

Yves Crozet
Iragaël Joly

recherche

PUCA

La “Loi de Zahavi”

quelle pertinence pour comprendre
la construction et la dilatation
des espaces-temps de la ville ?

Yves Crozet
Iragaël Joly

La « Loi de Zahavi »

Quelle pertinence pour comprendre
la construction et la dilatation
des espaces-temps de la ville

plan urbanisme construction architecture

Cette recherche a été financée par le Plan Urbanisme Construction
Architecture
Contrat n° F0177
Réalisation : Yves Crozet et Iragaël Joly
du Laboratoire d'Économie des Transports,
Unité Mixte de Recherche du CNRS n° 5593
ENTPE – Université Lumière Lyon II

Directrice de la publication : Michèle Tilmont,
Secrétaire permanente du PUCA
Directeur de la rédaction : Michel Bonnet
Coordination : Josette Marie-Jean-Robert
Ministère de l'Emploi, de la Cohésion sociale et du Logement
Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer
Plan Urbanisme Construction Architecture
Grande Arche de la Défense – Paroi Sud
92055 La Défense Cedex
Tél. : 01 40 81 24 30 – Fax : 01 40 81 63 78
Site PUCA : www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca

Collection "Recherches" du PUCA n° 163
en vente au Certu
9, rue Juliette Récamier 69956 Lyon Cedex 06
Tél : 04 72 74 59 59
Fax : 04 72 74 57 80
www.certu.fr

Sommaire

INTRODUCTION	5
--------------------	---

PREMIÈRE PARTIE :

La conjecture de Zahavi : des BTT conçus comme une variable
aux BTT conçus comme une constante dans une logique
de substituabilité entre les temps et les espaces de la ville

LA CONJECTURE DE ZAHAVI : COMPRENDRE LES BTT	7
--	---

- Le BTT, une variable clé de l'économie des transports 8
- Hypothèse et base de données de Zahavi 14
- Nouveaux développements : la constance des BTT confirmée ? 18

BTT ET VITESSE : UN COUPLE QUI FAIT ET DÉFAIT LA VILLE	24
--	----

- Le BTT : une variable clé pour comprendre la morphologie
et l'armature urbaines 24
- Comment l'accroissement des vitesses défait la ville 27
- Les politiques de mobilité urbaine entre deux âges 32

DEUXIÈME PARTIE :

Les politiques de mobilité interpellées par l'hypothèse
de complémentarité entre la dilatation des espaces
et la dilatation des temps de la ville

VILLES DENSES ET VILLES EXTENSIVES : VERS UNE REMISE EN CAUSE PARTIELLE DE LA CONJECTURE DE ZAHAVI ?	38
---	----

- La base UITP – « The Millenium Cities Database » : une chance
pour tester la conjecture de Zahavi 38
- Une dispersion des BTT qui fait émerger deux types de villes 48
- Les effets inattendus de la hausse des vitesses : dilatation des espaces
et dilatation des temps de la ville en Amérique du Nord 56

QUELLES RÉPONSES DES POLITIQUES DE MOBILITÉ URBAINE À UNE HAUSSE POTENTIELLE DES BTT ?	62
---	----

- Politiques européennes de mobilité urbaine et réduction
des vitesses : une autre façon de gérer la rareté du temps ? 63
- La politique de réduction des vitesses en centre-ville :
une logique de « Disneyland » ? 67

- Le modèle européen de ville et les politiques de mobilité :
comment dépasser les interprétations mécanistes
de la conjecture de Zahavi ? 70
- ANNEXE 1 : COMPOSITION DE LA BASE UITP 75**
- ANNEXE 2 : TESTS DE NORMALITÉ
DE LA DISTRIBUTION DES BTT 83**
- BIBLIOGRAPHIE 85**

Introduction

Le thème « Mobilités et territoires urbains » de la consultation de recherche du PUCA, et plus particulièrement l'axe « mobilité et gouvernement des villes » a particulièrement intéressé le Laboratoire d'Économie des Transports. Il nous est apparu comme un bon moment pour faire le point des connaissances sur ce que d'aucuns appellent la « loi de Zahavi ». Cette dernière s'intéresse, à la suite des travaux de Y. Zahavi (1979) au budget temps transport (BTT), soit le temps total passé par une personne dans ses déplacements au cours d'une journée. Comme l'a montré cet économiste de la Banque mondiale, le BTT a pu apparaître comme relativement constant à la lumière des enquêtes menées en milieu urbain au cours des trente dernières années. Cette surprenante constante, qui concerne les déplacements tous modes confondus à un niveau agrégé, est semble-t-il valide dans le temps, d'une période à l'autre pour la même agglomération ; et dans l'espace, soit d'une agglomération à l'autre.

Notre premier travail a donc consisté à interroger cette constante, et plus fondamentalement la notion même de « loi ». À cette dernière, nous substituerons le terme de « conjecture » car ce qui est en jeu n'est pas seulement l'établissement d'un constat mais le développement d'une analyse. Si nous faisons, fut ce temporairement, l'hypothèse d'une constance des BTT, quelles en sont les implications ? Il ne faut pas perdre de vue en effet que le phénomène agrégé du BTT constant recouvre des phénomènes divers qui révèlent tous les enjeux de l'évolution des caractéristiques de la mobilité. La longueur des déplacements a eu par exemple tendance à augmenter alors que des infrastructures de transport plus rapides étaient mises en service et que l'usage des modes motorisés s'est accru au détriment des modes plus lents (deux-roues et marche à pied). Dans cette perspective, tout se passe comme si l'ensemble des évolutions des autres variables n'était qu'un ajustement conduisant à respecter la conjecture de Zahavi. Nous serions en présence d'un phénomène qui pourrait caractériser les choix des acteurs alors même que ces derniers n'auraient pas forcément conscience de cette contrainte. Ainsi résumée,

la « conjecture de Zahavi » apparaît comme une hypothèse hardie mais séduisante dans la mesure où elle procède, comme souvent en matière scientifique, à un réductionnisme méthodologique à vocation heuristique. La prudence reste toutefois de mise puisque dans ce type de démarche le risque est grand d'être trop réducteur, voire simpliste. Et surtout, nous devons à tout prix nous garder de voir dans cette hypothèse une loi de la nature issue d'on ne sait trop quel déterminisme chrono-biologique.

- Pour échapper au risque de confusion entre une hypothèse de travail et une loi, nous commencerons dans ce document de synthèse par décrire et vérifier la conjecture de Zahavi en la rapprochant de quelques évolutions récentes de la mobilité (première partie). Nous expliquerons comment l'hypothèse de constance rompt avec le sens commun, selon lequel tout gain de vitesse réduit les BTT. Cela nous permettra de comprendre pourquoi, après avoir fait la ville, les BTT et la vitesse sont peut-être en train de la défaire.
- Poussant plus loin nos investigations, nous chercherons ensuite à réfuter, « vers le haut », la conjecture de Zahavi. Car on peut conserver l'idée d'un effet de cliquet à la baisse des BTT, tout en acceptant l'éventualité d'un accroissement. En comparant notamment les villes d'Amérique du Nord et d'Europe, nous découvrirons les conséquences pour la ville, et plus encore pour les politiques urbaines, d'un accroissement tendanciel des budgets temps de transport (deuxième partie).

La conjecture de Zahavi : des BTT conçus comme une variable aux BTT conçus comme une constante dans une logique de substituabilité entre les temps et les espaces de la ville

Le constat de l'étalement urbain est aujourd'hui bien connu. Il suscite une inquiétude assez générale, en référence aux questions environnementales que soulève la mobilité quotidienne. De façon moins évidente, mais sans doute plus fondamentale, il remet en cause une certaine conception du fonctionnement urbain, y compris dans sa dimension fiscale.

- Dans le premier cas, l'étalement urbain est vu comme la cause de multiples coûts externes liés à la moindre densité de l'habitat et à l'accroissement des distances moyennes de déplacement, parcourues essentiellement en automobile.
- Dans le second, la dédensification de la ville, sa moindre compacité ne serait-elle pas à l'origine d'une moindre urbanité, et finalement d'un relâchement, voire d'une rupture du lien social propre aux villes ?

En s'inscrivant dans cette perspective inquiète sur ce que seront nos villes et leur gouvernance dans les prochaines années, nous essaierons dans les pages qui suivent de comprendre en quoi les BTT font ou défont la ville (p. 24). Mais auparavant, notre travail doit « donner du temps au temps », afin de comprendre pourquoi les BTT ont un rôle aussi important dans nos programmes d'activités et dans la mobilité qu'ils impliquent (p. 7).

La conjecture de Zahavi : comprendre les BTT

Pour les économistes, comme pour le sens commun, le transport est considéré comme une consommation intermédiaire. La demande de transport émanant des personnes est traitée comme une demande dérivée. En d'autres termes, le transport constituerait pour les voyageurs une condition nécessaire, mais non suffisante, à la réalisation de leurs différentes activités. Dans cette perspective, l'analyse micro-économique suppose que les individus, mus par une logique d'opti-

misation, vont chercher à réduire le coût du transport, notamment par le biais d'un accroissement des vitesses. Cette recherche de vitesse augmenterait avec l'augmentation de la valeur du temps, fortement liée à la hausse des revenus (p. 8). Logiquement, il devrait découler de tout cela une réduction des BTT. Or, ce n'est pas ce que constate Zahavi. Pour lui, on peut au contraire montrer, avec les mêmes fondements microéconomiques que ci-dessus, qu'une autre forme d'optimisation est à l'œuvre. Chaque gain de vitesse, au lieu de conduire à un accroissement du budget temps hors transport, se traduirait par un réinvestissement, dans le transport, du temps gagné (p. 14). Établi il y a presque un quart de siècle, le constat de Zahavi est confirmé par des travaux plus récents (p. 18).

Le BTT, une variable clé de l'économie des transports

Dans un article célèbre publié en 1965, G. Becker a proposé une analyse générale de la question de l'allocation de cette ressource rare qu'est le temps en la reliant directement aux composantes monétaires du choix des consommateurs. En s'intégrant dans la nouvelle théorie du consommateur, Becker suggère que l'utilité d'un individu ne provient pas seulement de la quantité des biens et services consommés mais des commodités (*commodities*) auxquelles ils correspondent (repas, garde des enfants, soins personnels, partie de golf, soirée au cinéma, etc.). Le consommateur n'est pas donc pas un être passif, il est en réalité le producteur des commodités qu'il consomme. Or la production de ces commodités nécessite des biens et services, **mais aussi du temps**. Ces deux *inputs* sont à relier à deux dotations dont disposent les individus, une dotation en monnaie et une dotation en temps. Une relation étroite existe entre ces deux dotations puisqu'il est possible d'accroître la dotation monétaire par une modification de l'usage que nous faisons de notre dotation globale en temps.

Un tel raisonnement nous conduit à un problème classique d'optimisation. L'individu doit maximiser son utilité (U) en combinant des inputs X (biens et services) et T (temps) qui lui sont nécessaires pour produire les commodités (Z). Les commodités étant au nombre de 1 à n et indexées i .

L'utilité totale dépend donc des diverses commodités.

$$U = U(Z_1, \dots, Z_n)$$

Pour chaque commodité i , il faut prendre en compte la combinaison de biens et de temps :

$$Z_i = f_i(x_i, t_i)$$

Compte tenu de la contrainte de budget (P désigne les prix, T_w le temps de travail, W le salaire, V le revenu hors travail),

$$\sum P_i X_i = W(T_w^\wedge) + V$$

et de la contrainte temporelle (T , le temps total disponible),

$$\sum T_i = T$$

la maximisation du bien-être conduira à une allocation optimale des ressources aux activités qui égalisera l'utilité marginale de chacune des activités avec son prix fictif (Π_i) pondéré par l'utilité marginale du revenu (λ) soit

$$\delta U / \delta Z_i = \lambda \Pi_i$$

Au total, la combinaison optimale d'inputs pour chaque activité satisfait la condition de premier ordre (τ étant le prix d'ombre du temps) :

$$(\delta Z_i / \delta T_i) / (\delta Z_i / \delta X_i) = \tau / P_i$$

ce qui signifie que l'affectation relative de temps et de biens à une activité est telle qu'il existe un équilibre entre le rapport des utilités marginales partielles et le rapport des prix.

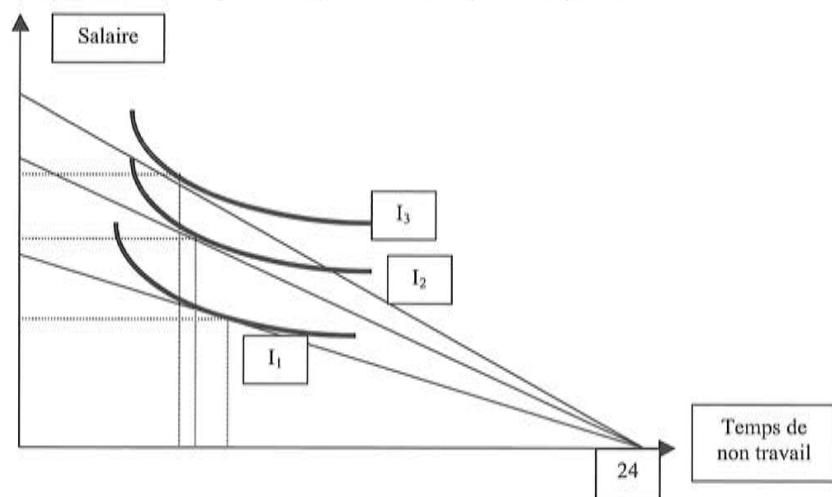
Les choix dépendent donc du prix relatif des biens et des services mais aussi et surtout du taux de salaire, c'est-à-dire de l'incitation relative à échanger du temps contre du revenu. L'une des principales conclusions des travaux de Becker est de montrer que l'accroissement du taux de salaire, ou des opportunités d'emploi, modifie sensiblement les programmes d'activités.

Indépendamment de cette formalisation mathématique, l'arbitrage entre les temps trouve une illustration par le *graphique n° 1*.

Si le temps de non-travail salarié est de 24 heures par jour, le salaire est nul. Dès que le temps de travail salarié augmente, le salaire fait de même. Lorsque le taux de salaire est faible, il est représenté ici par la pente de la droite de budget, le temps de travail est faible. Compte tenu de l'arbitrage implicite entre le temps de travail et ce qu'il rapporte, l'optimisation conduit à se positionner au point de tangence entre la courbe d'indifférence I_j et la droite de budget la plus basse. Mais si le salaire augmente, alors l'incitation au travail salarié se déplace, avec la droite de budget, vers des courbes d'indifférence plus hautes et apportant à la personne une utilité plus forte.

C'est avec ce raisonnement, que Becker a expliqué pourquoi, lorsque les opportunités d'emploi et de salaires accrus à l'extérieur se développent, les femmes substituent du temps de travail au temps domestique, lequel sera remplacé par l'achat de biens (machine à laver, plats cuisinés) ou de services (garde d'enfant, femme de ménage) qui rendront plus aisée cette substitution. La réduction du nombre d'enfants est bien sûr un autre moyen de diminuer le temps domestique. Comme pour illustrer la puissance du raisonnement de Becker, dans tous les pays connaissant un certain niveau de développement et de croissance économique, ce phénomène de substitution est apparu. Emploi féminin,

Graphique n° 1 : L'arbitrage entre temps de travail et temps domestique en fonction du taux de salaire

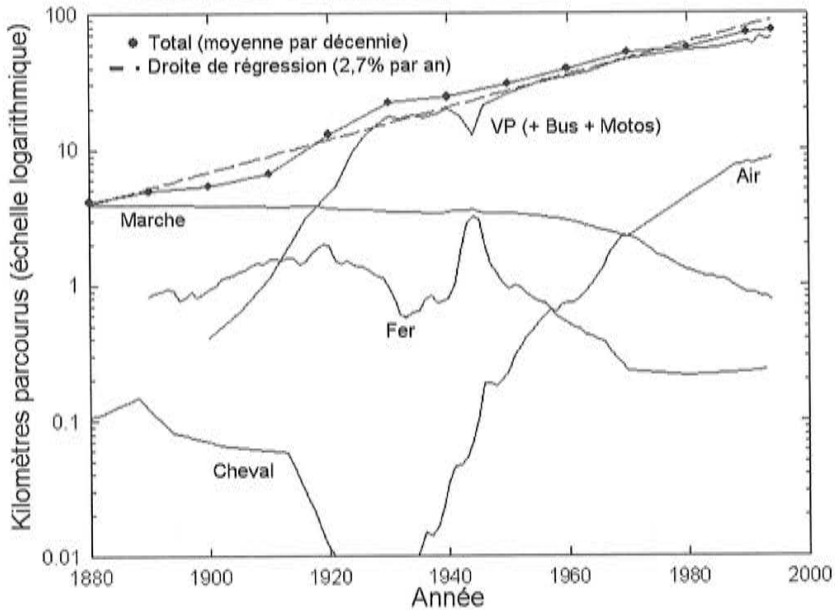


réduction de la fécondité, mais aussi accroissement de la proportion de célibataires et de divorce seraient ainsi des conséquences parmi d'autres des implications de la hausse des taux de salaire sur l'allocation du temps.

