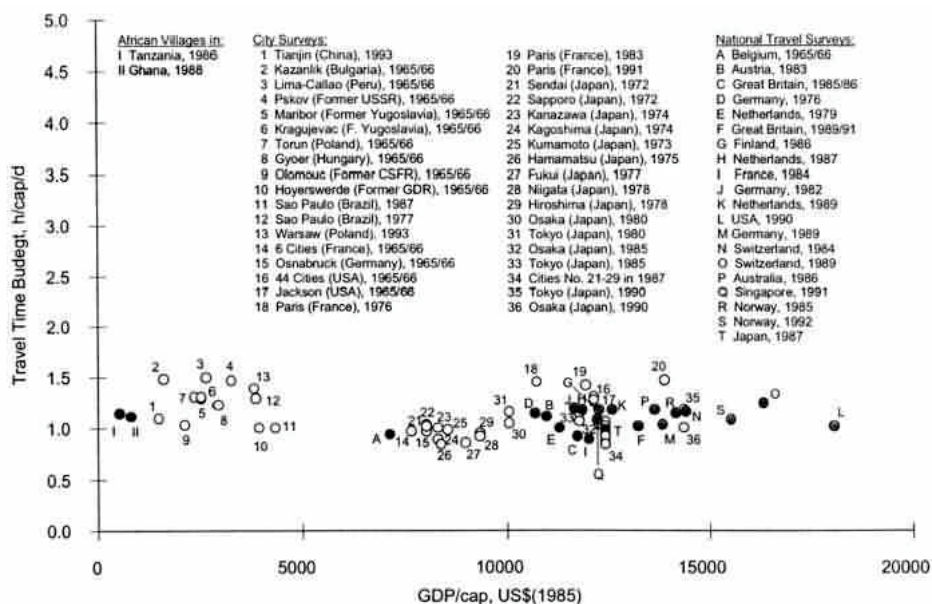
⁴ Villages africains (Riverson et Carapetis, 1991), 44 villes (Szalai et al., 1972, Katiyar et Ohta, 1993, EIDF, 1994, Malasek, 1995, et Metrö, 1989) données nationales (Kloas et al., 1993, Vliet, 1994, UK Department of Transport, Federal Highway Administration, 1992, Stab für Gesamtverkehrsfragen, 1986, Dienst für Gesamtverkehrsfragen, 1992, Orfeuil et Salomon, 1993, Vibe, 1993, Federal Office of Road Safety, 1988, Olszewski et al., 1994)

⁵ L'indicateur GDP correspond dans la base UITP au « Metropolitan gross domestic product per capita », soit le PIB par habitant de l'agglomération.

- Premiers résultats et premières pistes -

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 résultats⁶. 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

⁶ 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.

ETUDE DE S 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

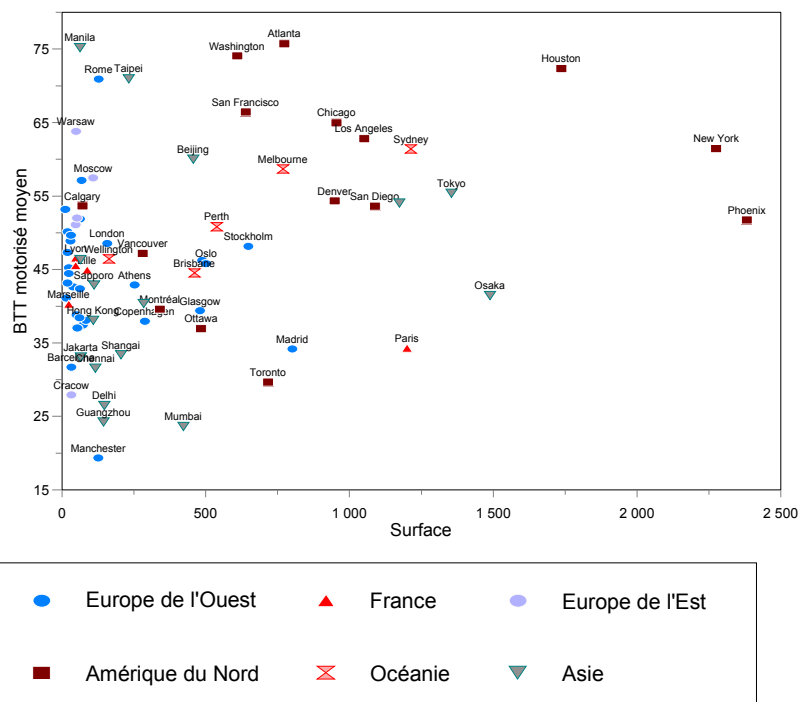
Au cœur de la diversité des situations, une nette distinction apparaît entre les villes d'Amérique du Nord et les villes d'Europe. En effet, les villes américaines sont plus étendues, et ont des budgets temps de transport plus importants. Cela illustre le caractère maintenant « classique » de la géographie 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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.



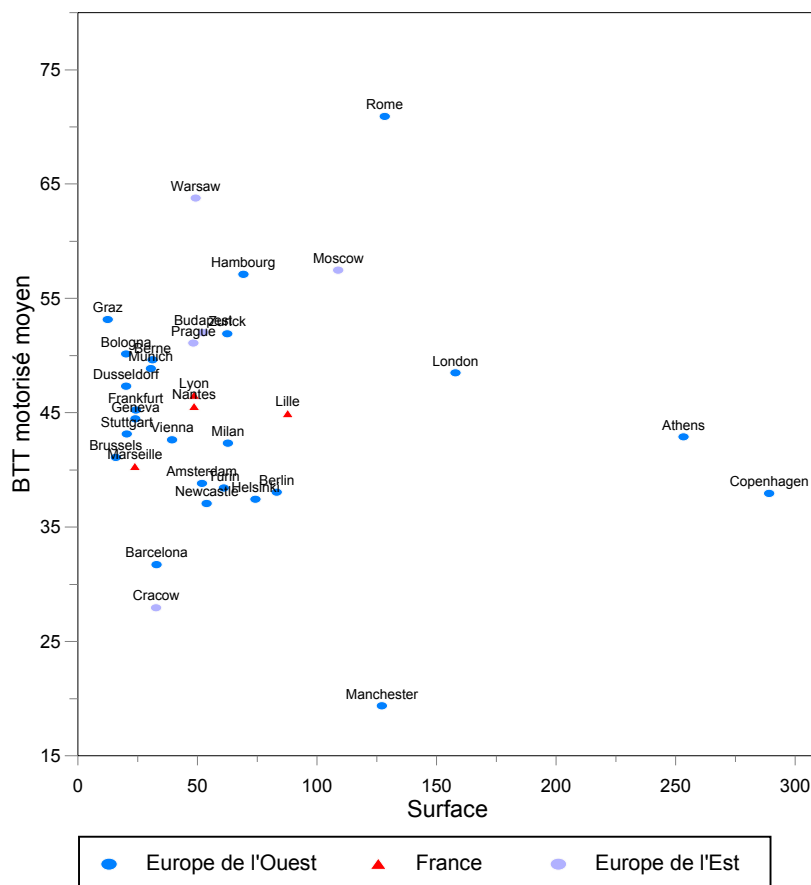
Enfin, à l'exception des villes du *tableau 6*, les villes européennes se répartissent comme l'indique le *graphique 8*.

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.

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 importants⁷. 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

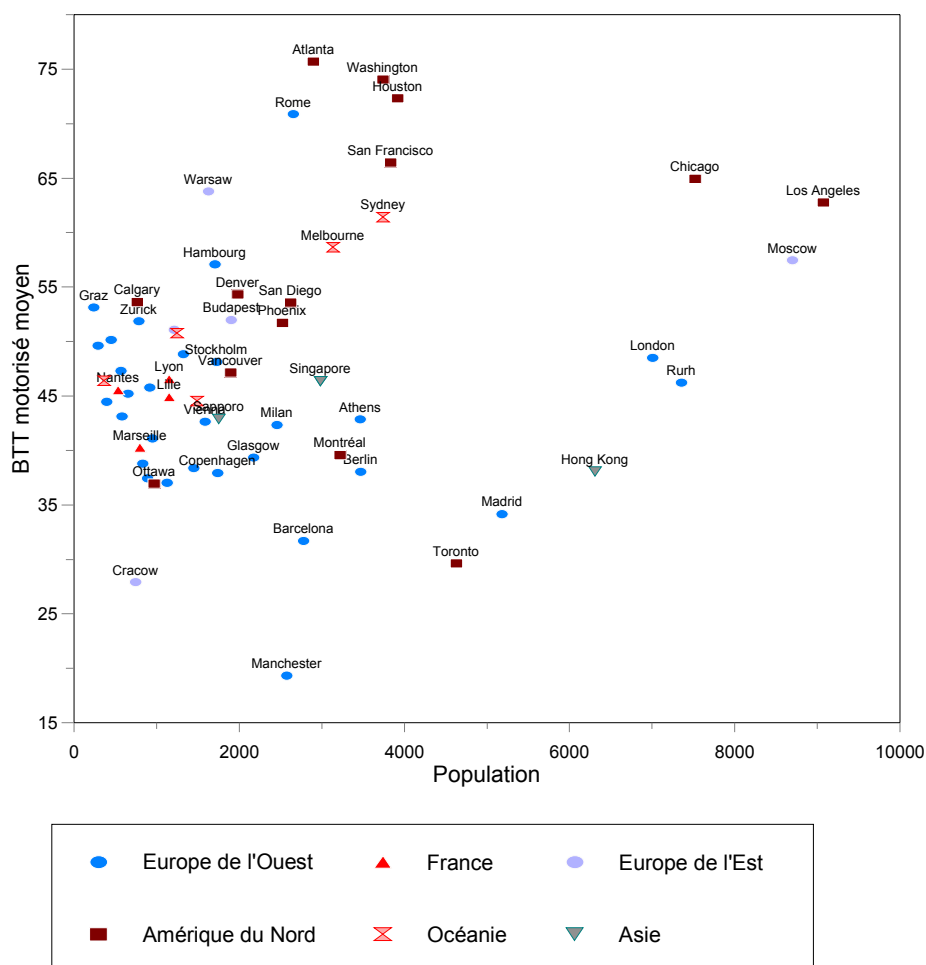
Pour l'ensemble des villes, la taille de la population ne semble pas avoir d'effet sur le budget temps de transport. Seules quelques villes américaines, se démarquent. Mais il s'agit d'agglomérations pour lesquelles la superficie est importante. Il n'est donc pas illogique de retrouver ces cités parmi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