Le champ des transports est également concerné par la substituabilité entre les diverses façons de gérer son temps. Dans la mesure où le transport est essentiellement une consommation intermédiaire, une demande dérivée liée à la production d'une « commodité » particulière (le travail, les loisirs, etc.), il va être tentant de réduire le temps consacré à cette consommation intermédiaire. De même que l'on peut substituer des biens ou des services à du temps domestique, afin de libérer celui-ci pour le travail ; de même il sera avantageux de substituer un mode de transport rapide à un mode lent. Le gain de temps qui en résultera pourra être réinvesti en loisir, et/ou en travail, notamment si ce dernier donne accès à un revenu supérieur dont une des destinations possibles sera de payer la vitesse accrue des déplacements¹. Les travaux fondateurs de Abraham (1961) et Beesley (1965) ont ainsi montré qu'il existait bien une valeur du temps dans le domaine des transports. Compte tenu de leurs revenus, de leurs préférences, des opportunités d'activités et de transport qui s'offrent à eux, etc., les individus sont prêts à payer une certaine somme pour accéder à un mode plus rapide. La figure ci-dessous en est la manifestation dans une perspective de long terme. Avec l'ac-

¹ On écartera ici l'hypothèse d'Ivan Illich (1975) selon lequel les gains de temps imputables à la vitesse seraient totalement absorbés par le temps de travail supplémentaire destiné à acheter cette vitesse. La baisse du coût unitaire des déplacements par rapport au salaire moyen est un acquis de la croissance économique qui n'est pas un jeu à somme nulle.

Graphique n° 2 : Évolution des distances quotidiennes parcourues par personne selon le mode de transport depuis 1880 aux États-Unis

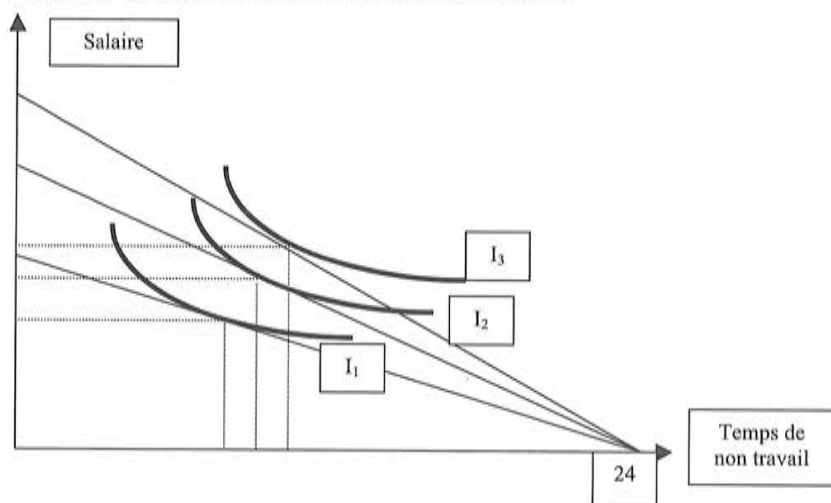


Source : Ausubel et al., (1998).

croissement du revenu, les modes de transport lents cèdent la place devant les modes rapides, lesquels accroissent sensiblement les opportunités de diversification de nos programmes d'activités, base de l'accroissement recherché de l'utilité.

On notera en observant les principales tendances, relevées ici aux États-Unis, qu'avec la croissance économique et la hausse des revenus réels, nous ne sommes pas seulement en présence d'un effet de substitution. Les modes lents (marche à pied, cheval, etc.) sont remplacés par les modes rapides, mais cela se traduit aussi par un accroissement des distances moyennes parcourues par an (+2,7 % en tendance). Il existe donc un effet revenu qui se traduit par l'augmentation globale de la demande de transport, phénomène directement lié à la substitution des modes rapides aux modes lents. Nous sommes ici en présence du même paradoxe que celui qui s'est manifesté, sur la base des travaux de Becker, avec le temps de loisir. Lorsque les taux de salaire et les opportunités d'emploi augmentent, le temps de loisir doit logiquement être converti en temps de travail, qui représente l'accès à des opportunités nouvelles pour nos programmes d'activités. En réalité, cela ne vaut que si le temps de loisir est en quelque sorte un temps mort, ce que les économistes appellent un bien inférieur, dont la consommation a tendance à décroître quand le revenu augmente.

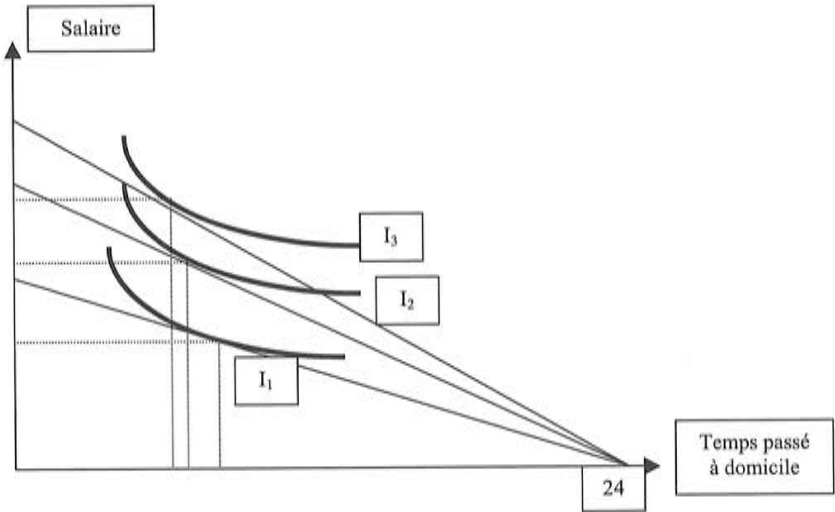
Graphique n° 3 : Arbitrage entre le salaire et le loisir, bien supérieur



Si, comme dans le *graphique n° 3*, le temps de loisir est au contraire un temps fort et correspond à un bien normal (la consommation croît comme le revenu) ou même à un bien supérieur (la consommation progresse plus vite que le revenu), alors nous pouvons avoir à la fois hausse des salaires et accroissement du temps de non-travail salarié. La différence entre bien inférieur et bien supérieur est représentée par l'orientation générale des courbes d'indifférence. Pour un bien inférieur, elles s'échelonnent vers le nord-ouest du graphique (voir *graphique n° 1*). Quand il s'agit d'un bien supérieur, elles s'orientent au contraire vers le nord-est. Il est donc clair que lorsque le taux de salaire croît, les programmes d'activités se réorganisent de façon complexe. Certaines activités jugées inférieures vont décroître en part relative des budgets temps, mais d'autres vont progresser. Le temps passé à domicile devant la télévision va augmenter par exemple alors que le temps passé à faire la lessive va diminuer.

Le même raisonnement s'applique au champ des transports. Avec la hausse des salaires, certains types de déplacement vont être réduits car ils correspondent à une forme inférieure du service de transport. Mais d'autres vont au contraire se développer rapidement, notamment les modes rapides. Notamment par ce qu'ils autorisent l'accès à des possibilités plus alléchantes d'emploi dans une aire urbaine plus vaste. Plus augmentent les opportunités d'accroître son salaire en réduisant le temps passé à domicile et plus celui-ci devient une variable d'ajustement. Dans cette perspective, le temps passé à domicile devient un bien inférieur et le temps passé à l'extérieur est au contraire un bien supérieur, ce qui nous donne une représentation proche de celle du *graphique n° 1*.

Graphique n° 4 : Le temps passé à domicile comme bien inférieur



Une telle présentation pourrait apparaître comme purement théorique et virtuelle. Ce n'est pas faux, mais ce détour analytique est fécond. Il aide à comprendre comment le sens commun, en abordant le temps comme une variable que chacun s'efforce de réduire, considère implicitement les activités effectuées à domicile comme des biens supérieurs : avec la hausse des vitesses et des revenus, le temps total de transport devrait décliner. Une hypothèse sensiblement différente s'impose au contraire. **Si le temps passé à domicile est un bien inférieur, le temps passé à l'extérieur va croître, et avec lui, mécaniquement, le temps de transport dans la mesure où ce type d'activité suppose la mobilité.** Évidemment, cette mobilité peut se faire avec des modes autogènes (marche à pied, deux roues, etc.) caractérisés par une vitesse modeste. Les choses se compliquent lorsque des modes rapides sont utilisés. Du point de vue de l'environnement, de l'occupation de l'espace et de la morphologie urbaine, la généralisation de l'automobile va provoquer de profonds bouleversements. Nous étudierons plus précisément ces effets dans la seconde sous-partie de cette première partie.

Avant cela, il est nécessaire d'approfondir la remise en cause de l'idée selon laquelle le BTT est une variable que chacun s'efforce de réduire. Pour cela, faisons, avec Zahavi, l'hypothèse selon laquelle le BTT est une constante.

L'hypothèse de Zahavi

À la fin des années 1970, 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.

Hypothèse et base de données de Zahavi

Les prémisses

Les budgets temps des différentes activités sont analysés dans de nombreux champs disciplinaires tels que la sociologie, la psychologie, la géographie ou l'économie. En 1972, Szalai étudie, à partir de données internationales relatives à la période 1965-1966, les durées allouées aux différentes activités. Les activités telles que le sommeil et le transport apparaissent alors comme relativement stables, par rapport aux autres activités. Dès cette étude, le schéma d'une expansion des distances parcourues générée par la croissance des vitesses est émis.

En 1976, l'étude KONTIV² est menée en Allemagne. Elle s'étend sur toute l'année et permet de reconstituer les durées d'activité sur les 366 jours de l'année. Ainsi, les temps à domicile et les temps alloués aux transports apparaissent comme les plus stables sur les 366 jours. Les BTT dépassent alors l'heure quotidienne.

La construction de l'hypothèse de Zahavi

À la suite de nombreuses études des BTT, Yacov Zahavi, chercheur de la Banque Mondiale, articule un modèle de prévision de la mobilité des personnes en zone

2 « Kontinuierlichen Befragung zum Verkehrsverhalten » ; enquête continue du comportement de mobilité.

urbaine autour des deux contraintes budgétaires auxquelles fait face une personne mobile : la contrainte budgétaire et la contrainte temporelle. Au terme de ses études des budgets de transport, la constance du BTT semble robuste. Zahavi introduit alors l'aspect temporel de la dépense de transport, aux côtés de la dépense monétaire dans la représentation microéconomique du comportement individuel de mobilité. Ainsi, les deux hypothèses suivantes sont formulées :

- La stabilité du BTT quotidien individuel aux alentours d'une heure.
- La stabilité du budget monétaire de transport (BMT) à 3 % du revenu disponible des ménages non motorisés et 15 % du revenu disponible des ménages motorisés.

L'individu représentatif choisit alors les distances qu'il parcourt afin de respecter ces deux contraintes de stabilité. Il égalise donc ses dépenses à ces définitions des budgets de transport. Les distances parcourues sont donc simplement déterminées en fonction du prix et de la durée des kilomètres parcourus. Le lien entre la distance, le temps et la vitesse de déplacement est formalisé. Le réinvestissement des gains de temps est alors total et n'est pas soumis à un problème amont d'allocation des temps.

Malgré ses aspects très simplificateurs, le modèle de Zahavi est l'un des premiers à introduire la contrainte temporelle dans la représentation du comportement de mobilité. La prise en compte du BTT est rendue possible grâce au travail amont de consolidation de l'hypothèse de constance des BTT.

À l'aide de différentes études, Zahavi reconstitue un jeu de données qui relève les BTT observés et prédits de différentes villes et pays du monde. L'un des résultats synthétisant le mieux l'ensemble de l'analyse est présenté dans le *graphique n° 5*.

L'étude des BTT de cette grande diversité d'agglomérations amène Zahavi à constituer l'idée d'une convergence du BTT avec les conditions de vitesse des déplacements. Ici, ce premier graphique illustre l'existence d'un niveau de motorisation critique de la population à partir duquel les durées quotidiennes par véhicule se concentrent. C'est à la suite de multiples formalisations et tests de cette convergence que Zahavi montre en fait une relation directe et très rapidement convergente du BTT avec la vitesse de déplacement.

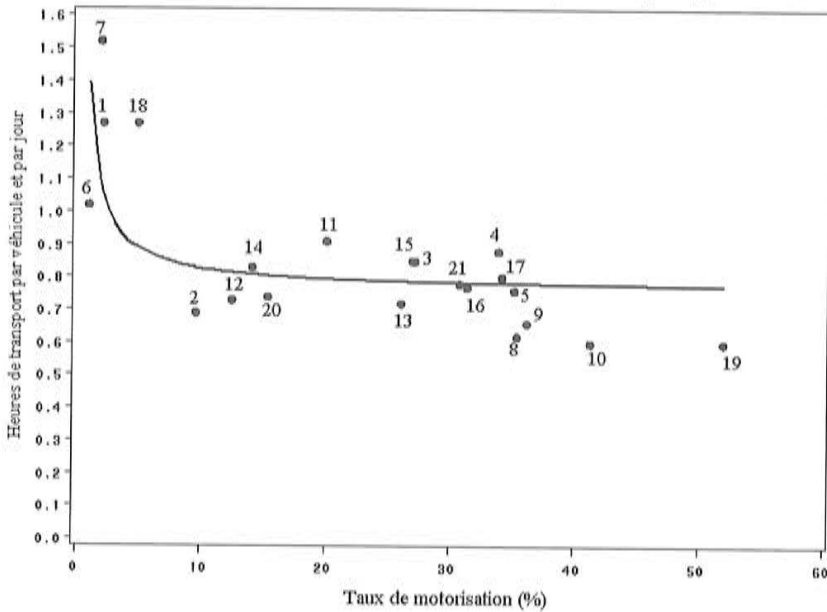
Ainsi, il décrit la relation entre la vitesse de déplacement et le BTT moyen par la fonction suivante :

$$T = b + \frac{a}{vitesse}$$

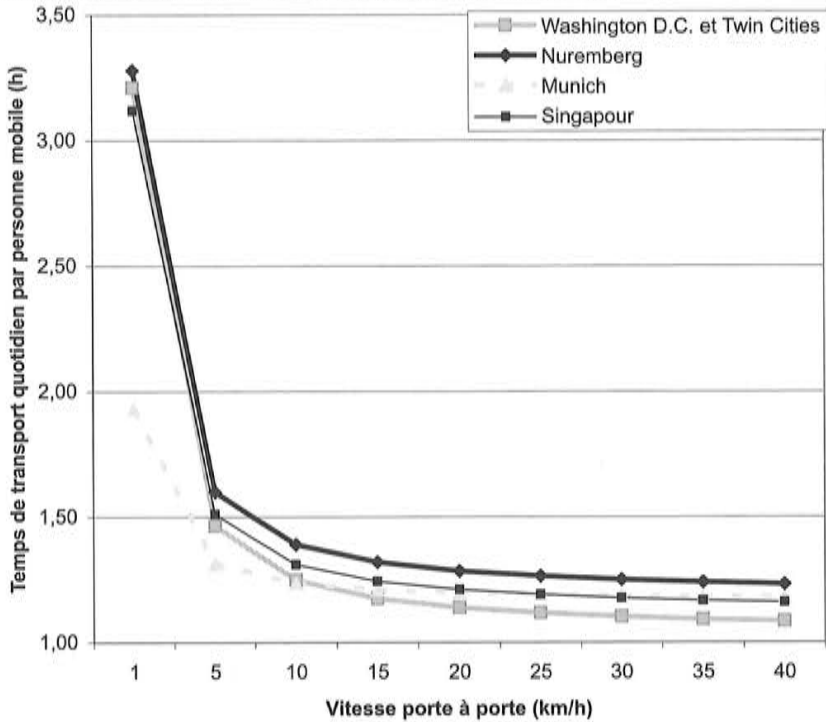
N°	Ville	Année	N°	Ville	Année
1	Athènes	1962	12	Kingston Upon Hull	1967
2	Athènes	1980	13	Kingston Upon Hull	1981
3	Baltimore	1962	14	Londres	1962
4	Baltimore	1980	15	Londres	1981
5	Bâton Rouge	1965	16	Meridian	1967
6	Bombay	1962	17	Pulaski	1964
7	Bombay	1981	18	Tel-Aviv	1965
8	Brisbane	1981	19	Tucson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

Source : Zahavi, (1973).

Graphique n° 5 : Heures quotidiennes de transport par véhicule particulier et taux de motorisation (en nombre de véhicules pour 100 personnes) par agglomération



Graphique n° 6 : Temps de transport par personne mobile et vitesse porte à porte



Source : Zahavi, (1979).

Où T est le temps de transport par personne mobile, a et b sont des coefficients à déterminer. b peut être interprété comme le temps minimum qu'un individu allouera au transport. Le niveau de b est le niveau de convergence du BTT. Il est en conséquence juste inférieur à une heure de transport.

Pour l'ensemble des estimations qui ont été réalisées sur différents échantillons (*graphique n° 6*), Zahavi obtient une convergence très rapide du BTT moyen vers une heure. En fait, dès que la vitesse moyenne excède la vitesse de la marche à pied, le BTT apparaît comme convergeant au niveau d'un peu plus d'une heure de déplacement quotidien.

Dès que les 10 km/h sont atteints, les BTT se regroupent dans un intervalle relativement étroit. Les courbes admettent comme asymptotes les valeurs de b , qui sont pour ces villes relativement proches ($b \in [1,03;1,18]$, b s'interprète en heure de transport). Le coefficient a indique la vitesse de convergence du BTT. Plus a est faible, plus le BTT diminue rapidement avec la vitesse ($a \in [2,01;2,18]$, sauf Munich : $a = 0,77$).

Ainsi, la représentation du lien entre le BTT et la vitesse de déplacement par une forme convergente établit un fondement supplémentaire à l'hypothèse de stabilité des BTT. Le BTT est donc un indicateur relativement stable, qui peut être utilisé dans des outils de modélisation de la mobilité.

De plus, la diversité de villes étudiées par Zahavi apporte les dimensions spatiales et temporelles à l'hypothèse de constance. En effet, la diversité des régions, des systèmes de transports, des cultures, associée à l'étendue des dates d'observations des BTT permet de généraliser la stabilité des BTT tant entre les différentes agglomérations qu'entre les dates d'observation.

Mais si la généralisation de l'hypothèse de Zahavi paraît raisonnable aux alentours des années 1970, son adaptation à la situation présente peut être remise en question. En effet, les transformations des systèmes de transport urbain, les innovations technologiques en matière de mode de transport et de mode de communication ont modifié les conditions de réalisation de la mobilité. Et de façon plus générale, l'évolution de la société au cours des vingt dernières années peut être un facteur de remise en cause de la stabilité des BTT.

Nouveaux développements : la constance des BTT confirmée ?

Par la suite, les BTT ont été explorés par plusieurs études. Certains travaux abondent dans le sens de la stabilité (Zahavi et Ryan, 1980 ; Zahavi et Talvitie, 1980 ; Hupkes, 1982 ; Bieber et *al.*, 1994 ; Vilhemson, 1999 ; Schafer et Victor, 2000), tandis que d'autres ont recherché les effets de différentes variables sur les BTT (Purvis, 1994 ; Levinson et Kumar, 1995 ; Kumar et Levinson, 1995 ; Godard, 1978 ; Van der Hoorn, 1979 ; Landrock, 1981 ; Gordon et *al.*, 1991 ; Kitamura et *al.*, 1992 ; Katiyar et Ohta, 1993).

Par exemple, dans les études citées précédemment, les attributs de l'individu ou du ménage tels que l'âge, le niveau d'équipement automobile, le statut professionnel, le genre, le statut croisé avec le genre, la taille du ménage, le niveau de revenu, sont des variables influentes. De même, certaines des caractéristiques des activités générant les déplacements, comme la durée, le type ou la fréquence d'une activité affectent le temps alloué aux transports. Les attributs des zones géographiques peuvent intervenir, comme notamment, la taille, la densité de la ville, son caractère urbain ou périurbain. Ou encore les variables relatives aux systèmes de transport de la ville et à la mobilité réalisée : distance parcourue, part modale.

Mais malgré la vraisemblance des relations révélées par ces analyses, l'hypothèse de Zahavi conserve un pouvoir explicatif important. D'une part, en raison de la simplicité avec laquelle elle permet de styliser les mécanismes de l'économie de la mobilité individuelle. Le réinvestissement des gains de temps en transport est un mécanisme simple, quantifiable et surtout qui

semble observé. D'autre part, les analyses menées à des niveaux d'observation plus fins ne peuvent remettre en cause la stabilité du BTT au niveau mondial. L'hypothèse de Zahavi masque automatiquement une partie des mécanismes internes. Même s'ils sont affectés par certaines variables, les BTT sont semblables à ceux qui composent l'intervalle des BTT de Zahavi. Les relations mises en évidence constituent en quelque sorte une décomposition de l'intervalle des BTT de Zahavi. Mais, ce dernier regroupe toujours l'ensemble des BTT et reste donc pertinent pour représenter les BTT mondiaux.

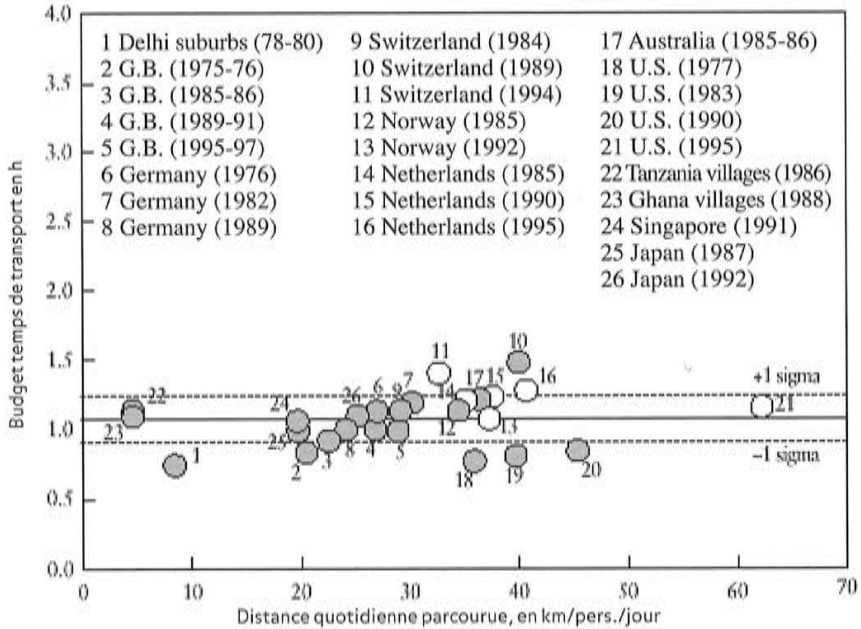
Pour illustrer cela, nous pouvons rappeler les résultats produits par Quetelard (1998) à partir des enquêtes-ménages françaises. Dans ces travaux, de nombreuses variables affectent le budget temps de transport. Par exemple, la motorisation, la taille du ménage, le sexe, le niveau d'étude semblent influencer positivement le budget temps de déplacement. Cependant, les niveaux de BTT observés en France, dans différentes agglomérations à différentes dates sont similaires à ceux de Zahavi. Comme l'illustre le *graphique n° 7*, malgré les variabilités internes, l'intervalle des BTT français est inclus dans celui obtenu par Zahavi.

L'hypothèse de stabilité des BTT que Zahavi utilise dans son modèle semble être un outil robuste pour les années 1970-80, au niveau mondial. Mais les études qui ont suivi celles de Zahavi ont rapidement montré que la désagrégation du niveau d'observation des BTT réduit considérablement la solidité de ce résultat. Ainsi, en dehors du modèle de Zahavi, il paraît plus raisonnable de qualifier la stabilité des BTT et leur transférabilité à toute ville, de conjecture de Zahavi.

La première question est alors de définir en quoi cet intervalle permet de conclure à une stabilité des BTT au niveau mondial. Pourquoi peut-on considérer le BTT moyen comme représentatif au niveau mondial ? Nous proposons de retenir les attributs statistiques de la distribution des BTT de Zahavi. Le BTT moyen donné par Zahavi est d'environ 1 h. Suivant les unités d'observation qu'il utilise (BTT par véhicule ou BTT par personne mobile) son BTT moyen varie de 0,8 h à un peu plus de 1 h. Les écarts types sont en moyenne de 30 % du BTT moyen, soit 20 min. Enfin, l'étendue de l'intervalle des BTT de Zahavi est d'environ 50 min.

Peu de recherches parviennent à adopter le même niveau mondial d'observation que celui de Zahavi. Les difficultés dues aux incompatibilités des jeux de données réduisent, la plupart du temps, les enquêtes budgets temps à l'échelle d'un pays ou d'une région du monde. Mais grâce aux progrès réalisés dans la constitution des bases de données, quelques études internationales ont pu être menées. C'est le cas d'une étude récente de Schafer (2000) qui présente les BTT quotidiens d'une grande variété de villes et de pays, évalués

Graphique n° 8 : Budget-temps de transport, en heure par personne par jour et distance quotidienne moyenne parcourue par personne



Source : Schafer, (2000).

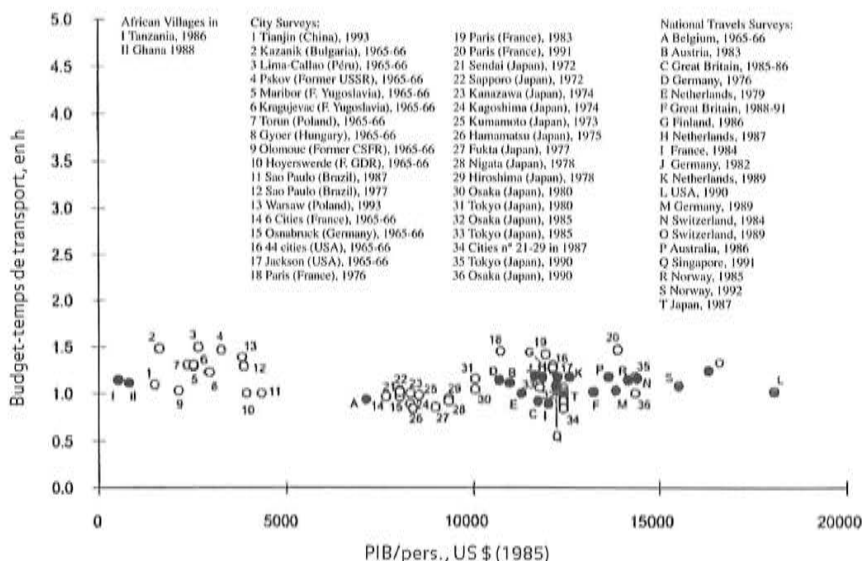
durant une période s'étendant de 1975 à 1997. Les graphiques n° 8 et n° 9 illustrent une actualisation de la conjecture de Zahavi. En effet, les intervalles des BTT qui sont représentés, sont proches de celui de Zahavi. La concentration des BTT quotidiens se fait autour d'une moyenne de 1,1 h³. L'étendue de l'intervalle est proche de 1 h. Et l'écart type est proche de 20 min.

Le premier, *graphique n° 8*, présente des données relatives à des moyennes nationales. Dans cette étude de 2000, Schafer présente les régularités de caractéristiques de la mobilité de plusieurs régions du monde. Parmi elles, le BTT semble stable entre régions du monde et entre les époques.

Le second, *graphique n° 9*, réalisé par Schafer et Victor (2000) recueille l'information sur une grande diversité de villes. Dans l'objectif de construire une projection de la mobilité mondiale, ils apportent une illustration supplémentaire de la stabilité des BTT. Ainsi, sous l'hypothèse de Zahavi, les auteurs peuvent utiliser le BTT moyen observé comme le budget temps « cible » des agglomérations. Les évolutions de la mobilité sont donc suppo-

³ Le niveau moyen de BTT varie d'étude en étude en fonction de l'unité d'observation du BTT. En effet, suivant les analyses, le BTT est calculé par véhicule, par personne mobile ou par personne.

Graphique n° 9 : Budget-temps de transport moyen par personne et PIB par personne



Source : Schafer et Victor, (2000)*.

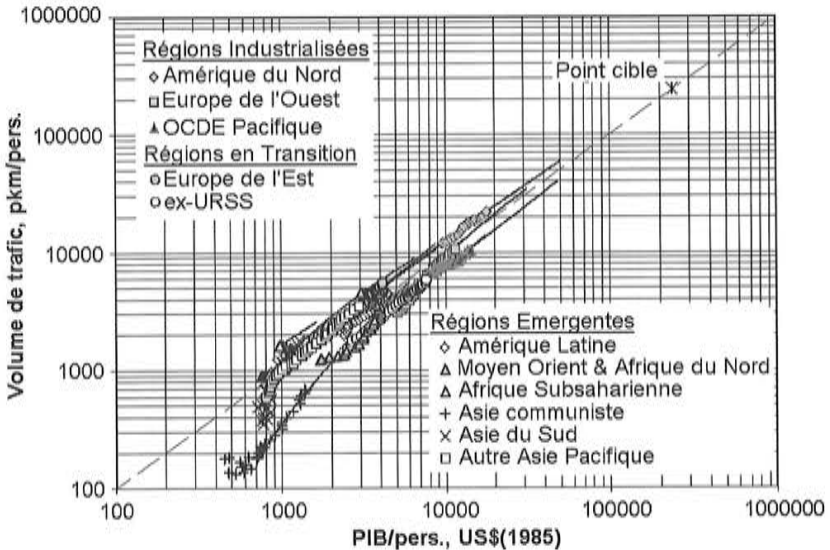
sées convergentes vers ce niveau de BTT. En couplant cette cible avec l'estimation de l'évolution des vitesses de déplacement, Schafer et Victor estiment le niveau de mobilité en 2050. Ce niveau estimé est présenté dans le *graphique n° 10*. Il montre très clairement l'explosion des distances parcourues.

La stabilité du BTT apparaît face aux distances parcourues et au PIB par personne. Au travers de ces relations graphiques, le lien entre les croissances de l'économie et des transports est apparent. Par exemple, les croissances économiques des villes japonaises d'Osaka et Tokyo sont perceptibles sur le *graphique n° 9*. Et parallèlement, sur le *graphique n° 8*, les distances moyennes parcourues au Japon sont, elles aussi, croissantes. La notion de couplage des deux croissances, ainsi que la constance du BTT sont illustrées par ces graphiques.

En définitive, les BTT ont été analysés selon plusieurs niveaux d'observation. L'hypothèse de constance émise par Zahavi en 1980, est construite à partir de données comparant plusieurs agglomérations de rang mondial. À ce même niveau d'étude, Schafer et Victor, en 2000, réactualisent les connais-

* 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, Orfeuill et Salomon, 1993, Vibe, 1993, Federal Office of Road Safety, 1988, Olszewski et al., 1994).

Graphique n° 10 : Mobilité totale en passagers kilomètres par an
(données 1960-1990 ; tendances 1991-2050)



Source : Schafer et Victor, (2000).

sances des niveaux de BTT et comparent leurs niveaux entre de nombreuses agglomérations du monde. De ces deux études majeures, un intervalle des BTT apparaît. Cet intervalle semble relativement étroit étant donné la diversité des villes étudiées. Au cœur de cet intervalle, le BTT moyen est proche d'une heure quotidienne. Et les écarts moyens représentent environ 30 % de ce BTT moyen.

La caractérisation de la distribution des BTT et de l'intervalle qui les contient, constitue une première étape de la connaissance des BTT. Les indicateurs précédents (moyenne et écart type) sont une première étape vers la constitution de critères de comparaison des BTT. De plus, ces travaux étudient les BTT dans le contexte économique des agglomérations et leurs systèmes de transport urbain. Ainsi, le lien entre la croissance économique, l'amélioration des vitesses, et l'extension des distances quotidiennes parcourues trouve une explication dans la stabilité des BTT. Le mécanisme simple de réinvestissement des gains de temps s'impose et se justifie au niveau mondial.

Mais de nombreux travaux ont attaqué la constance des BTT à des niveaux d'observation plus fins. Ces études menées sur une ville ou sur les villes d'un pays ne valident pas la transférabilité du BTT, par exemple entre classes de population dans une agglomération. C'est donc la question de la transférabilité de l'hypothèse d'un niveau d'observation à l'autre, qui sera traitée dans la

deuxième partie du rapport. Nous verrons alors qu'une décomposition basée sur un simple découpage continental réduit sévèrement les champs d'application de la conjecture de Zahavi.

BTT et vitesse : un couple qui fait et défait la ville

Depuis la loi sur l'air du 30 décembre 1996, il est en France obligatoire d'établir un Plan des Déplacements Urbains (PDU) dans toutes les agglomérations de 100 000 habitants et plus. Beaucoup de villes, y compris de plus petites dimensions se sont ainsi penchées sur leur politique de déplacement en s'inquiétant de la tendance au développement du transport automobile et de son corollaire, l'étalement urbain. La ville automobile ne cesse en effet de s'étendre et avec elle croissent les distances effectuées chaque jour par les migrants pendulaires. Ce phénomène est directement lié à la conjecture de Zahavi, et à l'hypothèse de double constance des budgets temps et des budgets monétaires consacrés aux transports. L'accroissement des distances résulte directement de l'augmentation des vitesses moyennes, notamment en zone périurbaine. Ainsi, pour comprendre la ville, il faut aborder la question des vitesses de déplacement. C'est d'ailleurs un constat ancien de la géographie urbaine et de l'économie spatiale que nous rappellerons (p. 24) en soulignant le rôle de la vitesse dans la morphologie et l'armature urbaine. Comme l'a si bien montré Marc Wiel (1999), la ville pédestre a été profondément modifiée par l'introduction des modes rapides⁵ (p. 27). Nous serons donc conduits à nous interroger sur les politiques urbaines et leurs objectifs en matière de mobilité (p. 32).

Le BTT : une variable clé pour comprendre la morphologie et l'armature urbaines

Il y a maintenant près de deux siècles qu'à la suite de Von Thünen, les économistes et les géographes se sont penchés sur l'armature urbaine. En adoptant un point de vue macroscopique, le plus souvent en observant la répartition des villes et villages dans un espace donné, ils ont souligné que la vitesse et le temps de déplacement étaient un facteur clé de la distribution spatiale des agglomérations. Nous rappellerons brièvement ces éléments, aujourd'hui bien connus, puis nous adopterons un point de vue microscopique, pour souligner que la vitesse et le temps de déplacement sont aussi des facteurs structurant de la morphologie urbaine, y compris dans les détails de ses agencements internes.