⁷ Une remarque importante doit être faite concernant l'étude des BTT. Dans l'intervalle défini 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 leurs permet 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.

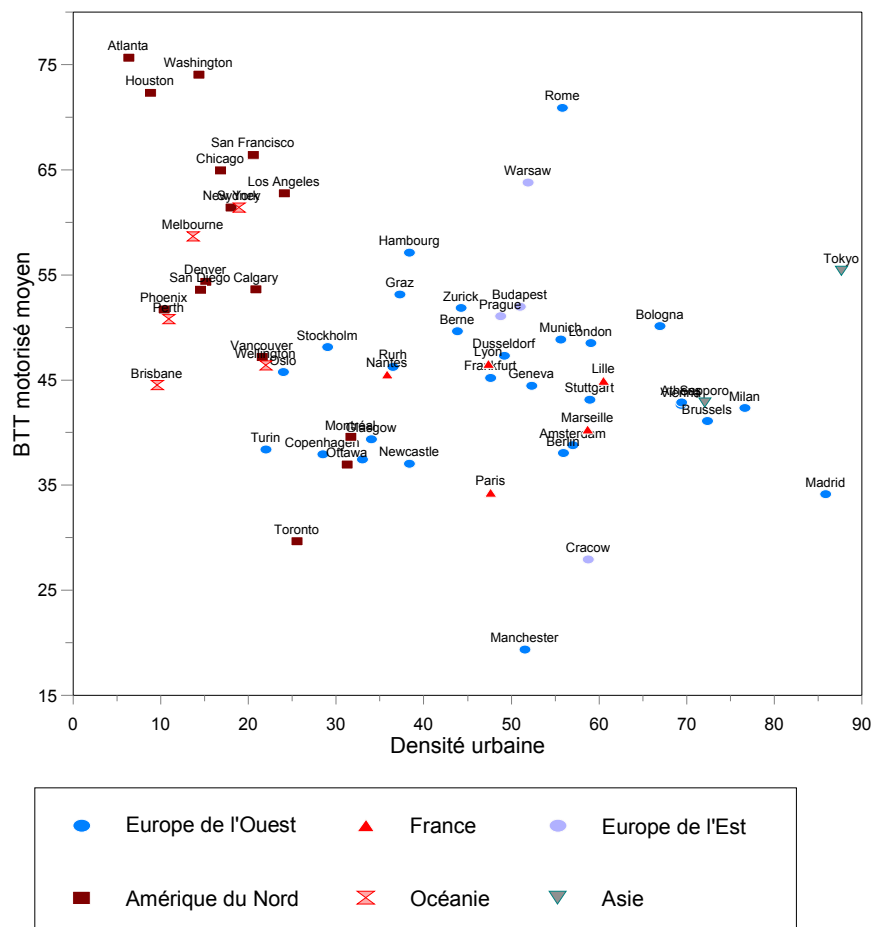
Les positions relatives par rapport à la taille des villes peuvent alors signifier qu'une mégapole possède un système de transports performant. Ceci apparaît de façon plus claire encore, au niveau européen, où les villes les plus peuplées affichent des budgets temps de transport motorisé similaires à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

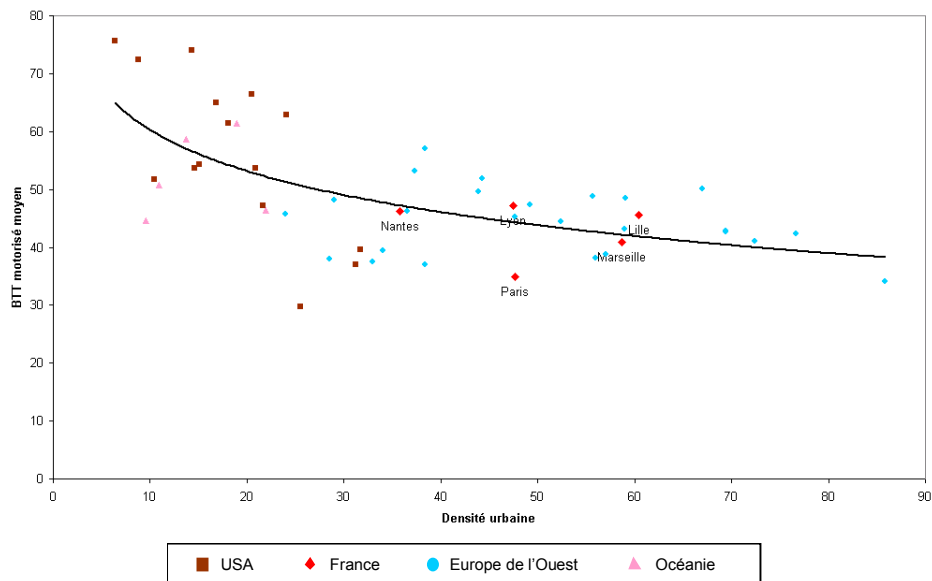


Ainsi sur l'ensemble des agglomérations des pays développés, une relation décroissante semble pouvoir être établie entre les budgets temps de transport et la densité urbaine. Le *graphique 11* marque d'une silhouette stylisée la dépendance apparaissant entre la densité de population et les budgets temps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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 ?

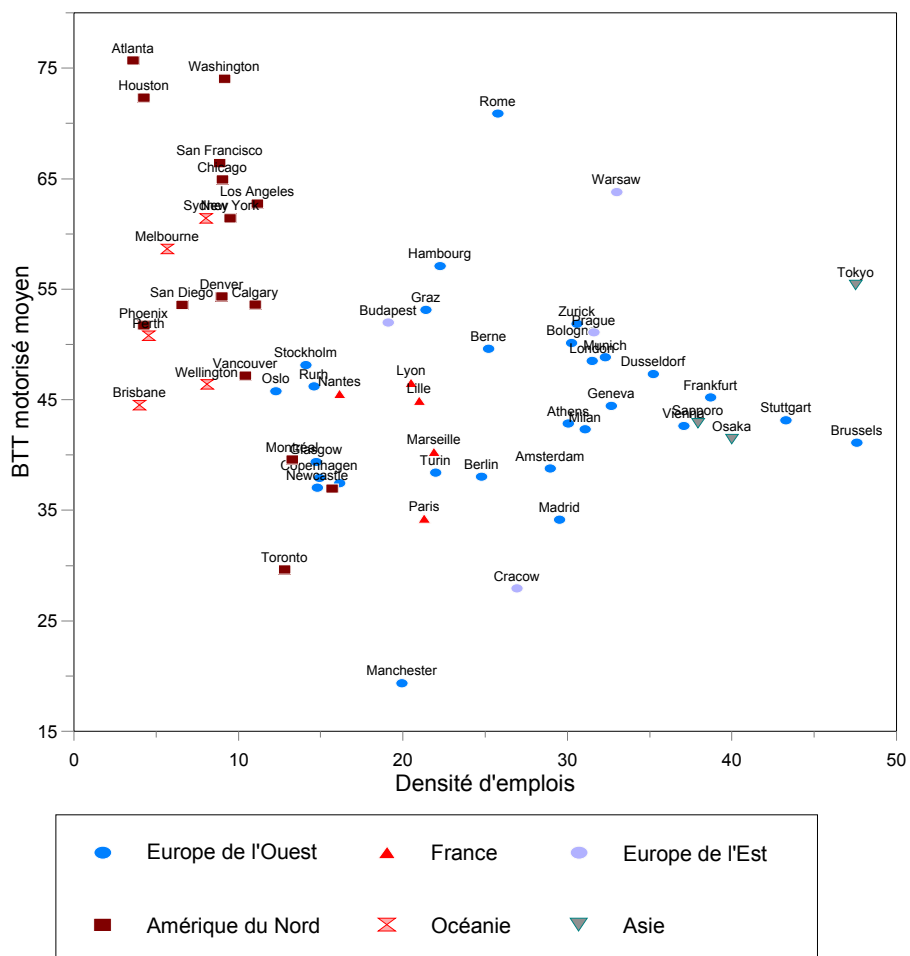
1.4. Densité d'emplois

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*).