La question que se sont posée au siècle dernier des auteurs comme Lösch et Christaller était relativement simple. Dans une zone où domine l'activité agri-

⁵ Voir aussi A. Peny et S. Wachter (1999).

cole, notamment lorsque l'espace est homogène en termes de relief ou de fertilité des terres, pourquoi la répartition de la population n'est elle pas homogène ? Pourquoi observe-t-on des concentrations de population, villages et villes, réparties dans l'espace de façon régulière ? La réponse est assez commode à trouver si l'on se souvient du rôle premier de la ville : constituer une « place de marché », c'est-à-dire un lieu où acheteurs et vendeurs se rencontrent aisément, et régulièrement, réduisant ainsi les coûts de transaction et la collecte d'information sur les produits disponibles et leur prix.

- Dans cette perspective, le village est « la place de marché quotidienne », celle des achats de proximité ; le lieu où chacun doit pouvoir se rendre et en revenir dans la demi-journée sans dévorer l'ensemble du budget temps disponible. Si la marche à pied est le mode dominant, avec une vitesse d'environ 5 km/h, il est bon de ne pas être éloigné de plus de 2,5 km d'un village afin de pouvoir réaliser l'aller et retour en une heure environ. Cette logique a permis de dessiner une armature type des villages, disposés de façon à mailler l'espace par une juxtaposition d'hexagones. Une telle répartition optimise les BTT quotidiens pour l'ensemble des fermes réparties de façon homogène dans l'espace. Bien évidemment, les reliefs ou l'hydrographie peuvent modifier cet agencement supposé que l'on peut toutefois observer dans les zones où l'espace est homogène⁶.
- L'armature urbaine, c'est-à-dire la distribution des agglomérations de différentes tailles dans l'espace, s'explique aussi par les BTT. Le gros bourg, où se déroule une fois par semaine le marché, est plus éloigné de l'ensemble des habitations. Il demande un temps de déplacement plus long, mais recourant éventuellement à un mode plus rapide ou moins fatigant que la marche à pied (le cheval). L'aller et retour se fera ici dans la journée, en incluant bien sûr le temps passé sur place pour les affaires et, etc., la vie sociale et culturelle. La même contrainte clé, celle du BTT et de la vitesse, prévaut pour la « grande » ville. Notamment en France, on se souvient que les préfectures ont été placées au centre des départements, de façon à être accessibles en une journée à cheval. Le déplacement s'effectue ici sur au moins deux jours, il s'agit donc d'une mobilité exceptionnelle.

Le plus intéressant est de constater aujourd'hui la permanence de cette distribution des populations dans l'espace alors que l'automobile a profondément modifié la donne. L'accès rapide à la petite ville a progressivement imposé la fermeture des commerces et autres cafés dans la plupart des villages. Mais, sauf

⁶ Le lecteur curieux ira jeter un coup d'œil à la carte de Basse-Normandie, dans la région de Livarot. Le maillage du territoire y est proche de ce que supposait Christaller.

cas limite, la population n'a pas disparu, même si son activité est de moins en moins liée au sol qu'elle occupe. Tout s'est passé comme si l'attachement à l'armature urbaine héritée des siècles passés avait primé. Au point que lorsque les villages et petites villes ne sont pas trop éloignés des centres urbains, ils ont au contraire connu un renouveau démographique inattendu. Nous sommes donc en présence d'un effet d'hystérésis qui n'est sans doute pas seulement culturel. Il faut aussi le relier à la question de l'accès à la propriété et à son coût relatif. Nous y reviendrons.

La question de l'accès à l'espace existe aussi, et de façon prégnante, à l'intérieur même de la ville.

- D'abord, comme en témoignent les anciennes bastides du Sud-Ouest, la ville doit être ramassée sur elle-même. La ville pédestre ne peut s'étaler sur de vastes espaces. La même contrainte du BTT et des vitesses qui prévaut dans la distribution des villages s'impose dans l'agencement interne de la ville. Par la seule force du jarret, il doit être possible de rejoindre rapidement tous les points de l'espace urbain. Il en résulte une relativement forte densité de population, que rend possible la construction d'immeubles de plusieurs niveaux.
- La forte densité n'est pas la seule condition d'une ville performante. Les cheminements doivent se réaliser de façon à optimiser les temps de déplacement à pied. C'est pourquoi, comme l'a montré Héran (2000), les constructions ne sont pas disposées de façon anarchique. D'un point A à un point B quelconques de la ville, le BTT va dépendre, à vitesse donnée, du rapport entre la distance parcourue en utilisant le réseau viaire et la distance à vol d'oiseau. L'existence de constructions fait que ce rapport est toujours supérieur à 1. Mais il est possible de comparer le « détour moyen », soit la moyenne de tous les détours correspondants aux n déplacements dans la ville, en tenant compte des différentes morphologies urbaines possibles. Ainsi, le détour moyen est un outil simple pour établir un premier diagnostic de la qualité d'un réseau viaire pour un mode donné. Si ce détour moyen est excessif (plus de 30 %), il est très probable que les mailles du réseau soient insuffisantes, que la forme du réseau soit peu pratique ou qu'existent des coupures importantes.

Héran (2003) synthétise ainsi l'impact de la forme du réseau viaire sur la longueur des parcours types en considérant trois grands types de réseau.

- Dans le cas du réseau de centre-ville, irrégulier mais bien maillé, typique de nombreuses villes européennes, les rues entourent le plus souvent des îlots en forme de rectangle, parallélogramme, triangle ou, très rarement, hexagone. Dans une telle ville (Paris en est un bon exemple), on peut calculer un détour moyen d'environ 15 à 25 %. Ainsi, malgré un réseau viaire apparemment désor-

donné, ou plutôt à cause de cela, les villes européennes anciennes ont un détour moyen nettement meilleur que celui des villes américaines.

- Car dans le cas du réseau régulier, en damier ou en forme de grille, typique des villes américaines et de quelques quartiers de villes européennes, le détour moyen est d'environ 30 %, voire un peu plus si les îlots sont particulièrement grands.

Au total, la forme du réseau viaire dépend du mode dominant. Longtemps, les villes ont été construites de façon à optimiser des BTT fondés sur la marche à pied. Plus récemment, les villes modernes, en tenant compte de la vitesse automobile, n'ont pas hésité à allonger le détour moyen. La distance accrue étant plus que compensée par la vitesse. Mais ce faisant, comme dans le cas du réseau irrégulier et peu maillé, typique des périphéries de nombreuses villes françaises et européennes, les usagers non motorisés sont pénalisés. Ainsi, le couple BTT-vitesse, ayant fait la ville, peut aussi la défaire.

Comment l'accroissement des vitesses défait la ville

Toute réflexion sur la ville soutenable doit s'intéresser non seulement à la mobilité dans les villes centres des agglomérations, mais à l'ensemble de l'aire urbaine. Dans cette perspective, adopter l'hypothèse de la constance des BTT permet de se concentrer sur la question de l'amélioration de la vitesse. S'agit-il d'une chance pour la ville et donc d'un objectif plus ou moins explicite des politiques urbaines ? Ou faut-il au contraire se défier des effets pervers de l'accroissement tendanciel des vitesses ?

Si la ville pédestre faisait rimer accessibilité avec proximité spatiale, la ville motorisée a vu s'assouplir la contrainte qui pesait sur les localisations. Dès le XIX^e siècle, dans les grandes villes, le développement des transports urbains a ainsi permis aux faubourgs de s'éloigner des centres-villes, repoussant du même coup les contraintes de la rareté de l'espace et son expression économique que constitue la rente foncière. Plus récemment, la généralisation de l'automobile et l'amélioration constante du réseau routier et autoroutier ont rendu possible l'étalement urbain. À tel point que les frontières administratives de la commune n'ont aujourd'hui plus rien à voir avec l'aire d'attraction des villes. Il est de plus en plus fréquent d'habiter à plusieurs kilomètres, voire à plusieurs dizaines de kilomètres de son lieu de travail, mais aussi de l'hypermarché où l'on se ravitaille ou de l'école où se rendent quotidiennement les enfants.

Pour nous en convaincre, prenons le cas des déplacements domicile-travail en nous appuyant sur les travaux de Talbot (2001) sur les personnes qui travaillent dans une commune différente de la commune de résidence. En comparant les recensements de 1990 et de 1999, il apparaît que la distance totale parcourue par

Tableau n° 1 : Les déplacements domicile-travail intercommunaux (1990-1999)

	Distance totale quotidienne (milliers de km)	Taux de variation 99/90	Nombre de migrants quotidiens (milliers)	Taux de variation 99/90	Distance moyenne quotidienne (km)	Taux de variation 99/90
Villes-centres	36 982	+28,0 %	1 988	+ 21,8 %	18,6	+ 5,0 %
Banlieues	68 887	+18,2 %	5 939	+10,1 %	11,6	+ 7,4 %
Total pôles urbains	105 869	+ 20,6 %	7 927	+ 12,7 %	13,3	+ 8,1 %
Dont : <i>aire urbaine de Paris</i>	35 555	+11,8 %	2 914	+ 8,1 %	12,2	+ 3,4 %
Couronnes périurbaines	52 003	+34,0 %	3 133	+ 29,3%	16,6	+ 3,8 %
Dont : <i>aire urbaine de Paris</i>	12 828	+ 23,8 %	539	+ 24,5 %	23,8	+ 1,3 %
Communes multipolarisées	15 382	+39,0 %	855	+ 31,3 %	18,0	+ 5,9 %
Zones rurales	39 377	+36,7 %	2 128	+ 33,1 %	18,5	+ 2,8 %
Total hors pôles urbains	106 762	+35,8 %	6 116	+ 30,9 %	17,5	+ 3,7 %

Source : d'après Julien (2003).

les migrants intercommunaux est passée de 165 à 211 millions de kilomètres par jour, soit une progression de près de 28 % en moins de dix ans. Cette croissance provient pour partie de l'allongement des distances moyennes parcourues quotidiennement (+ 7 %), notamment grâce à l'accroissement des vitesses, mais aussi du nombre de personnes se déplaçant (+ 20 %). La combinaison de ces deux mouvements est au cœur de la dynamique de l'étalement urbain, dont la forme la plus emblématique a été qualifiée de « ville californienne »⁷. Laquelle maximise les problèmes de durabilité de la mobilité quotidienne.

Pour illustrer la logique qui anime ce mouvement, il est nécessaire de décomposer les chiffres globaux indiqués ci-dessus. Les distances parcourues et le nombre de migrants pendulaires évoluent de façons sensiblement différentes selon leur lieu de résidence. Les taux de variation d'un recensement à l'autre sont très variables, engendrant des effets de structure.

- Un premier type d'effet de structure provient du fait que les résidents des pôles urbains (villes-centres plus banlieues) parcourent en moyenne des distances plus courtes que les autres. Or, **comme le nombre de migrants intercommunaux augmente beaucoup plus vite dans les zones périurbaines et rurales,**

7 Bieber et al, (1993).

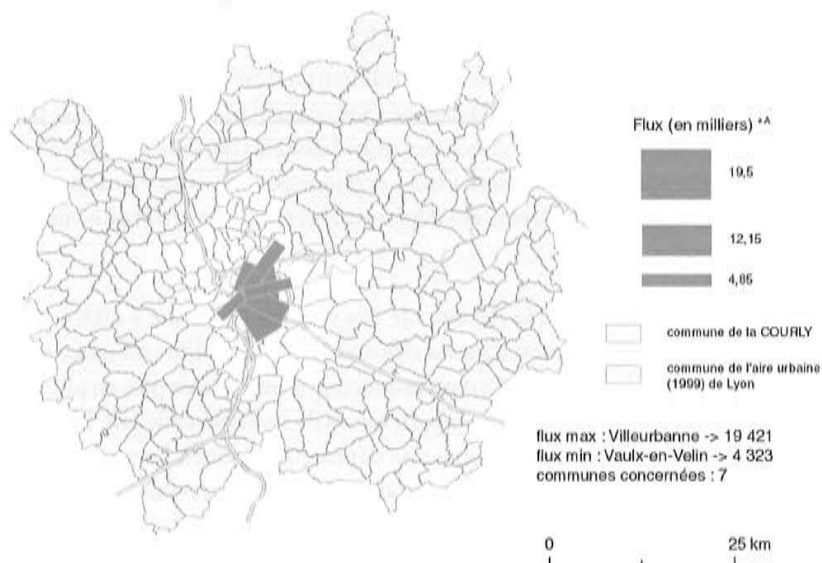
on constate que la distance totale croît beaucoup plus vite dans cette seconde catégorie (+ 35,8 % au lieu de + 20,6 % pour les pôles urbains), qui représente désormais une distance totale parcourue légèrement supérieure.

- Le même phénomène se manifeste à l'intérieur même des pôles urbains. De façon apparemment curieuse, la distance moyenne parcourue progresse plus vite que la distance moyenne effectuée par les habitants des villes-centres d'une part et des banlieues d'autre part. Ceci s'explique pour la simple raison que la première catégorie, qui effectue des déplacements plus longs, croît plus vite que la seconde.

Au total, alors même que le scénario de la « ville californienne » est toujours présenté comme un repoussoir dans les réflexions sur la mobilité en France et en Europe, nous semblons bien partis dans la direction d'une ville de plus en plus étalée. Plus exactement, les mêmes comportements de mobilité et de fait, le même accroissement tendanciel des distances de déplacement sont à l'œuvre dans les zones urbaines comme dans les zones rurales. La distinction entre l'urbain et le rural est de plus en plus floue. Et surtout, la généralisation de la motorisation a conduit les habitants des aires urbaines et ceux des zones rurales à des comportements relativement proches. Partout, l'accroissement des vitesses a débouché sur un allongement des distances parcourues quotidiennement ou dans la semaine. Tel village apparemment éloigné, voire reculé car situé à plusieurs dizaines de kilomètres d'une ville importante, abritera en réalité un nombre non négligeable de migrants pendulaires quotidiens ou hebdomadaires, vers la ville, pourvoyeuse d'emplois.

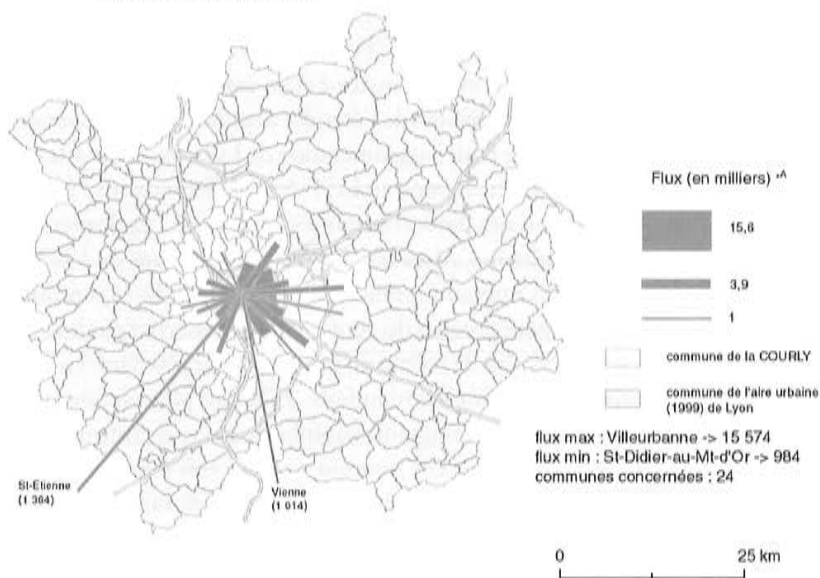
Même en se concentrant sur les seules communes où une part importante des résidents travaille dans l'agglomération, il est clair, comme l'a montré Julien (2003), que les aires urbaines ne cessent de s'étendre depuis la fin des années 60. Nous illustrons ce phénomène pour l'agglomération de Lyon avec les cartes suivantes, extraites d'une recherche menée au LET. Nous y découvrons l'accroissement de l'aire d'attraction des deux communes centres de l'agglomération lyonnaise ; Lyon et Villeurbanne. Alors que lors du recensement de 1975, les deux premiers quartiles des migrants quotidiens provenaient de 7 communes seulement, toutes relativement proches du centre-ville et desservies par les transports en commun, il n'en est plus de même un quart de siècle plus tard. La diversification des communes d'origine est manifeste. Elle l'est plus encore si l'on s'intéresse au troisième quartile de migrants quotidiens, qui se recrute parmi un nombre plus élevé de communes. Un nombre qui s'accroît énormément en 1999, par rapport à 1975. L'accroissement de la portée quotidienne des déplacements est ici manifeste. Pour beaucoup, le seuil des 25 km est franchi pour le seul voyage aller entre le domicile et le travail. Et il est clair que si Paris est ici concerné, du fait de l'effet TGV, de nombreuses communes rurales le sont aussi.

Carte n° 1 : Les communes contribuant à 50 % du nombre total des actifs entrants au centre de Lyon en 1975



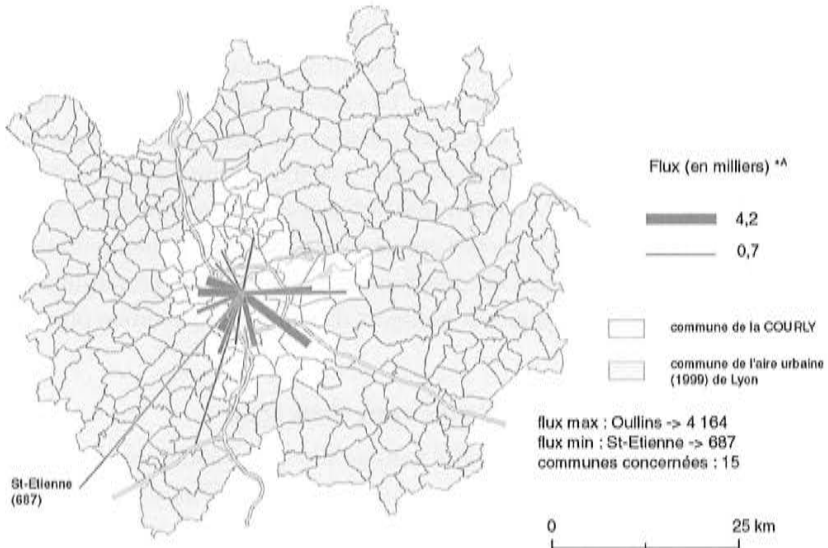
Source : Données INSEE. Réalisation : N. Ovtracht, D. Bloy. Laboratoire d'Économie des transports.

Carte n° 2 : Les communes contribuant à 50 % du nombre total des actifs entrants au centre de Lyon en 1999



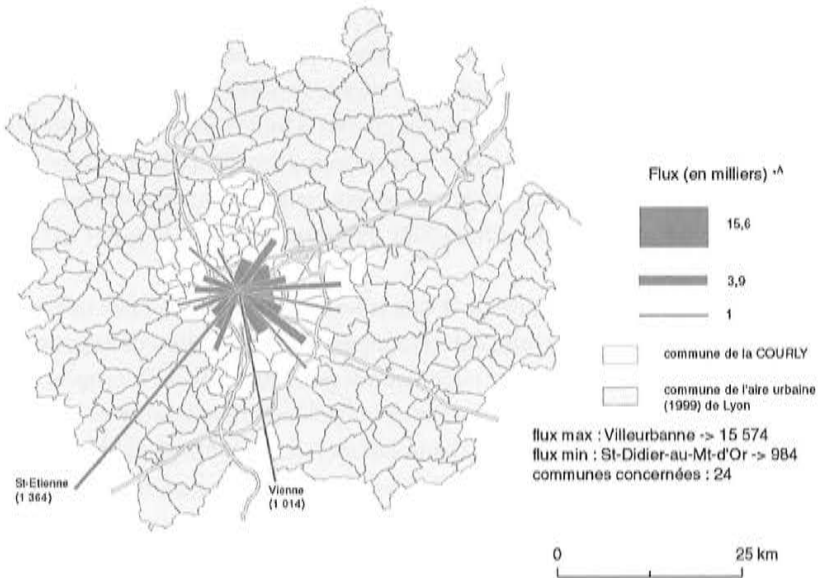
Source : Données INSEE. Réalisation : N. Ovtracht, D. Bloy. Laboratoire d'Économie des transports.

Carte n° 3 : Les communes contribuant à la part 50 % - 75 % du nombre total des actifs entrants au centre de Lyon en 1975



Source : Données INSEE. Réalisation : N. Ovtracht, D. Bloy. Laboratoire d'Économie des transports.

Carte n° 4 : Les communes contribuant à la part 50 % - 75 % du nombre total des actifs entrants au centre de Lyon en 1999



Source : Données INSEE. Réalisation : N. Ovtracht, D. Bloy. Laboratoire d'Économie des transports.

L'accroissement des vitesses a donc complètement bouleversé la donne urbaine. Sans que le nombre total d'emplois, ou même d'habitants concernés soit sensiblement modifié, la seule amélioration des vitesses de déplacement a donné naissance à une pratique complètement différente de l'espace en général et de l'espace urbain en particulier. La ville n'est plus seulement la place de marché inscrite dans une armature urbaine régulière. Elle n'est pas non plus cet ensemble compact et bien délimité doté d'une morphologie facilitant les déplacements pédestres. La nécessité de l'accessibilité automobile a tendu à remettre en cause les facteurs de l'armature urbaine et les fondements de sa morphologie. Pour favoriser l'accroissement des vitesses, la tentation a été grande, par le biais des politiques de transport, d'en finir avec les formes urbaines traditionnelles.

Les politiques de mobilité urbaine entre deux âges

Le développement de la mobilité automobile s'est d'abord manifesté aux États-Unis. Comme l'ont montré les travaux de l'École de Chicago, la nouvelle donne de la mobilité, associée à des phénomènes d'appariement des populations, a conduit à une forme urbaine particulière. Une partie du centre-ville a conservé son rôle de zone d'activité à forte valeur ajoutée, repérable par la concentration sur quelques hectares de grands immeubles de bureau. Mais comme il était possible, grâce à des autoroutes urbaines généreusement dimensionnées, de résider assez loin de cette zone d'emploi qualifié, les populations aisées ont rapidement délaissé les immeubles d'habitation, et mêmes les villas, de la ville-centre. Cette dernière a vu au contraire se développer les habitats précaires et les quartiers ethniques, voire les ghettos. Qu'il visite New York ou Los Angeles, Toronto ou Washington, le touriste européen est toujours frappé par cette surprenante proximité, au cœur de la ville centre, entre zones d'opulence et zones de pauvreté, entre immeubles de grand standing et quasi friches urbaines.

Même si cette vision négative de la ville américaine mériterait d'être nuancée pour éviter tout simplisme, elle doit être rappelée ici car, à titre de repoussoir autant que de modèle, elle sert de référence aux politiques urbaines européennes et notamment aux politiques de transport. Pendant des dizaines d'années, ces dernières ont en effet été orientées vers l'amélioration des conditions de circulation automobile. Pour que la ville continue à produire les effets bénéfiques issus de la proximité organisée, ce que l'on appelle les effets d'agglomération, la mobilité quotidienne devait être aisée pour le plus grand nombre. Les politiques se sont donc focalisées sur le développement de nouvelles infrastructures, principalement routières, pour faire face à l'accroissement du trafic.

Mais cette demande traditionnelle, relayée par les élus locaux⁸, a progressivement évolué. Après une phase de déclin symbolique, les transports collectifs sont revenus en force, au moins dans les mots. Et il est intéressant de noter que dans les deux phases de ce mouvement, effacement puis renaissance, la question de la vitesse a été centrale. Il suffit pour s'en convaincre de se tourner vers le lancement récent, à Londres d'un péage urbain dans la zone centrale de l'agglomération. En première analyse, cette décision correspond à un prolongement des tendances passées. Ne s'agit-il pas, par le prix, de réduire la congestion et donc d'accroître les vitesses de déplacement en automobile ? Mais une observation plus attentive montre que derrière l'idée du péage se cache autre chose, qui ne va pas forcément vers un accroissement des vitesses. Le choix londonien mérite donc d'être explicité. Il éclaire, indirectement, le choix apparemment contraire des villes, comme Paris, qui insistent sur le ralentissement des vitesses automobiles.

L'idée de développer sur les routes embouteillées et notamment en ville, un péage urbain, n'est pas nouvelle. Elle apparaît dès les années vingt chez A.C. Pigou et sera reprise régulièrement par d'éminents économistes. Leur raisonnement semble marqué au coin du bon sens. Dans un embouteillage, les personnes dotées d'une forte valeur du temps perdent beaucoup. Avec une tarification adéquate, il est possible de réduire le nombre d'utilisateurs de la voirie en évitant notamment la présence de ceux qui ont une faible valeur du temps, donc une faible disposition à payer pour demeurer sur l'infrastructure. Le péage est donc un gage de fluidité et donc d'efficacité de la ville, de défense de la proximité organisée.

Il est toutefois nécessaire de s'interroger sur la raison pour laquelle une solution aussi performante a tant de mal à se concrétiser. Faut-il considérer que les politiques publiques sont en retard sur la réflexion économique ? Ou doit-on envisager le fait que l'évidence des économistes recèle quelques ambiguïtés ?

Une première ambiguïté concerne les objectifs de fluidité, sous-jacents à la rencontre entre ingénieurs et économistes, à l'origine de l'idée de péage de congestion. Il semblerait *a priori* plus juste de parler de péage de décongestion puisque la tarification est destinée à assurer une certaine fluidité du trafic en réduisant le nombre de véhicules en circulation. Mais, en zone urbaine, même si le péage améliore un peu la fluidité, il ne peut s'agir, en heure de pointe, de retrouver les vitesses possibles lorsque l'infrastructure est quasiment vide. Sauf à hausser le prix à des niveaux très élevés comme c'est le cas à Londres (8 £ par jour, soit 12 €). Le péage urbain se trouve ainsi confronté à un dilemme.

8 Les « décisions » du CIADT (Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire) du 18 décembre 2003 illustrent parfaitement l'idée selon laquelle le rôle des politiques publiques est essentiellement de lancer des projets d'infrastructures de transport.

- Soit le prix est bas et les effets en termes de fluidité sont modestes. Le péage ressemble fort alors à un octroi, à l'équivalent d'un droit d'entrée dans la zone urbaine, sans aucune garantie de vitesse.
- Soit le prix est élevé, et donc réellement dissuasif. Alors, d'autres modes de transport doivent être disponibles. Mais comme vient de le montrer l'exemple londonien⁹, il ne faut plus dans ce cas compter sur le péage pour subventionner largement les transports publics.

Une deuxième ambiguïté surgit, en zone urbaine, lorsque la tarification est destinée à financer de nouvelles voiries. Compte tenu du contexte, ces dernières coûtent en effet très cher (tunnels, isolations phoniques, indemnités aux riverains, etc.) et le péage doit atteindre un niveau inacceptable pour la grande majorité des habitants. La tarification bute sur un « triangle d'incompatibilité »¹⁰ qui empêche d'avoir en même temps : un usage quasi-quotidien et une forte tarification sans véritable itinéraire alternatif. Pour que le péage soit acceptable socialement, son niveau doit être abaissé. Il en résulte une insuffisance de recettes qui, non seulement rend impossibles les transferts financiers vers d'autres modes, mais oblige au contraire à des transferts publics massifs au profit du mode routier.

Finalement, ce sont les objectifs même de la politique des transports urbains qui sont interpellés. Lorsque l'on raisonne à l'échelle d'un ensemble urbain, et non pas simplement sur un axe routier particulier, il devient très difficile de conjuguer les trois objectifs de fluidité accrue, de financement d'infrastructure et de transfert financier (et modal). La pression de la demande de circulation automobile demeure en effet très forte et toute amélioration locale de la fluidité conduit à un accroissement global du trafic. Sauf à surdimensionner systématiquement le réseau¹¹ ou à imposer des tarifs socialement et politiquement insoutenables¹², il est vain de se donner un objectif vague et général de fluidité. Ce que nous enseignent les politiques urbaines récentes est au contraire la nécessité d'une approche différenciée du réseau. Si, sur certains axes, par exemple

9 À Londres, les recettes du péage sont très inférieures à ce qui était prévu car le trafic a sensiblement diminué. Comme dans le même temps les coûts d'installation et de contrôle sont supérieurs à ce qui était escompté, le résultat financier de l'opération est décevant.

10 Crozet, (2000).

11 Une naïveté fréquente mérite d'être ici soulignée. De nombreux automobilistes, et malheureusement des responsables des collectivités locales, avancent l'idée que leur objectif serait de pouvoir circuler tous les jours dans les mêmes conditions que pendant les vacances scolaires où le trafic est réduit de 10 à 15 %. Ce faisant, ils oublient que ces jours là, l'offre routière est tout simplement surdimensionnée puisque la ville tourne en quelque sorte au ralenti. Cette idée est simplement un avatar de « la ville à la campagne » !

12 À ce titre, le péage mis en place à Singapour est plutôt un repoussoir qu'un modèle.

un boulevard périphérique, il est opportun de maintenir une certaine vitesse, il n'en va pas de même pour le centre-ville et pour les voies y conduisant. Pour ces dernières, c'est plutôt un abaissement des vitesses que visent aujourd'hui les élus, pour des raisons de sécurité mais aussi, et surtout, de requalification urbaine. Même si le raisonnement peut paraître paradoxal, l'objectif étant de limiter le trafic, le moyen retenu est plutôt la réduction des espaces viaires, notamment par le développement des sites propres pour les transports en commun. L'expérience montre que cela provoque une évaporation de trafic qui, sans dégrader fortement la vitesse, redonne au centre-ville sa fonction commerciale, résidentielle et culturelle.

Comme l'illustre l'exemple parisien, renforcé depuis le changement de majorité, ce type de raisonnement laisse peu de place à la recherche de la vitesse puisque cette dernière est, localement, sciemment limitée. C'est là que se situe aujourd'hui, tout au moins en Europe, la priorité des responsables d'agglomération : redonner ou maintenir au centre-ville son attractivité et, pour cela, selon le modèle de la ville rhénane, y limiter le trafic automobile, sans pour autant l'interdire, puisque ce trafic est nécessaire à la vie quotidienne des habitants, des commerçants et de leurs clients. Si la saturation et le blocage généralisés doivent être combattus, cela ne signifie pas que les automobilistes auront demain une impression de fluidité. Au contraire, en centre-ville et même à l'échelle de la ville-centre, le principal signal envoyé aux automobilistes est l'abandon de tout espoir de vitesse !

Présentée ainsi, la politique des déplacements semble quelque peu cynique. Pour éviter de donner une telle impression aux usagers, qui sont aussi des électeurs, plusieurs mesures doivent se combiner. Une première forme de combinaison consiste à prendre non pas une seule mesure (réduction des vitesses ou tarification des déplacements) mais bien plutôt une batterie de mesures où réduction des vitesses et tarification des déplacements vont de pair.

Ce couple tarification-moindre vitesse, inattendu si l'on s'en tient à la logique de la tarification de la congestion, n'est pas si incongru qu'il y paraît. Il est proche de ce qu'ont réalisé les villes norvégiennes, pionnières en la matière. Dans une logique cherchant une stabilisation, voire une réduction de la mobilité, il devient légitime que les deux composantes du coût généralisé du déplacement évoluent dans le même sens, vers un accroissement du coût total. Si une telle perspective paraît inacceptable du strict point de vue individuel, elle a un sens si elle s'insère dans un projet urbain et dans une perspective de réduction de la dépendance à l'automobile.

Une des particularités des villes européennes, et de leurs habitants, réside finalement dans la volonté commune d'éviter que la voiture dévore la ville. Or l'automobile est une formidable consommatrice d'espace dans des ensembles

architecturaux qui n'ont pas été pensés pour elle. Dans le même temps, personne ne souhaite démolir les villes pour les reconstruire autour de l'automobile. Ne faut-il pas alors prendre acte de ce qui ressemble fort à un choix collectif empreint de contradiction :

- D'une part, une grande majorité de la population souhaite conserver à la ville son image traditionnelle et ses rôles multiples (commercial, culturel et résidentiel) sans renoncer à l'accès automobile aux aménités urbaines ;
- D'autre part, une part croissante de la population souhaite, au moins pendant une période et à un coût supportable, bénéficier des avantages de l'habitat pavillonnaire et d'une certaine proximité avec la nature.

La satisfaction de cette demande relativement contradictoire ne peut se faire de façon brutale par une assignation à résidence dans les zones urbaines de haute densité. Elle ne peut non plus être résolue par le simple recours à une tarification très élevée des déplacements de façon à les réduire de façon drastique. Il faut plutôt s'engager dans une politique de désaccoutumance progressive en jouant sur plusieurs leviers à la fois :

- mise en place d'une tarification de l'auto-mobilité sous forme de péages ou vignettes ;
- hausse poursuivie du prix des carburants ;
- non-développement de la voirie à l'exception de certains axes interurbains, ce qui signifie une baisse tendancielle de la vitesse moyenne des voitures en zone urbaine ;
- développement des transports en commun pour l'accès aux centres-villes, y compris avec des formules d'intermodalité aidant au rabattement des résidents de la périphérie vers quelques axes lourds.

Même si la liste n'est pas exhaustive, nous sommes ici en présence de mesures qui ressemblent fort à ce qui est déjà pratiqué, ou en projet, dans de nombreuses villes d'Europe. Nous allons voir dans la seconde partie que ce n'est pas un hasard. Il s'agit d'un choix propre à ces villes, qui ne se retrouve pas dans les villes d'Amérique du Nord ou d'Océanie. Mais comme ce choix de limitation implicite de la vitesse de déplacement a aussi un impact sur les B'TT, il faudra l'analyser, en levant l'hypothèse de leur constance, qui a été au cœur de cette première partie.

Les politiques de mobilité interpellées par l'hypothèse de complémentarité entre la dilatation des espaces et la dilatation des temps de la ville

Avec l'hypothèse de constance des BTT, l'analyse de la mobilité urbaine et des politiques qui s'y rattachent, a progressivement changé d'objet. En ne considérant plus le BTT comme une variable à minimiser, mais comme une constante donnant lieu à un réinvestissement en transport du temps issu des gains de vitesse, le point de vue s'est radicalement transformé. Dans un monde urbain fortement contraint par la disponibilité d'espace et, symétriquement, de plus en plus sensible aux questions d'environnement et d'accessibilité, la vitesse a été victime d'une forme d'obsolescence. Les politiques conduites dans les villes-centres des grandes agglomérations européennes nous sont apparues plus logiques. Si des villes aussi différentes que Paris, Genève, Barcelone, Lyon ou Montpellier, après bien d'autres comme Strasbourg, Grenoble ou Nantes, se sont converties au tramway, c'est essentiellement pour envoyer aux usagers des divers modes de transport un signal sur les vitesses de déplacement.