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

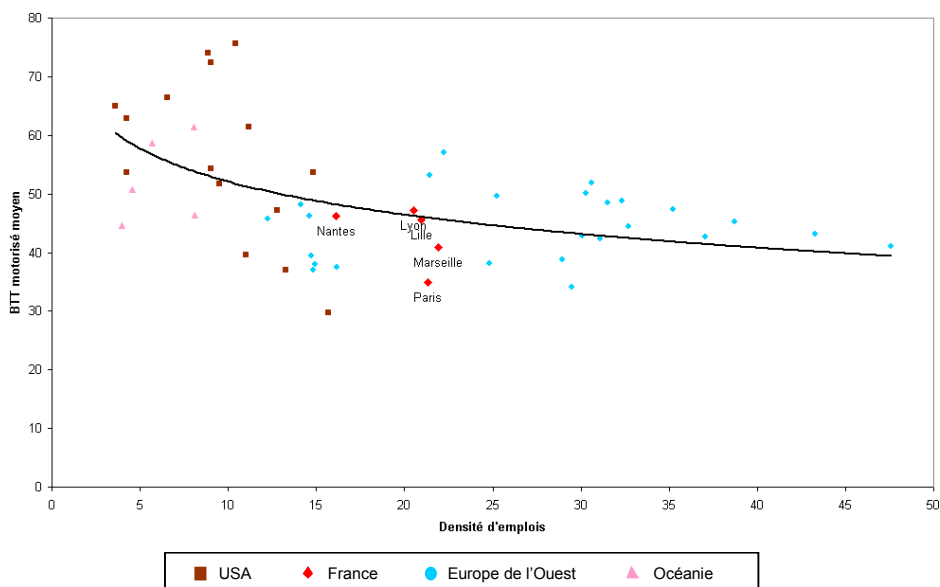
Graphique 12 - BTT motorisé par personne (en min.) et densité d'emplois (en nombre d'emplois / ha.) en Europe, Amérique du Nord et Océanie.

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.)

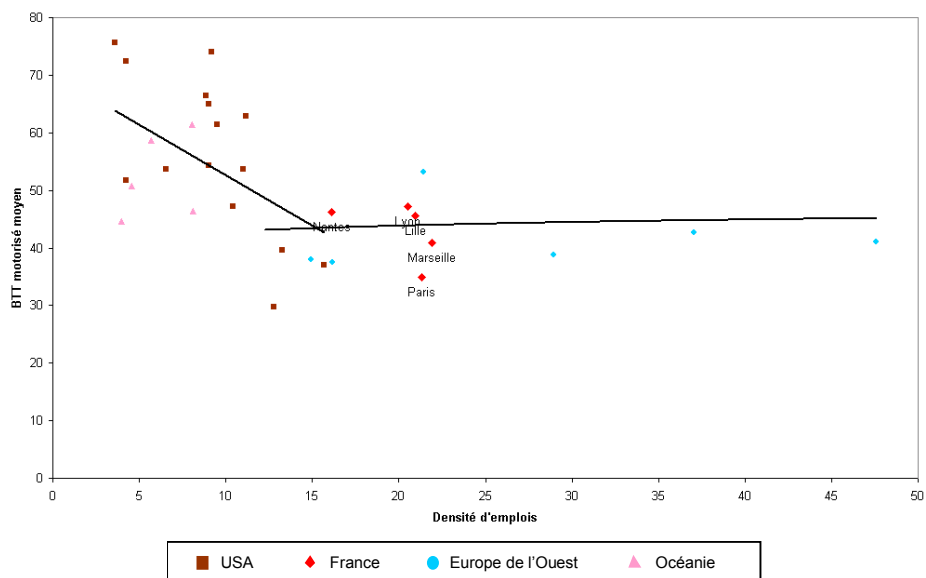


La structure de l'échantillon des villes européennes semble suggérer que contrairement au cas précédent, la densité des emplois peut avoir un effet de réduction sur le budget temps de transport. La relation observée au niveau de l'ensemble des agglomérations semble pouvoir être valable dans chacun des 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 ».

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

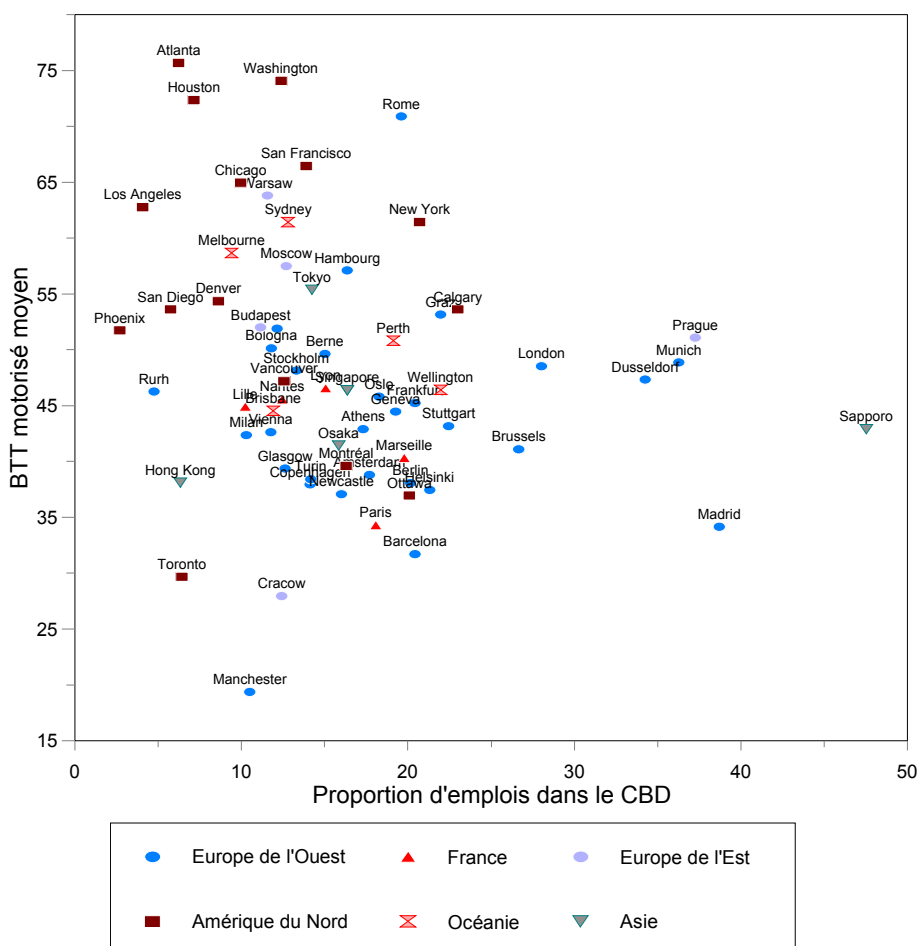
1.5. Proportion d'emplois dans le CBD

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.