Dans de nombreuses villes européennes, non seulement la vitesse automobile, pour des raisons de sécurité et d'environnement (bruit), n'est plus l'objectif premier des politiques urbaines de transport, mais les modes de transport collectif eux-mêmes ne sont plus censés fournir une vitesse commerciale élevée. En préférant le tramway au métro ou au train, une autre vision de la ville est produite. La course contre la montre n'est plus à l'ordre du jour. Là où le métro offre un trajet en forme de tunnel social, dont l'attrait se limite à la vitesse, le tramway propose une vitesse commerciale lente compensée par une plus grande participation aux aménités visuelles et socio-culturelles de la ville. Par de tels choix, les villes européennes se distinguent assez sensiblement, comme nous allons le voir, des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie (p. 38). Alors que ces dernières, que nous qualifierions de villes extensives, se caractérisent par la poursuite de la fuite en avant vers l'accroissement des distances parcourues et finalement vers la hausse des BTT, les villes européennes, villes denses, ont semble-t-il fait le choix opposé. Mais ce faisant, a-t-on trouvé une panacée capable d'éviter le « détrico-

tage » de la ville résultant de l'accroissement des vitesses ? Rien n'est moins sûr puisqu'il faut se garder de tout simplisme sur les BTT. De même que nous avons remis en cause l'hypothèse de Courtance des BTT pour les villes nord-américaines, il est important de noter que les politiques de maîtrise de la vitesse peuvent aussi déboucher sur un accroissement des BTT destiné à maintenir la portée des déplacements. Les politiques urbaines n'en ont donc pas fini avec le casse tête de la dilatation des espaces-temps de la ville (p. 62) !

Villes denses et villes extensives : vers une remise en cause partielle de la conjecture de Zahavi ?

Notre objectif dans les lignes qui suivent est de tester la conjecture de Zahavi. Pour cela, nous utiliserons (p. 38) une base de donnée constituée par l'Union Internationale des Transports Publics (UITP). Même si sa cohérence n'est pas toujours parfaite, elle a l'intérêt de faire apparaître d'assez nettes différences entre les villes d'Europe d'une part et d'Amérique du Nord et d'Océanie d'autre part (p. 48). Dans la perspective qui nous occupe, le principal intérêt de cette différence réside dans le fait que non seulement les BTT ne sont pas constants, mais qu'ils augmentent avec la vitesse. Ainsi, nous aurions affaire à une dilatation de l'espace et du temps de la mobilité urbaine. Nous aboutissons ainsi à un résultat totalement contre-intuitif. Non seulement l'accroissement de la vitesse moyenne de déplacement ne réduit pas le BTT, mais il tend à l'augmenter (p. 56).

La base UITP – « The Millenium Cities Database » : une chance pour tester la conjecture de Zahavi

La base de données, dénommée « The Millenium Cities Database », a été constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics), avec la collaboration de J. Kenworthy et F. 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 transport public (offre, usage et coût), la mobilité des individus et le choix du mode de transport, l'efficacité du système de transport et ses effets sur l'environnement (temps et coûts de transport, consommation d'énergie, pollution, accidents, etc.). Ainsi, 66 indicateurs bruts (175 indicateurs bruts élémentaires) ont été produits dans les 100 villes sélectionnées.

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

Tableau n° 2 : 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	Pékin
Munich	Atlanta	Hong Kong
Ruhr	Chicago	Guangzhou
Stuttgart	Denver	Shanghai
Athènes	Houston	Mumbai (Bombay)
Bologne	Los Angeles	Chennai (Madras)
Milan	New York	New Delhi
Rome	Phoenix	Osaka
Turin	San Diego	Sapporo
Amsterdam	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

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 n° 2*).

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.

Le contenu informationnel de la base et ses limites

Les informations collectées sont principalement de nature quantitative. Les aspects peu quantifiables comme par exemple les opinions des citoyens sur leur système de transport 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. (*cf. la liste complète des indicateurs bruts collectés : 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. 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. Un certain nombre d'ajustements ont été nécessaires pour faire coïncider les différentes mesures. Ils interviennent lorsque les données ne sont pas adaptées à l'analyse en cours. Par exemple, l'étude de la mobilité possède une pertinence géographique, qui n'est pas toujours adaptée aux entités administratives produisant les informations. Ainsi, des regroupements de communes ont dû être effectués par les concepteurs de la base, pour reconstituer des zones métropolitaines pertinentes. 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.

Enfin, certaines carences de l'information révélée par la base persistent. C'est le cas notamment lorsque la distinction de sous-catégories au sein d'indicateurs n'est pas systématique. Ainsi la séparation des services suburbains et des services interurbains, ou la reconstitution de secteurs composés de plusieurs entrepreneurs privés sont problématiques. À 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. Enfin, dans un souci 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 ses auteurs mêmes, 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. 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) et 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.

Le BTT quotidien est une variable qui 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 BTT 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.

Calculs des temps et des distances parcourues

Les données disponibles pour chacune des villes nous permettent de décrire la mobilité à l'aide des moyennes individuelles calculées à l'échelle de chaque

agglomération. Ainsi, les observations concernant : 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 transport public et de transport privé) sont disponibles. Ce jeu de données nous permet de recomposer les indicateurs suivants :

- 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*¹³ 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 *BTT 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*¹⁴, fournit la durée moyenne 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 BTT quotidien moyen.

Limites des indicateurs composés

Par la composition de moyennes effectuée pour le calcul des BTT 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 permet 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-

¹³ Moyenne annuelle incluant les week-ends.

¹⁴ 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 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 BTT.

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 conséquence, 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 transport public, les modes souterrains et de surface étant composés en un seul indicateur (mode de transport public).

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 regrettable¹⁵. Elle aurait pu éclairer une partie non-négligeable des phénomènes. Notamment pour les comparaisons faisant intervenir les pays émergents 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 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).

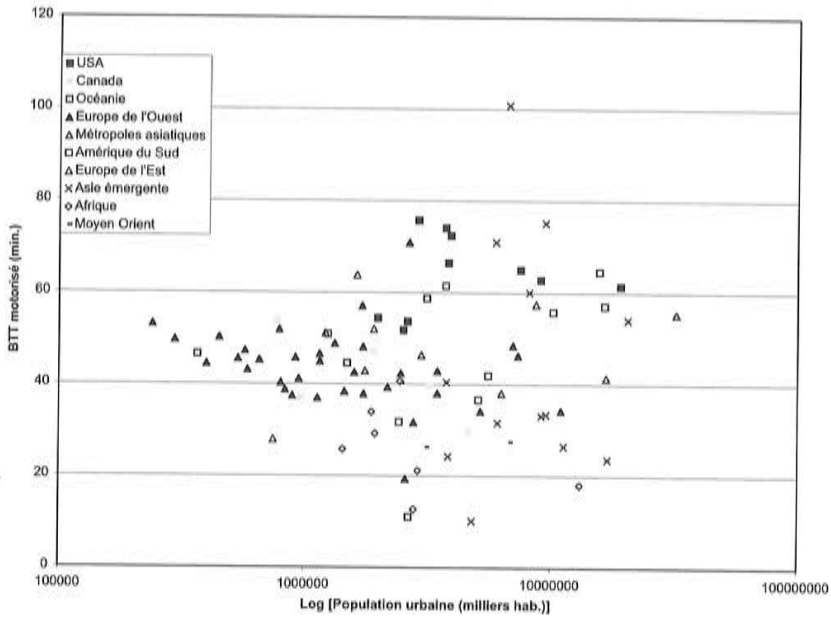
Ces imprécisions doivent rester présentes à l'esprit du lecteur, mais il pourra observer qu'elles ne détruisent pas le pouvoir séparateur des indicateurs disponibles, par exemple s'agissant des contrastes qui ressortent de comparaisons entre continents. Les résultats les plus nets peuvent être considérés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

BTT, les premiers résultats de la base UITP

Une première analyse de la base UITP apporte une illustration des niveaux des BTT du monde (*Graphique n° 11*). Une première distinction peut être faite

¹⁵ 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.

Graphique n° 11 : BTT motorisé /pers./jour, en min et population urbaine, en milliers d'hab.



Graphique n° 12 : Distribution des BTT motorisés (toutes les villes)

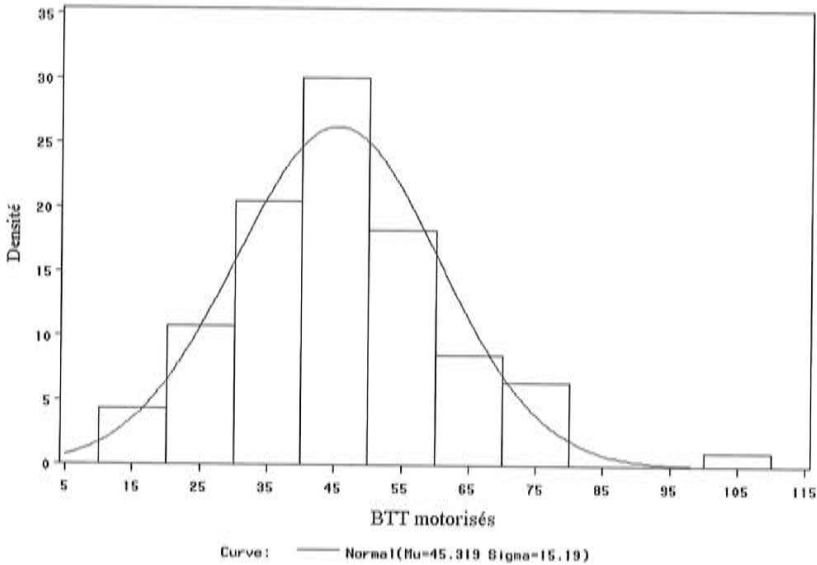


Tableau n° 3 : Statistiques descriptives de la distribution des BTT motorisés des villes du monde

Mesures statistiques			
<i>Localisation</i>			
Moyenne	45,32	Médiane	44,55
<i>Variabilité</i>			
Ecart type	15,19	Etendue	90,67
Variance	230,74	Etendue Interquartile	16,66
Coeff de Variation	33,51		
Moments d'ordre 3 et 4			
Skewness	0,49	Kurtosis	1,17

entre les villes des pays émergents et les villes de pays développés. Pour ces derniers, la dispersion des BTT est nettement moins élevée. De ce fait, les valeurs de leurs BTT¹⁶ semblent s'inscrire dans un intervalle s'étendant de 30 min. (Toronto) à 75 min. (Atlanta).

Les BTT quotidiens, pour les modes motorisés, et par personne, ont pour moyenne 45 min. au niveau mondial et 47 min. pour les villes des pays développés. L'intervalle défini pour les villes des pays développés est donc proche de celui présenté par Zahavi. Mais au niveau mondial, l'intervalle obtenu avec la base de l'UITP est d'une étendue nettement plus grande. Les villes des pays émergents ont des BTT fortement dispersés. Ces villes présentent les valeurs les plus extrêmes de l'échantillon. Ceci peut s'expliquer, tout d'abord par des systèmes de transport urbain moins stables et aboutis que ceux des villes des pays développés. Ensuite, les données recueillies dans ces villes sont certainement lacunaires, notamment par l'absence de prise en compte de la marche à pied, ou en raison de difficultés plus grandes pour la mise en place d'enquêtes de mobilité dans ces villes. En conséquence, les villes des pays émergents seront systématiquement exclues des analyses plus fines des BTT qui suivront.

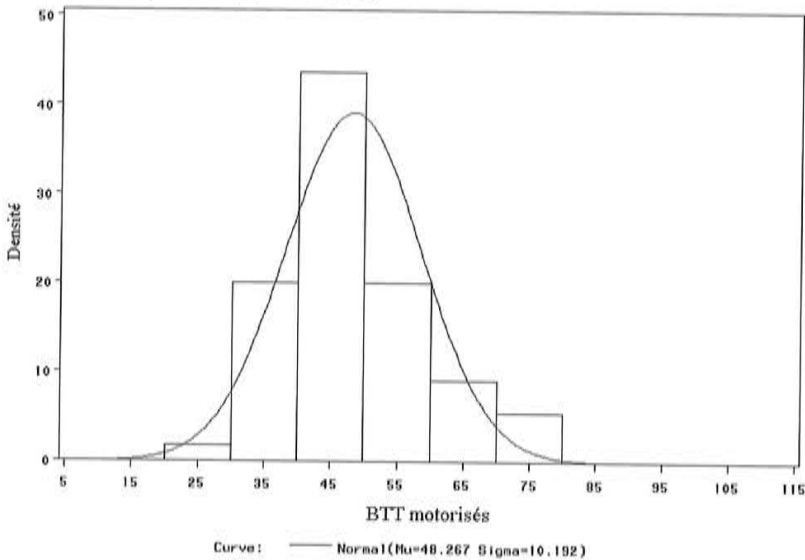
Afin d'interpréter les premiers résultats par rapport à la spécification d'un intervalle des BTT, nous proposons l'analyse suivante de leur distribution. À l'aide des statistiques de la distribution des BTT, il sera possible de comparer les

16 À l'exception de Manchester (BTT de 19,36 min.), qui paraît d'autant plus surprenante que le reste des villes européennes constitue le groupe le moins dispersé.

Tableau n° 4 : Statistiques descriptives de la distribution des budgets-temps de transport motorisé des villes des pays développés

Mesures statistiques			
<i>Localisation</i>			
Moyenne	48,26	Médiane	46,38
<i>Variabilité</i>			
Ecart type	10,19	Etendue	46,03
Variance	103,87	Etendue Interquartile	12,5
Coeff de Variation	21,11		
Moments d'ordre 3 et 4			
Skewness	0,90	Kurtosis	0,61

Graphique n° 13 : Distribution des budgets-temps de transport motorisé (villes des pays développés)



distributions de deux jeux de données différents. Ainsi, les graphiques et tableaux suivants présentent la distribution des BTT des villes du monde, puis les BTT des villes des pays développés. Ils permettent de comparer l'incidence de l'exclusion des pays émergents sur l'intervalle et donc sur la solidité d'une hypothèse de stabilité des BTT.

Les *graphiques n° 12 et n° 13* présentent les histogrammes des BTT des villes du monde et des villes des pays développés et approchent la courbe de densité des BTT par une distribution normale ajustée à chaque échantillon. Pour l'ensemble des villes, les paramètres de cette distribution normale sont : 45,32 min. pour la moyenne et 15,19 min. pour l'écart-type. Elle illustre la concentration autour de la moyenne, mais aussi l'étendue de l'intervalle des BTT. Globalement, les écarts-types représentent 34 % du BTT moyen. La correspondance entre la médiane et la moyenne de la distribution laisse supposer que la distribution pourra être approchée par une loi normale. Les autres indicateurs du *tableau n° 3* sont à comparer avec ceux de la distribution des BTT des villes des pays développés (*tableau n° 4*). Ces derniers sont caractérisés par une moyenne proche de la précédente : 48,26 min. et un écart-type de 10,19 min. Il en résulte un coefficient de variation de 21 %, qui signale une dispersion moins importante autour de la moyenne. Ici les BTT sont plus concentrés, l'intervalle est d'une étendue plus faible que le précédent : 46 min au lieu de 90 min. De la même façon la réduction de la variance de 230 à 103 signifie une réduction de la dispersion. Enfin l'indicateur *skewness* (moment d'ordre 3) est toujours proche de 0, ce qui indique des distributions relativement symétriques. Et le *kurtosis* (moment d'ordre 4) se réduit de 1,17 à 0,61 signifiant une légère réduction de l'empatement de la distribution, donc une atténuation des valeurs extrêmes. Ces deux derniers indicateurs doivent être proches de zéro pour caractériser une distribution normale. Ici nous testerons la robustesse statistique d'une telle hypothèse.

En définitive, les deux analyses des distributions confirment l'effet de réduction de la dispersion résultant de l'exclusion des villes des pays émergents. De plus, elles décrivent les intervalles par des indicateurs chiffrés et donc comparables. Nous pouvons avancer ici qu'étant donnée la proximité entre nos indicateurs et ceux obtenus par Zahavi (étendue de l'intervalle, coefficient de variation, etc.), les *données dont nous disposons ne rejettent pas l'hypothèse de stabilité des BTT*¹⁷.

Dans l'ensemble, notre intervalle des BTT est d'une envergure proche de celle des intervalles de Zahavi et Schafer. Le BTT moyen (44 min ou 47 min) est légèrement plus faible que ceux obtenus par les deux auteurs (respectivement 48

17 Une remarque importante doit être rappelée ici, les données utilisées ne concernant que l'année 1995, les conclusions que nous tirons de leur exploitation ne renseignent que le caractère spatial de la transférabilité de la stabilité des BTT. L'absence de séries temporelles ne nous permet pas de nous prononcer sur le caractère temporel de la stabilité.

min et 66 min). Cela s'explique, tout d'abord, par les divergences de méthodes et de définitions utilisées. Ensuite, l'absence de prise en compte de la marche à pied, explique la différence avec les 66 min obtenues par Schafer. Et enfin, la considération du BTT par personne au lieu de la personne mobile de Zahavi, peut expliquer la sous-évaluation de notre BTT moyen.

De plus, le coefficient de variation étant un indicateur de la dispersion autour de la moyenne, il informe sur le pouvoir de représentativité au niveau mondial de ce BTT moyen. Ce pouvoir étant renforcé par les tests de normalité de la distribution (*annexe n° 2*). La distribution des BTT des villes des pays développés semble être assimilable à une loi normale de paramètres (48,26 ; 10,19). Cette distribution étant symétrique, la moyenne représente d'autant plus les BTT de l'échantillon.