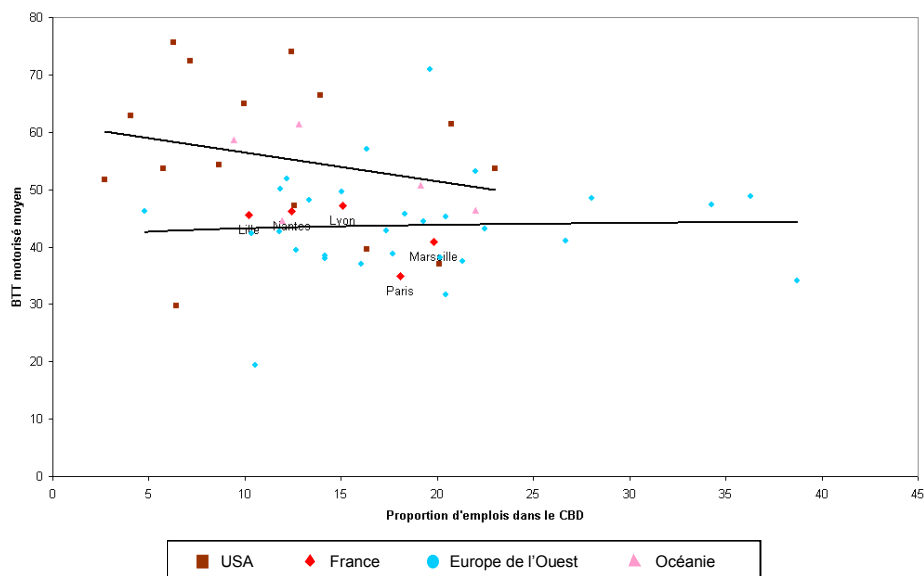


- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

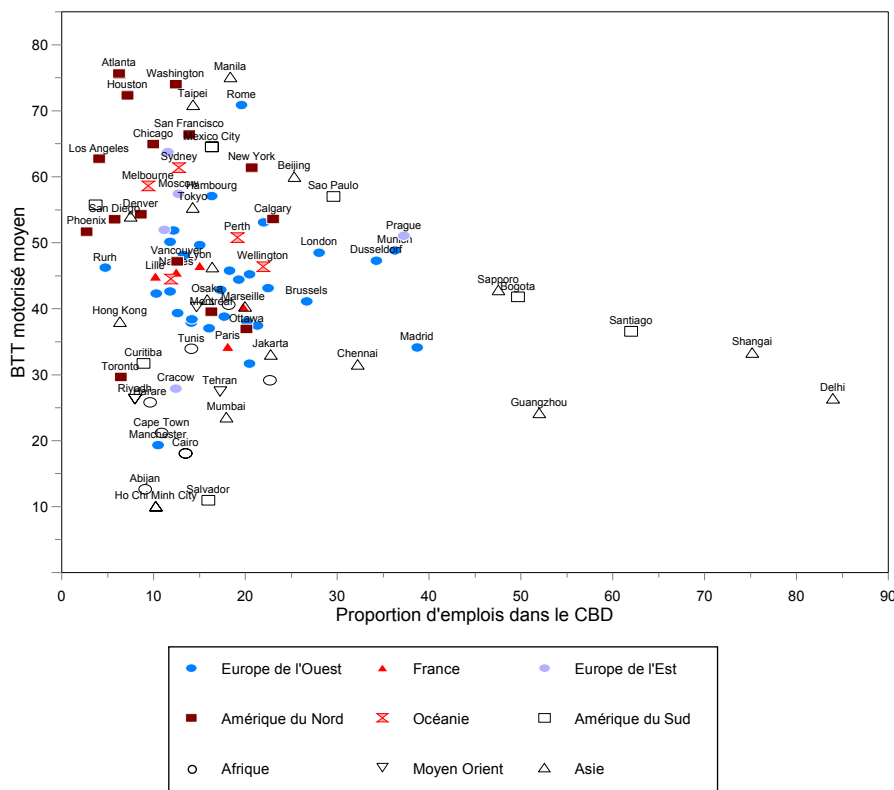
De la même façon, il ne semble pas se distinguer de relation entre la concentration centrale des emplois et les budgets temps des villes européennes (ni françaises) (*graphique 16*).

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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

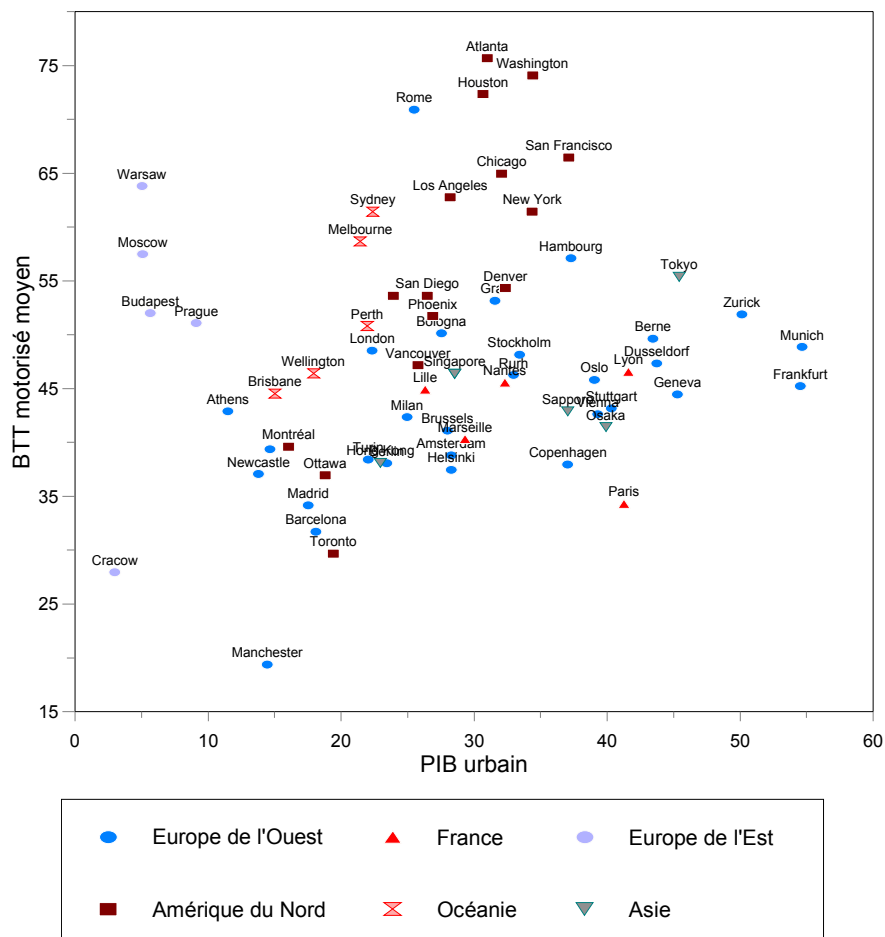
1.6. Mesure de l'économie

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*).

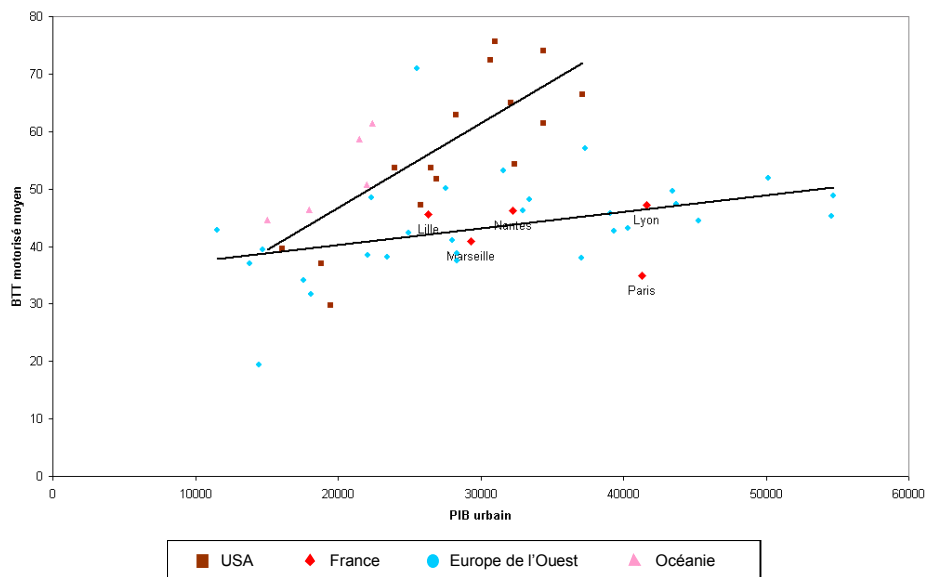
Graphique 18 - BTT motorisé par personne (en min.) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et Asie.



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*).

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 ?

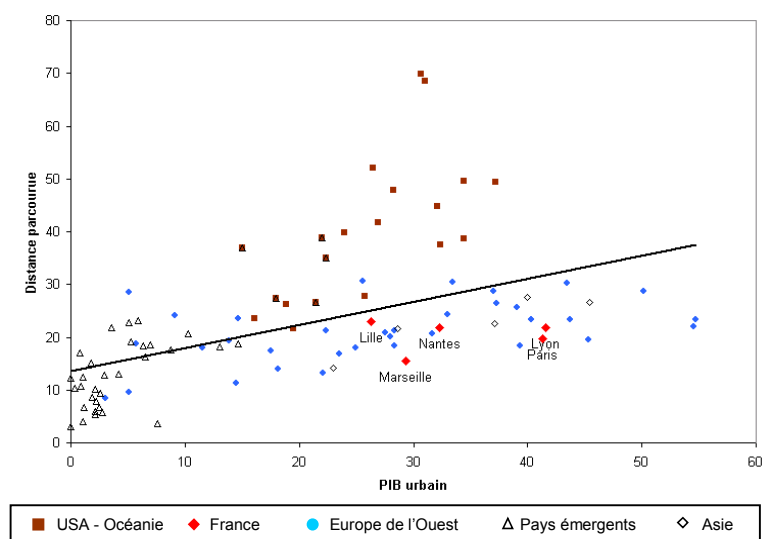
PIB urbain et distance parcourue

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*).

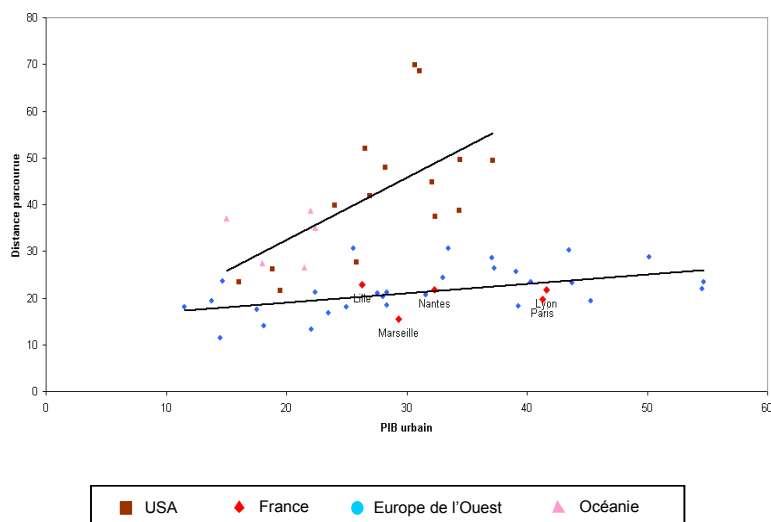
- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 budgets temps de transport 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.



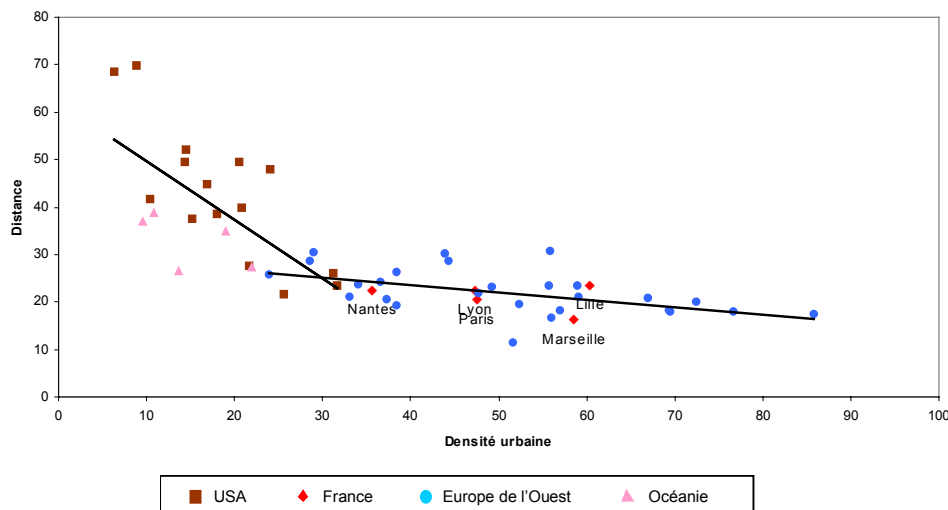
Ainsi, l'activité économique et le niveau de développement des agglomérations ont un effet sur les distances parcourues. Une fois encore, le groupe de villes américaines laisse apparaître une présomption de développement économique basé sur la consommation extensive des ressources espace-temps. Alors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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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

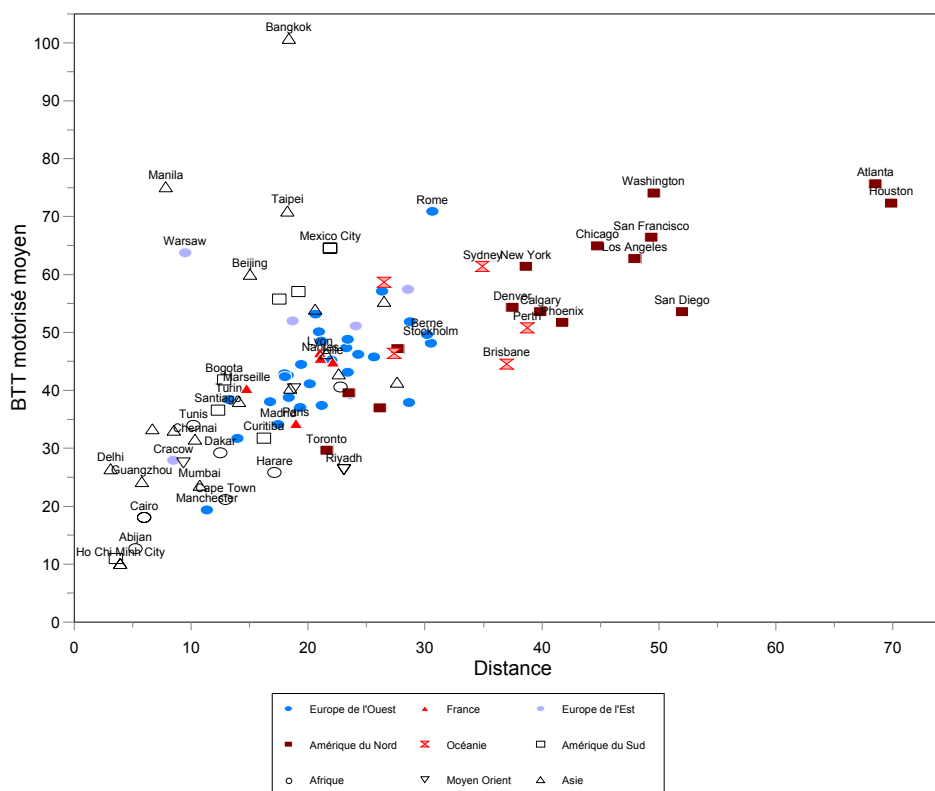
seront donc étudiées, ainsi que les mécanismes les composant, au travers des indicateurs de mobilité de la base UITP.

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*).

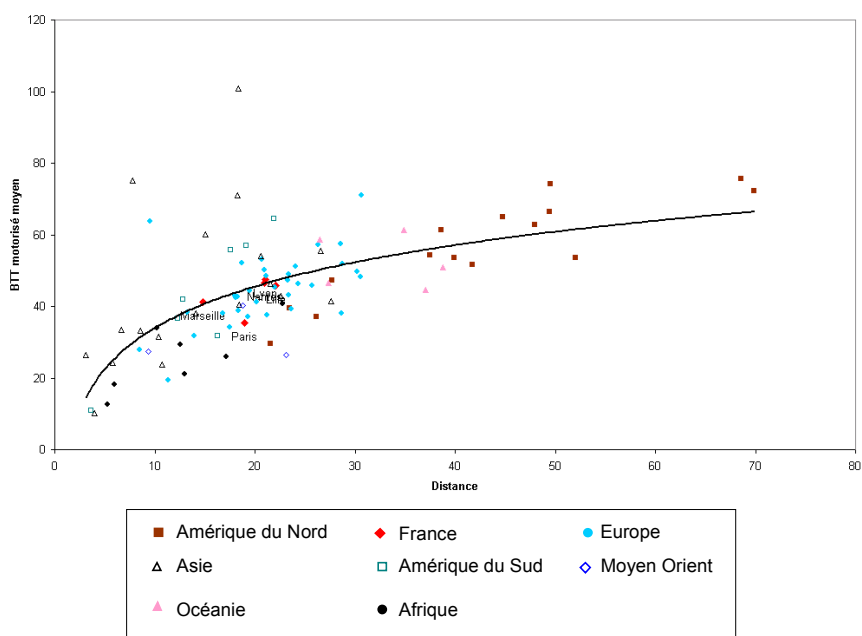
Graphique 23 - BTT motorisé par personne (en min.) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe, Amérique du Nord, Océanie et pays émergents.



- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

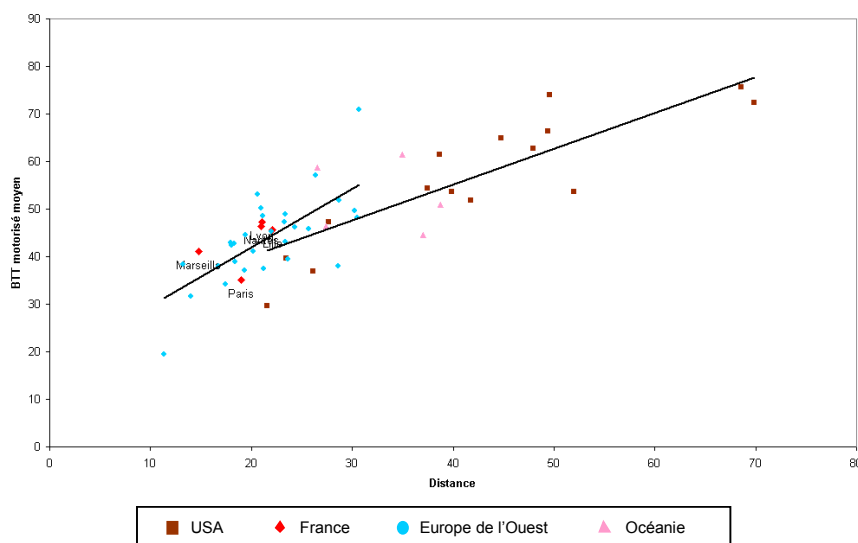


La décomposition par zones géographiques conserve la forme croissante et fait apparaître trois groupes de villes. Tout d'abord, les villes des pays émergents sont concentrées vers l'origine du repère, et affichent donc des budgets temps et des distances plus faibles que les villes de pays développés (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.