Au total, au niveau mondial, la constance spatiale des BTT, telle qu'elle est définie par Zahavi et revue par Schafer, n'est donc pas rejetée par nos premiers résultats. Cependant la dispersion, dont font preuve les BTT laisse présager l'existence de mécanismes internes. Les parties suivantes mettront en relief les BTT avec les caractéristiques (géographiques et économiques) des villes et des systèmes de transport urbain. Comme le figurent les graphiques de la partie suivante, deux groupes de villes se distinguent par leurs caractéristiques géographiques, mais aussi par le niveau de leurs BTT. Globalement, des villes de caractère *intensif* s'opposent à des villes de caractère *extensif*. Ces deux profils sont représentatifs, d'une part, d'un modèle urbain extensif composé des agglomérations nord-américaines et océaniques qui se développent par l'extension de leurs consommations d'espace et de temps et, d'autre part, d'un modèle urbain intensif composé des villes européennes et des métropoles asiatiques qui parviennent à maintenir leurs consommations d'espace et de temps relativement stables.

Afin de définir ces deux profils d'organisation urbaine, les caractéristiques géographiques des villes seront observées. Puis les aspects économiques et les caractéristiques des systèmes de transport urbain permettront d'approfondir le sens et les enjeux des caractères urbains *intensif* et *extensif* que nous utilisons pour classer les agglomérations.

Une dispersion des BTT qui fait émerger deux types de villes

1^{ère} décomposition : exposé de la typologie par les trois indicateurs : BTT, distance et part de marché des transports collectifs

Dans cette partie, nous proposons de dresser une typologie des agglomérations. Pour cela les tableaux suivants exposent les moyennes des BTT, des distances quotidiennes parcourues et des parts modales des agglomérations présentes dans la base de l'UITP.

Tableaux n° 5, 6 et 7 : Statistiques descriptives des trois indicateurs, BTT motorisé, distance quotidienne parcourue et partage modal

Tableau n° 5

BTT (en min)	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation (en %)
Europe de l'Ouest	43,65	8,56	19,62
France	42,34	5,09	12,02
Métropoles asiatiques	44,85	6,60	14,73
Océanie	52,39	7,43	14,18
USA et Canada	56,31	13,83	24,57
Pays Emergents	41,17	19,84	48,19
Pays Développés	47,71	11,23	23,54
Monde	45,32	15,19	33,52

Tableau n° 6

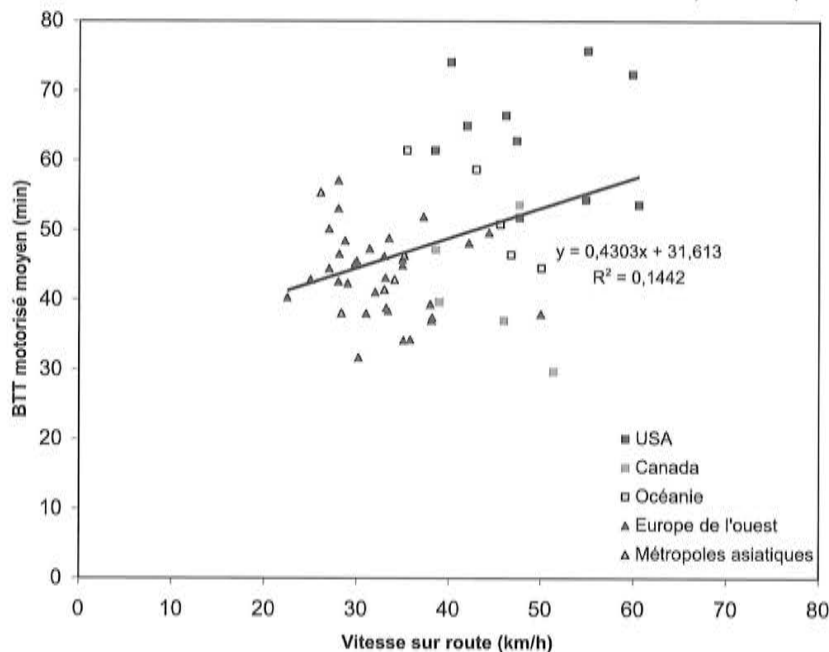
Distance (en km)	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation (en %)
Europe de l'Ouest	21,62	4,80	22,20
France	18,94	2,96	15,59
Métropoles asiatiques	22,49	5,33	23,70
Océanie	32,92	5,62	17,08
USA et Canada	42,58	14,60	34,28
Pays Emergents	14,23	6,42	45,10
Pays Développés	28,21	12,46	44,19
Monde	23,08	12,59	54,54

Tableau n° 7

Parts modales (% des déplacements mécanisés)	Transport Public		Transport Privé	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Europe de l'Ouest	25,43	7,96	67,92	10,02
France	18,05	6,10	80,09	5,79
Métropoles asiatiques	42,28	17,38	48,14	13,70
Océanie	5,99	2,41	91,94	1,71
USA et Canada	5,87	4,56	93,19	4,64
Pays Emergents	43,23	20,46	48,91	21,12
Pays Développés	20,24	13,81	74,70	16,65
Monde	28,95	19,99	64,93	22,26

Source : Joly (2004).

Graphique n° 14 : BTT motorisé par personne (en min) et densité urbaine (en personne par ha) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



Les BTT motorisés moyens sont compris dans un intervalle d'une quinzaine de minutes (41 min à 56 min). Les distances moyennes sont plus dispersées (de 14 km à 42 km). Les écarts types des BTT 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 12 % à 48 %. Dans les deux cas de la moyenne mondiale et la moyenne des pays développés, l'agrégation des différentes zones géographiques accroît la dispersion autour de la moyenne. Les écarts types sont plus importants pour ces zones vastes que ceux de chaque région. Ainsi des niveaux propres à certains groupes peuvent être identifiés. Les villes des pays d'Europe de l'Ouest et les métropoles asiatiques se regroupent autour d'un BTT proche de 40 min et des distances quotidiennes parcourues d'une vingtaine de kilomètres. Et les villes d'Amérique du Nord (États-Unis et Canada) et d'Océanie se concentrent autour d'un BTT proche de 50 min et des distances quotidiennes parcourues d'environ 35 km.

Ce regroupement est retrouvé au niveau de l'organisation des systèmes de transport. Les parts modales des transports en commun des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie sont très réduites (5 %). Ces agglomérations affichent une très forte dépendance automobile. Alors que les villes d'Europe de l'Ouest et les métro-

poles asiatiques parviennent à conserver des transports collectifs actifs (20 à 40 % de part de marché). La dépendance automobile de ces agglomérations semble plus réduite. En effet, les autres modes mécanisés, excluant donc les transports collectifs et les voitures particulières, représentent entre 5 et 10 % des déplacements, contre moins de 5 % dans les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie.

Approfondissement de la typologie opposant un système urbain « américain » à un système « européen »

– Géographie de la ville – structure de l'espace urbain

Les données disponibles dans la base de l'UITP permettent de confronter les BTT motorisé à divers indicateurs géographiques des villes d'Europe de l'Ouest, d'Amérique du Nord, d'Océanie et de grandes métropoles asiatiques.

– Surface, population et densité urbaine

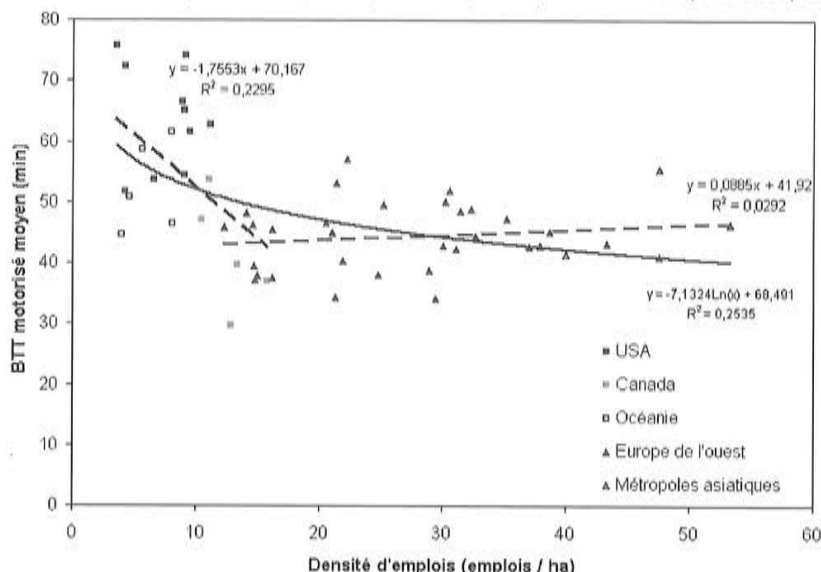
Les BTT sont confrontés à ces trois indicateurs géographiques. Par construction de l'indicateur, le *graphique n° 14* de la densité urbaine permet de résumer l'ensemble des trois relations. La tendance générale illustrée par le *graphique n° 14* indique que les agglomérations nord-américaines et océaniques ont des BTT plus élevés que les villes ouest-européennes et les métropoles asiatiques.

Face aux trois différentes variables géographiques, les groupes de villes, que nous qualifierons de *intensif* et *extensif*, se forment. Ainsi, le premier groupe est composé des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie qui sont caractérisées en moyenne par une densité plus faible, une surface et une population plus importantes que les villes d'Europe de l'Ouest et les métropoles asiatiques, qui constituent le groupe de villes denses.

Les mesures de la surface et de la population des agglomérations peuvent apparaître problématiques. En effet, les définitions des aires urbaines observées interviennent dans les comparaisons. De plus, le choix des villes de la base peut introduire un biais dans ces mesures. Cependant, allié à l'étude de la densité urbaine, ces indicateurs confirment le résultat : les villes d'Europe de l'Ouest et les métropoles asiatiques forment un groupe de villes de type dense, que nous qualifierons d'*intensif*. Alors que les villes nord américaines et océaniques constituent le groupe de villes consommant relativement plus d'espace : les villes de type *extensif*.

Sur l'ensemble des agglomérations des pays développés, une relation décroissante s'établit entre les BTT et la densité urbaine. Elle semble donc indiquer que les villes du type *extensif* payent leur extension spatiale par un surcoût temporel de déplacement. Cela est aussi vrai pour les grandes villes d'Europe de l'Ouest telles que Londres ou Paris, qui concurrencent les villes américaines en termes de niveau de population, mais affichent des densités urbaines élevées.

Graphique n° 15 : BTT motorisé par personne (en min) et densité d'emplois (en emplois par ha) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



Au niveau continental, malgré le large éventail des niveaux de densité urbaine des villes *intensives*, les BTT sont rapprochés et ne semblent pas affectés par cette variable. Par contre, l'effet semble significatif pour les villes de type *extensif*. La faible concentration de la population de ces villes semble être synonyme de déplacements globalement plus longs. Et, c'est en se densifiant, que les agglomérations du type *extensif* réduisent leur BTT moyen. Enfin, les grandes villes asiatiques sont nettement plus denses que les autres villes, mais elles affichent des BTT équivalents aux villes européennes. Cela suggère une convergence du BTT avec la densité urbaine vers un niveau plancher.

– Dispersion des emplois

L'étude de la dispersion des opportunités socio-économiques, mesurée par la densité d'emplois ou la proportion d'emplois au centre, semble affecter le BTT de l'ensemble des villes des pays développés. De manière générale, la densité d'emplois possède un effet similaire à la densité urbaine, et réduit donc le BTT. L'effet de la proportion d'emplois dans le centre n'est, en revanche, pas très marqué (*graphique n° 15*). La décomposition continentale fait apparaître que la densité d'emplois et de façon moins marquée, la proportion d'emplois permettent de réduire les BTT des villes de type *extensif*.

Malgré les fortes limites de ces quelques indicateurs agrégés de la géographie urbaine, la typologie proposée distinguant un modèle urbain *intensif* et un

modèle urbain *extensif* s'appuie sur le constat classique de villes américaines peu denses et étalées et de villes européennes plus denses et concentrées. Les deux groupes sont ici constitués, d'une part, des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie et d'autre part, des villes d'Europe de l'Ouest et des métropoles asiatiques. L'observation des densités urbaines d'emplois et de population semble indiquer que la dispersion des opportunités socio-économiques sur le territoire urbain s'accorde avec un système de transport dépendant de l'automobile et qui incite l'usager à de lourdes consommations d'espace et de temps.

– Mesure de l'économie et mobilité

Le PIB urbain par tête permet d'observer le lien entre les données individuelles relatives à la mesure de l'économie et celles relatives à la mobilité, le PIB urbain en tant qu'indicateur du volume de l'activité économique des agglomérations, permet de rapprocher cette intensité économique à l'intensité de la mobilité urbaine. Le PIB de la ville indique aussi son niveau de développement économique et peut donc être lié au développement du système de transport urbain.

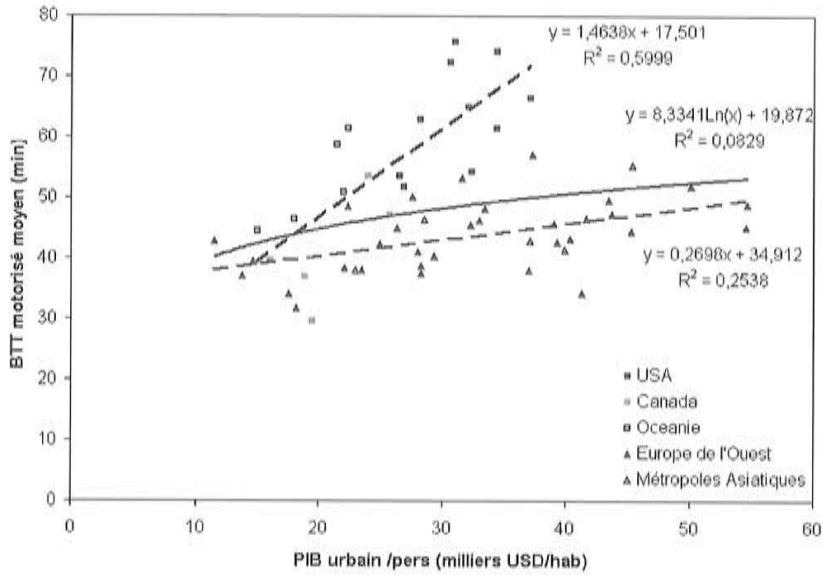
– PIB urbain, BTT et distance parcourue

La décomposition de l'échantillon des villes de pays développés en type *extensif* et type *intensif* 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 du type *extensif* nécessitent plus de temps de transport et de distance que celles du type *intensif*. Et alors que ces dernières parviennent à contenir leurs distances parcourues et leurs BTT motorisé, les villes du type *extensif* voient les leurs exploser avec l'activité économique (*graphiques n° 16 et n° 17*).

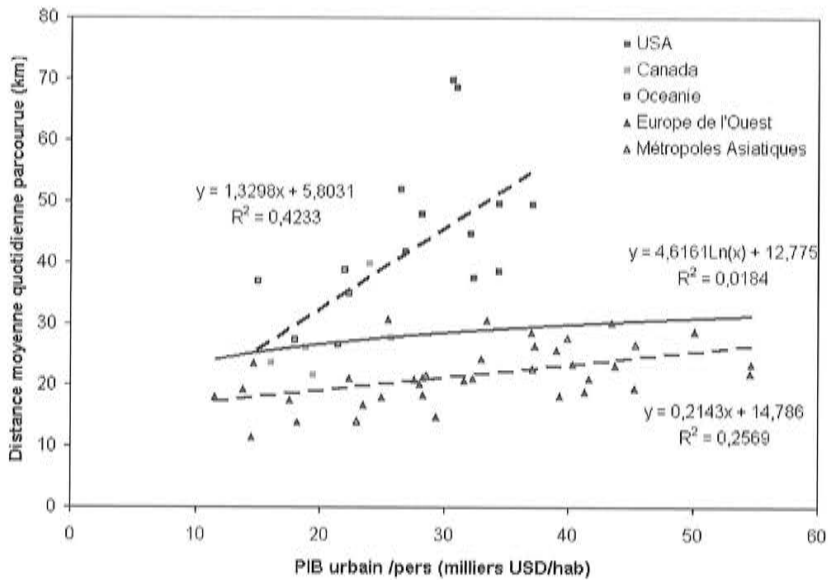
L'observation de la mobilité en tant que facteur de production de l'activité économique de la ville laisse donc apparaître la présomption suivant laquelle le développement économique du modèle *extensif* est basé sur la consommation extensive des ressources espace-temps. Alors que le modèle *intensif* semble économiser ces deux ressources. Les villes de type *intensif* parviennent à développer leur économie tout en restreignant l'intensité en transport et en espace de ce développement. Alors que les villes *extensives* dispersent leur activité sur toute la surface de l'agglomération, les villes *intensives* sont plus concentrées et tournent leur activité vers le centre-ville.