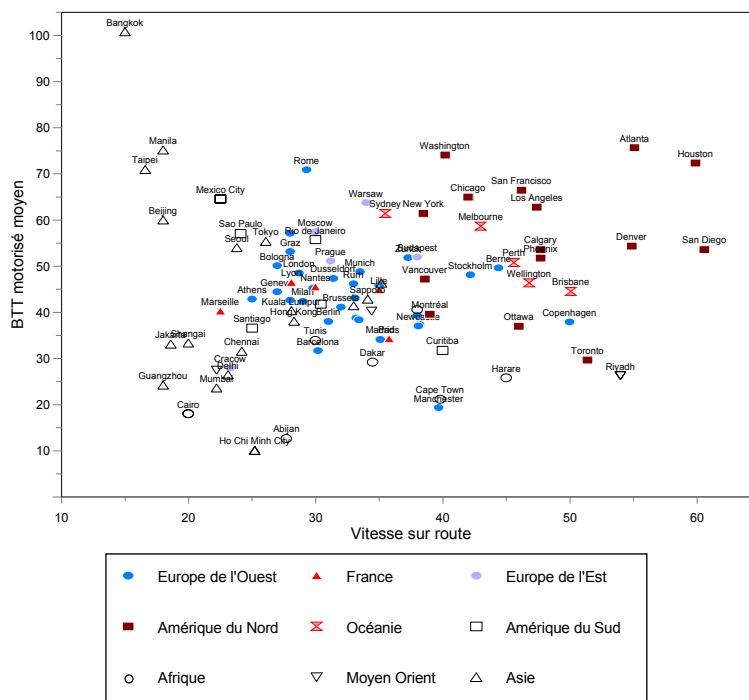
Le coût marginal temporel de la distance semble plus faible en Amérique du Nord qu'en Europe. D'où une meilleure productivité du système de production de transports urbains américains. Mais, le coût marginal en distance de l'activité économique paraît plus faible en Europe qu'aux États Unis. L'intensité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

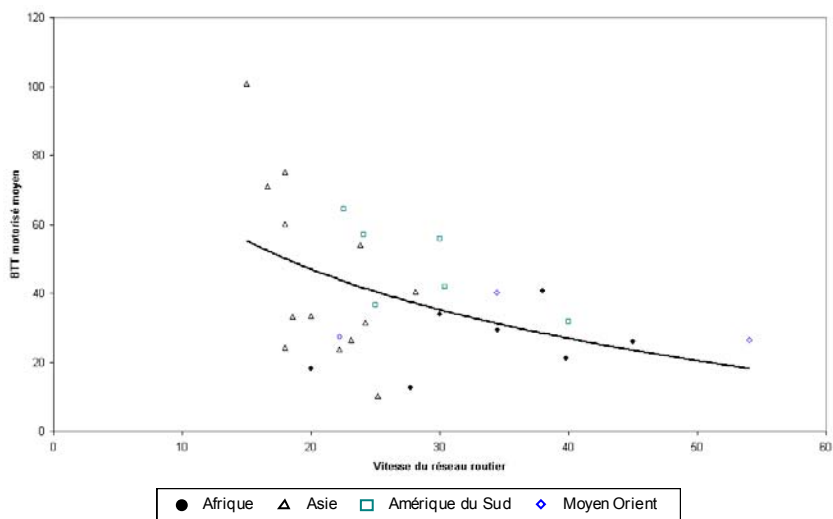
2.2. Vitesse

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.



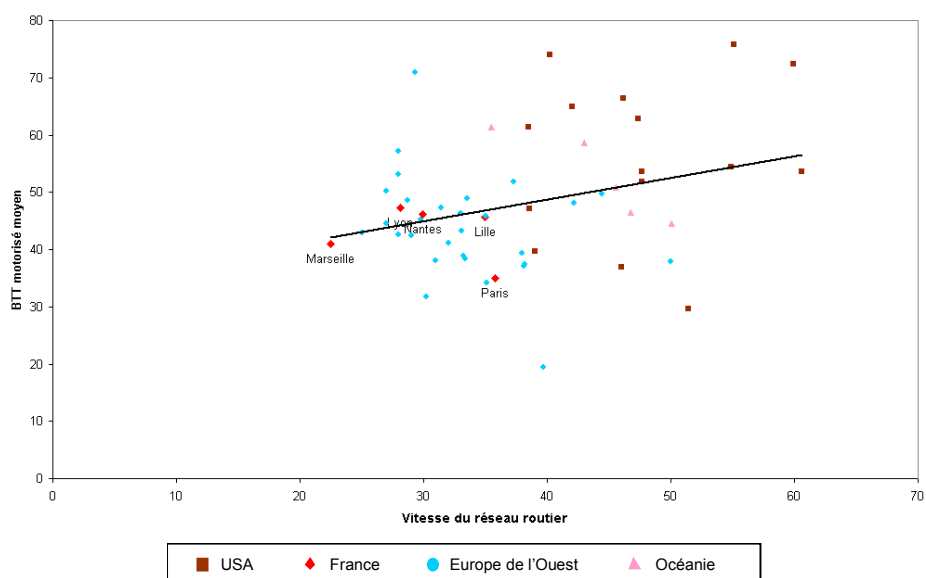
Graphique 27 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne du réseau routier (en km) dans les pays émergents.



- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 efficaces, 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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

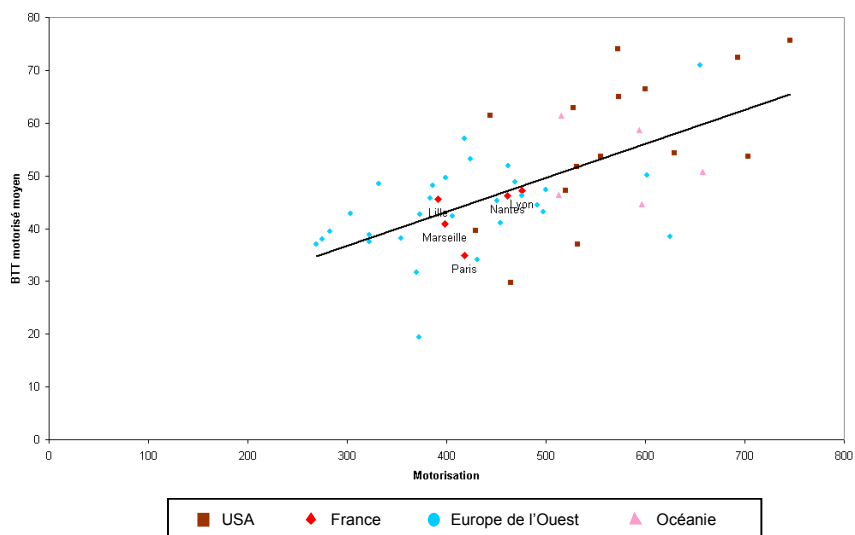
3.1. La motorisation

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.

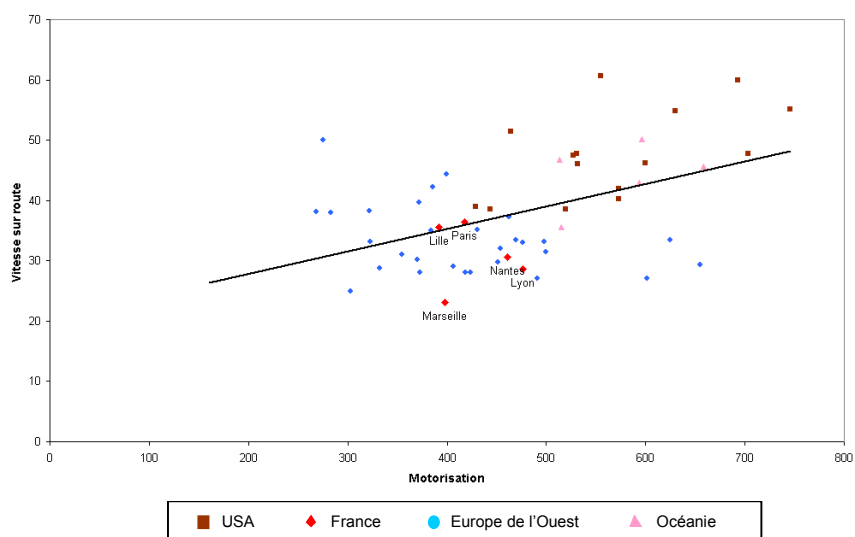
Dans les pays développés, le budget temps de transport semble effectivement affecté par la motorisation de la population. Par contre, si la première approche pouvait laisser croire que la motorisation serait synonyme de gains de vitesse et donc de réduction ou de constance des budgets temps de transport, 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.



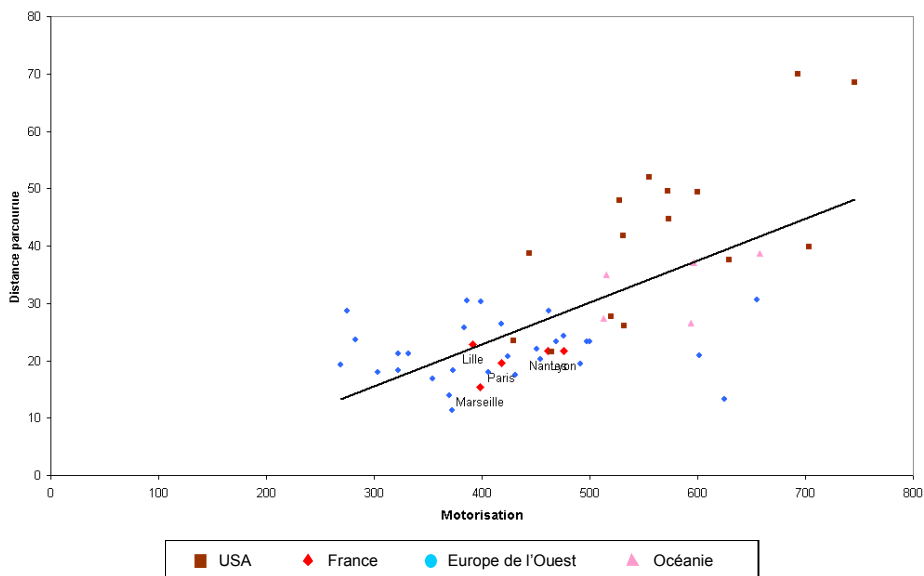
- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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 précédents 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*).

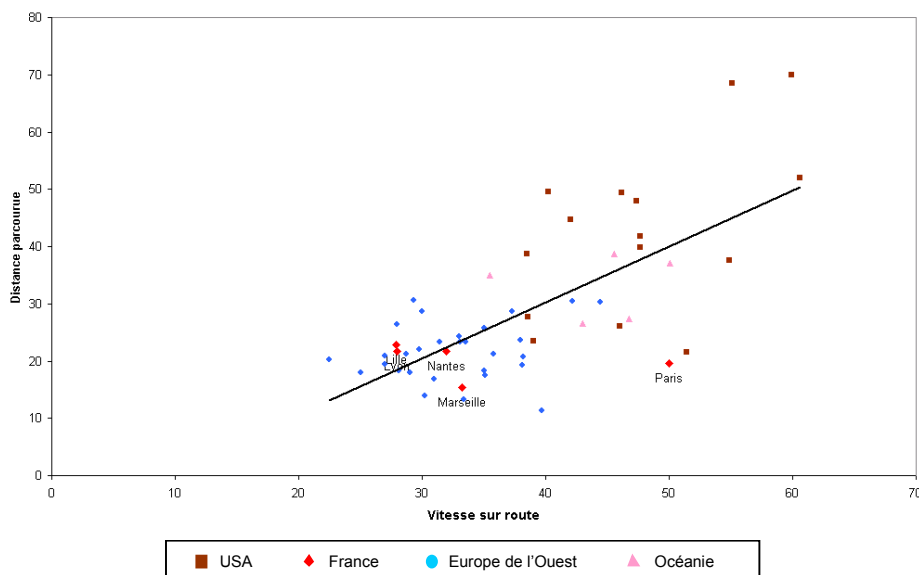
La question est donc de savoir comment la motorisation affecte les budgets temps de transport au travers des vitesses, mais aussi au travers des distances. La constance des budgets temps de transport suppose donc une compensation des deux effets.

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.

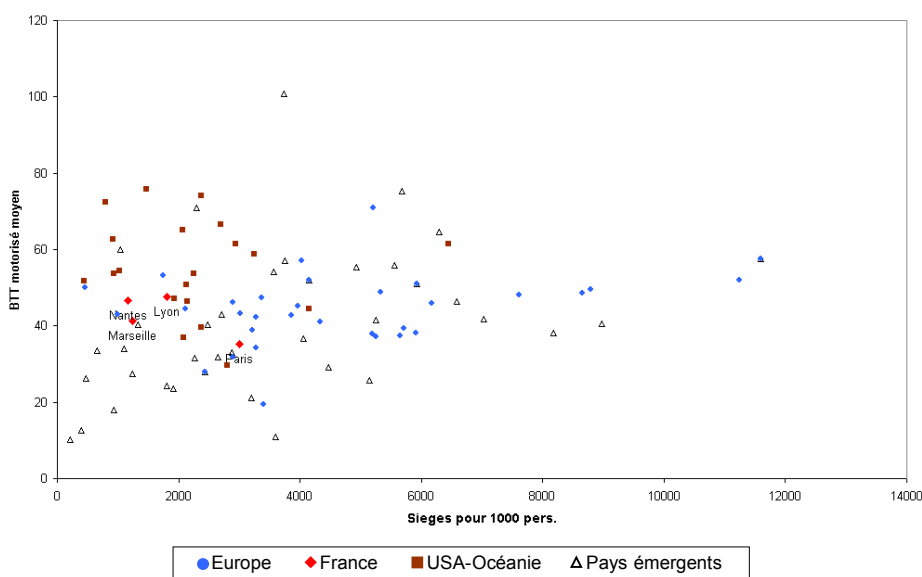
L'argument précédant qui réduit l'impact de la vitesse sur la mobilité, au profit de la motorisation, tend à attribuer à la vitesse, un pouvoir de génération de déplacements relativement faible. Et ce pouvoir est plus net pour la structure urbaine et la motorisation.

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.

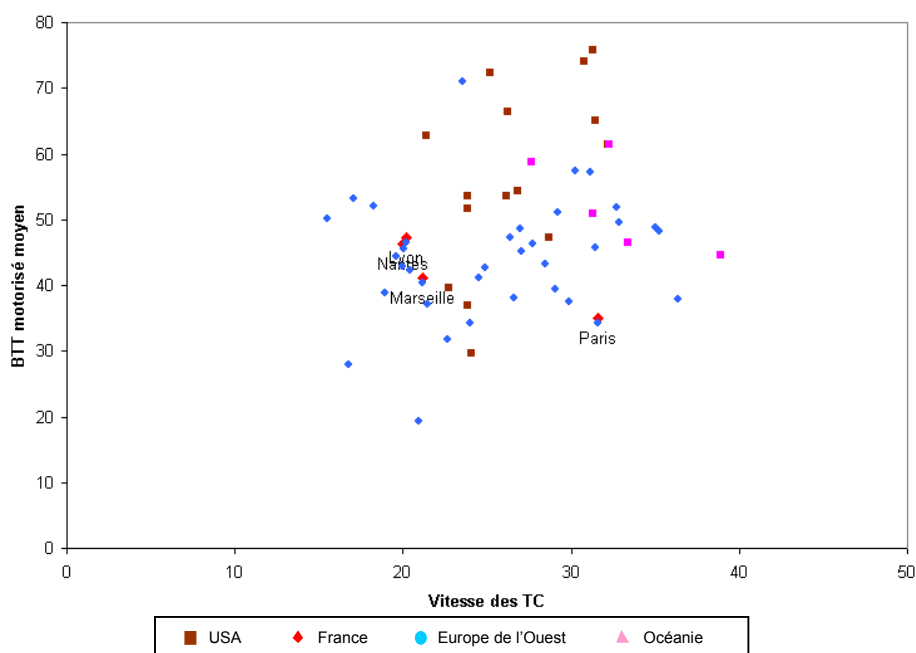


Les vitesses des transports en commun n'affectent pas les budgets temps de transport (*graphique 34*). Les vitesses ne permettent pas de distinguer des

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 collectifs offerts.

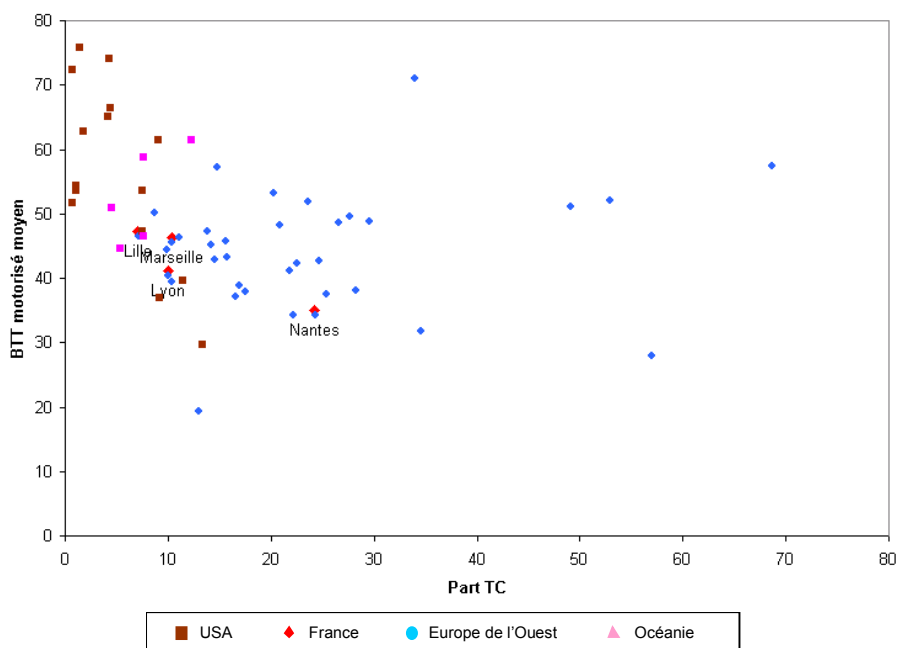
Graphique 34 - BTT motorisé par personne (en min.) et vitesse moyenne des transports en commun en Europe, Amérique du Nord, Océanie.



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).

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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



3.3. Les polluants et consommations énergétiques

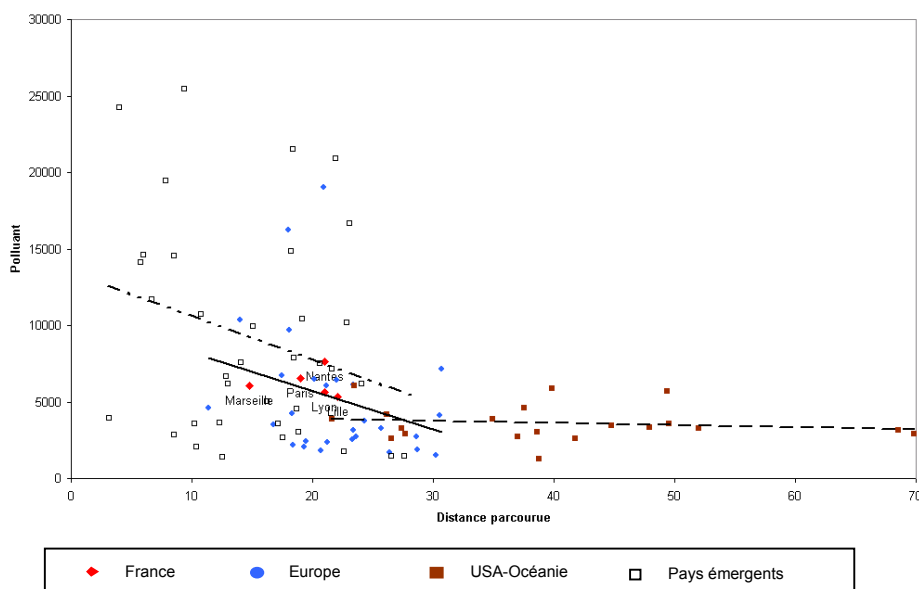
Une partie des externalités négatives des systèmes d'offre de transports est composée des consommations énergétiques et des émissions de polluants. Afin d'éclairer ces notions centrales dans les problématiques de découplage et de développement durable, les caractéristiques liées à la consommation énergétique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

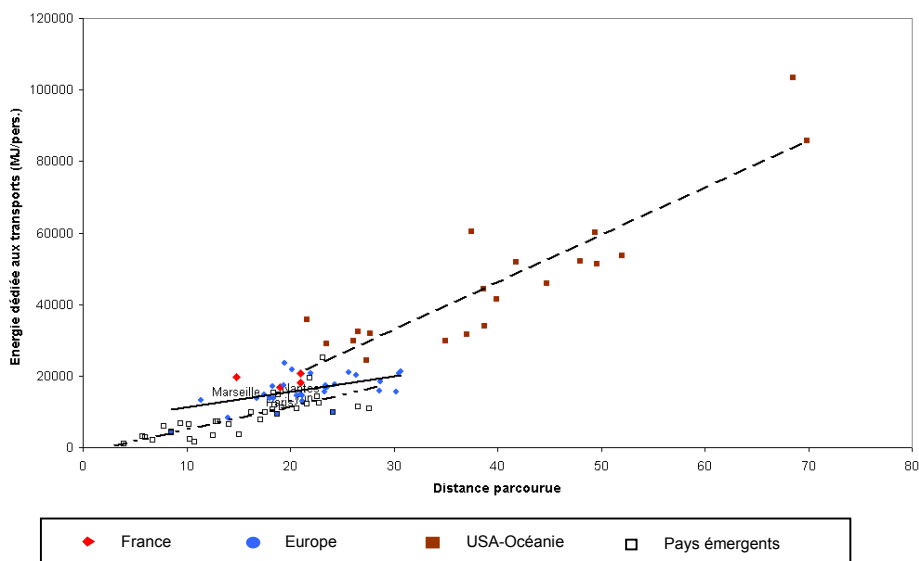
L'Europe, quant à elle, semble contenir ses consommations, alors que les pays d'Amérique du Nord ou d'Océanie voient leur consommation exploser avec la distance. Ainsi leur organisation des transports, plus orientée sur l'automobile

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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.

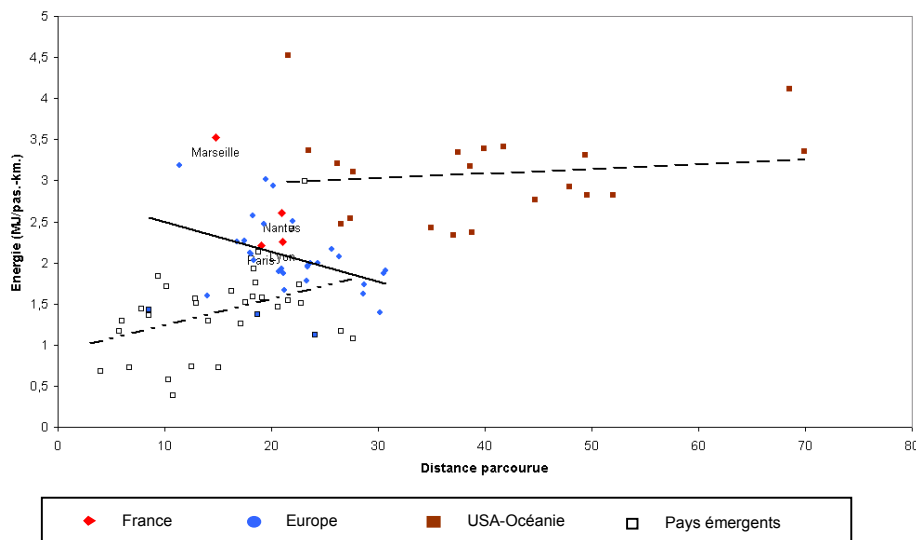
après exclusion de la ville :Manille (75,2 km ; 13000 MJ/pers.)



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

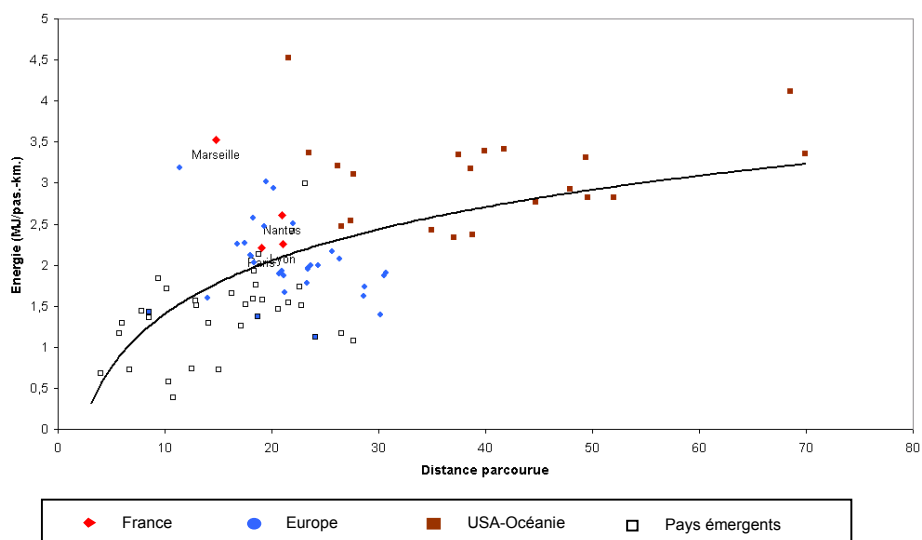


Alors qu'au niveau international (*graphique 39*), la consommation énergétique marginale semble décroissante (la forme concave de la courbe d'ajustement obtient de meilleurs résultats statistiques), le groupe européen affiche des consommations stables, voire décroissantes suivant l'indicateur énergétique,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

- Etude des budgets temps de transport dans la base UITP -

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

- Remise en cause de l'hypothèse de constance des budgets temps de transport -

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'infirmer 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

- Remise en cause de l'hypothèse de constance des budgets temps de transport -

« 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

- Conclusion -

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

Annexe 1 : C o m p o s i t i o n d e l a b a s e U I T P

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	

- Annexe 1 -

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	%

- Annexe 1 -

* 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	

- Annexe 1 -

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 SO ₂ per capita	kg/person
* Emissions of VHC per capita	kg/person
* Emissions of NO _x 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 croissants	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 : 196-1990*, Transportation Research Record, 1466, pp. 99-109.

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

SCHAFFER 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 discussion 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 Engineering 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.

- Bibliographie -

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.