Une évaluation de la performance des systèmes de transport urbain au travers du BTT sépare les villes du type *intensif* de celles du type *extensif*. Les systèmes économiques du modèle *intensif* et leur organisation urbaine semblent alors plus efficaces, car ils nécessitent moins de temps de transport pour satisfaire le besoin de mobilité de l'activité de leurs populations. Ceci peut s'expliquer en

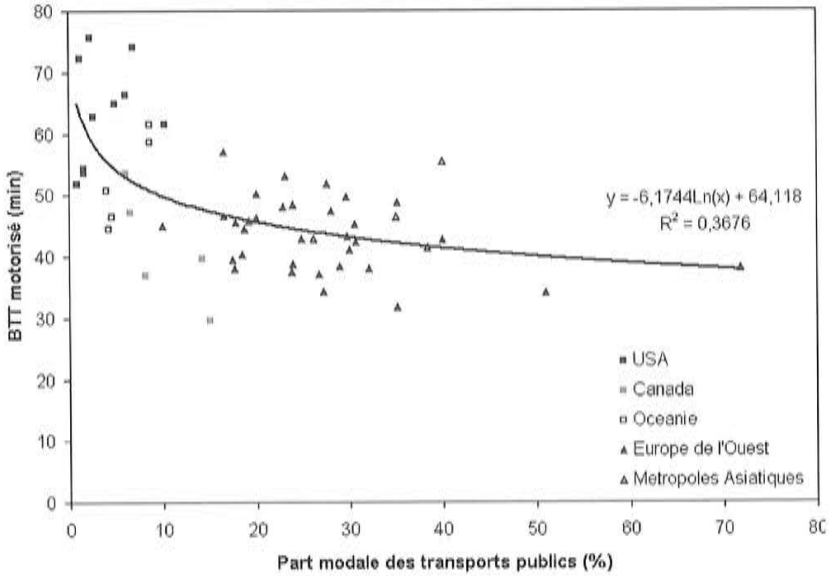
Graphique n° 16 : BTT motorisé par personne (en min) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



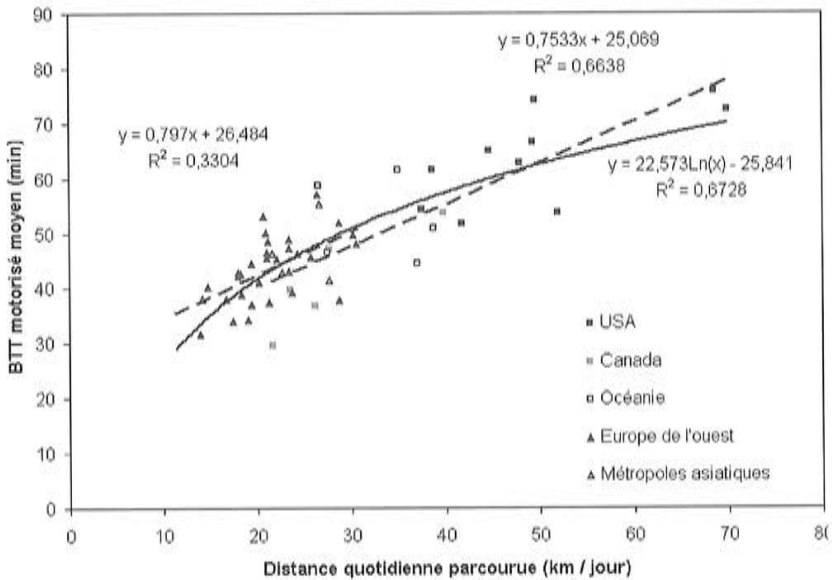
Graphique n° 17 : Distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) et PIB urbain par personne (en millier de dollars US) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



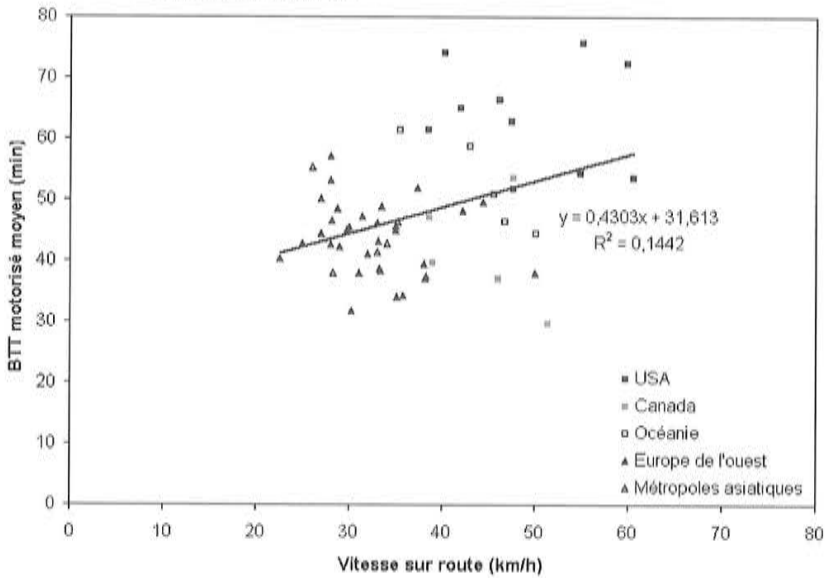
Graphique n° 18 : BTT motorisé par personne (en min) et parts de marché des transports collectifs (en %) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



Graphique n° 19 : BTT motorisé par personne (en min) et distance quotidienne moyenne parcourue par personne (en km) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



Graphique n° 20 : BTT motorisé par personne (en min) et vitesse moyenne du réseau routier (en km/h) en Europe occidentale, Amérique du Nord, Canada, Océanie et métropoles asiatiques



partie par l'ensemble de liens que nous avons observés entre le BTT et l'ensemble des caractéristiques des villes (densité, emplois).

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 pour le type *extensif* que pour le type *intensif*. Le PIB serait alors un indice de la vitesse des déplacements à laquelle les ménages accèdent. Cependant, cette relation n'est pas totalement respectée. Pour les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie, nous savons que les niveaux de motorisation sont plus importants qu'en Europe. Cette différence de vitesses sera bien observée entre les types *intensif* et *extensif* dans la suite du rapport (*graphique n° 20*). Mais malgré cela, les BTT du type *extensif* sont plus élevés. *L'accès à un niveau de revenu supérieur nécessiterait donc de plus grandes distances parcourues, mais ne procure pas les vitesses suffisantes pour compenser le surcoût temporel induit.*

Les effets inattendus de la hausse des vitesses : dilatation des espaces et dilatation des temps de la ville en Amérique du Nord

L'étude des relations entre les BTT et les caractéristiques géographiques et économiques de la base de l'UITP met en place une typologie des organisations

urbaines. Nous avons vu qu'alors que les villes du modèle *extensif* sont dépendantes de l'automobile et qu'elles nécessitent le parcours de plus grandes distances quotidiennes, ce mode de transport ne semble pas leur permettre de compenser le coût temporel de ces distances élevées. Un approfondissement de la relation entre les BTT, les distances, les vitesses et les modes de transport est donc nécessaire.

La mobilité de la ville – le partage modal, le BTT, la distance parcourue et la vitesse

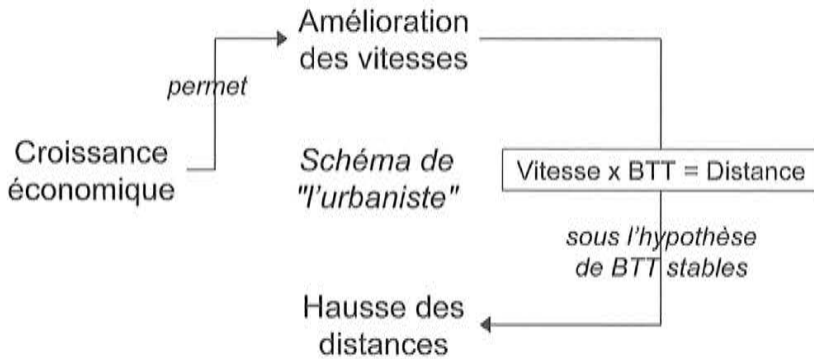
Comme nous en avons donné les premières intuitions, l'importance relative de la part de marché des transports collectifs caractérise le modèle *intensif* d'organisation urbaine. Le *graphique n° 18*, montre que la dépendance automobile ne correspond pas à une réduction des BTT. À l'opposé, la forme convexe de la relation décrite par le *graphique n° 18* pourrait indiquer que la place des transports collectifs dans les systèmes de transport urbain peut être vue comme une condition de réduction de ces BTT. Ce qui est opposé à l'idée que seuls les gains de vitesse de l'automobile peuvent réduire la dépense temporelle du transport.

La confrontation des distances parcourues aux BTT quotidiens illustre, dans le *graphique n° 19*, les deux profils de la mobilité quotidienne qui caractérisent les agglomérations des pays développés. La mobilité des villes du modèle *extensif* produit des distances parcourues, mais aussi des BTT plus élevés que ceux des villes du modèle *intensif*. De plus, le type *intensif* présente des BTT relativement stables, contrairement à ceux du type *extensif*.

Une différenciation des deux organisations urbaines en termes de vitesses peut donc être recherchée. Au niveau mondial une relation croissante et concave apparaît entre la distance parcourue et le BTT (*graphique n° 19*). Cela laisse supposer que les vitesses s'améliorent avec les distances parcourues. De plus, le long de cette tendance, les villes de type *extensif* et *intensif* ont des situations bien déterminées. Les villes *extensives* se situent sur la partie « plate » de la courbe, alors que les villes *intensives* sont sur une partie croissante de la courbe. Cette forme concave suppose que les gains de vitesse dans chacun de ces groupes n'ont pas la même intensité. La croissance du BTT est moins que proportionnelle à celle des distances parcourues. La forme concave semble indiquer un coût marginal temporel décroissant. Donc un gain en efficacité avec la distance parcourue. Enfin, le coût marginal temporel de la distance semble plus faible pour le modèle *extensif* que pour le modèle *intensif*. D'où une meilleure efficacité du système de production de transport urbain *extensif*.

Il semble donc que les vitesses des villes du modèle *extensif* sont plus élevées que celles du modèle *intensif*. Et cet avantage comparatif semble s'intensifier

Schéma n° 1 : Schéma de l'urbaniste

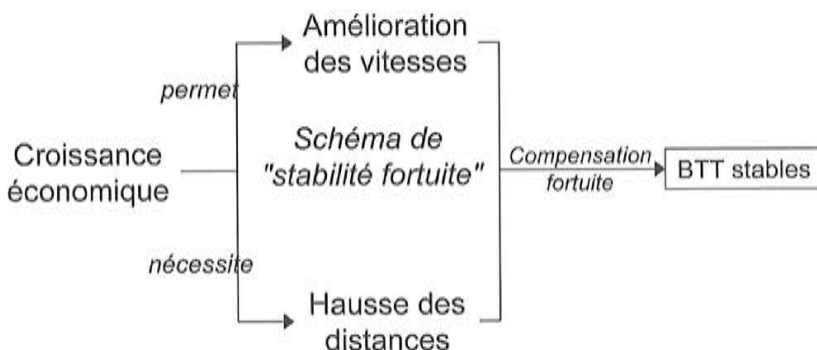


avec la distance parcourue. La différenciation en termes de vitesse peut être soutenue à l'aide de la relation observée entre le BTT et la vitesse moyenne du réseau routier (*graphique n° 20*). Les villes de type *extensif* affichent des vitesses globalement plus rapides que celles de type *intensif*. Mais dans les organisations de type *extensif*, les BTT sont eux aussi plus importants. Donc, les vitesses accrues de ces villes ne semblent pas « faire gagner du temps ». Pour parcourir plus de distance, les individus ont dû supporter, en contrepartie, un surcoût temporel. **Les nouvelles vitesses ne suffisent pas à expliquer l'expansion des distances parcourues. Malgré l'efficacité relative du modèle extensif à produire de la vitesse, ces villes ne parviennent pas à maintenir le BTT stable face à la hausse des distances parcourues.**

Enfin, l'efficacité des systèmes de transport est à confronter à l'activité économique des villes. Alors que l'activité économique de ces deux types d'organisation urbaine est comparable, les structures urbaines et les systèmes de transport urbain les dissocient nettement. Pour satisfaire leurs besoins de mobilité accrus, les agglomérations du modèle *extensif* consomment, à la fois, plus d'espace et de temps de transport. Nous avons vu que cette consommation de ressources est plus efficace dans ces villes et produit une mobilité plus que proportionnelle. Mais, d'après la relation entre le PIB urbain et les distances parcourues (*graphique n° 15*), le coût marginal en distance de l'activité économique paraît plus élevé pour le modèle *extensif* que pour le modèle *intensif*. La fonction de production globale de l'économie des villes du modèle *extensif* consomme plus de mobilité.

L'orientation du système de transport vers l'automobile ne semble pas se traduire par une réduction des consommations d'espace ou de temps. Le gain de vitesse est observable, mais il ne conduit pas à une stabilisation des BTT. Au

Schéma n° 2 : Schéma de la stabilité fortuite



contraire, les distances parcourues semblent indiquer que les vitesses ne sont pas suffisantes au maintien du BTT. La portée des déplacements a dépassé la limite que pouvait représenter le BTT stable. Ce constat amène alors à reconsidérer le lien causal établi entre distance-temps-vitesse, qui sous la conjecture de Zahavi se réduisait à un réinvestissement systématique des gains de temps, mais pas au-delà.

La nouvelle causalité

Nos résultats indiquent une tendance à l'étalement de la zone d'activités suffisamment forte pour inciter les individus à étendre leur champ spatial au-delà de ce qui leur est permis par la hausse des vitesses. 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 BTT rend la vitesse responsable de l'extension de la portée spatiale des déplacements en supposant le BTT fixe, il semble à la vue de nos résultats que *l'extension spatiale a franchi la barrière du BTT*. Le lien classique envisagé suppose que les gains de vitesse sont la conséquence du progrès technique et permettent d'échapper à la contrainte temporelle. Mais les gains de vitesse semblent pour les villes du modèle *extensif* insuffisants à maintenir le BTT constant, alors qu'ils paraissent l'être pour le modèle *intensif*.

- Pour le modèle *intensif*, la croissance de la mobilité peut être comprise comme un des facteurs de la croissance économique, dans le sens où le transport entre dans la « fonction de production » de l'activité économique comme l'un des facteurs de production. L'amélioration des vitesses tenterait alors de réduire le coût temporel en transport de la croissance économique, et ainsi, d'accroître la productivité marginale du transport, dans cette fonction de production.

- Pour les organisations urbaines *extensives*, la croissance économique semble se payer par un surcoût temporel de la mobilité. Les vitesses de ce modèle ne semblent pas suffisantes pour maintenir le BTT stable. L'amélioration de la productivité du transport, par les vitesses ne permet pas de compenser le besoin de mobilité de la croissance économique bien que, ces vitesses soient équivalentes ou plus élevées que celle du modèle *intensif*.

Cette différence semble alors indiquer l'existence d'une vitesse réelle, non perçue quantitativement, qui tient compte de l'agencement des activités et de l'organisation de la mobilité. Cette vitesse, liée à la notion d'accessibilité, semble alors nécessaire à la compréhension des mécanismes de la mobilité. L'accessibilité pourrait alors expliquer les différences de niveaux de BTT. L'accessibilité des villes *intensives* pourrait être plus grande que celle des villes *extensives* et permettrait de maintenir la stabilité des dépenses temporelles.

Cela nous conduit à reconsidérer le lien de causalité fondant le réinvestissement des gains de temps en transport. Nous avons observé que les attraits de la distance semblent compenser les dépenses temporelles des individus, renversant ainsi l'hypothèse de stabilité du BTT. Cette stabilité, observée jusqu'à présent, aurait alors pu être simplement fortuite. Et les vitesses pourraient alors être devenues obsolètes pour maintenir le BTT, perdant ainsi une part de leur responsabilité dans la croissance de la mobilité.

Le mécanisme classique de réinvestissement peut être résumé par le schéma « de l'urbaniste » où, sous l'hypothèse de stabilité des BTT, la croissance économique permet par le progrès technique, une accélération des vitesses relâchant ainsi la contrainte temporelle de la mobilité. La vitesse agit alors comme un levier sur les distances parcourues. La corrélation observée entre la stabilité des BTT et la croissance des vitesses et des distances est considérée comme une causalité.

Sous la conjecture de Zahavi, le maintien d'un BTT stable, se fait par le réinvestissement total des gains de temps. Il en découle alors que la vitesse est responsable du couplage des croissances économique et du transport ainsi que de l'étalement urbain. Mais ce que semble indiquer le cas des villes du modèle *extensif* est une « stabilité fortuite ». La croissance économique nécessite une plus grande mobilité, et permet, par le progrès technique, une amélioration des vitesses. Ces deux effets peuvent alors se compenser et permettre de conserver les BTT stables. Ou, peut être dans le cas des agglomérations du modèle *extensif*, les gains de vitesse ne suffisent pas. Et afin de répondre à la croissance économique et à son besoin de mobilité, les BTT doivent être revus à la hausse.

Ce sont alors les origines de cette stabilité fortuite qui doivent être recherchées. Plusieurs mécanismes de stabilisation des BTT peuvent être envisagés. L'obser-

vation de la stabilité des BTT peut être la conséquence d'un simple hasard statistique. La composition de la moyenne du BTT des agglomérations peut résulter en une constance relative des BTT sur plusieurs périodes, sans pour autant avoir une origine clairement identifiable. D'autres champs disciplinaires, comme par exemple la sociobiologie ou la chronobiologie, ont cherché à expliquer la conjecture de Zahavi par la recherche d'invariants comportementaux propres à l'espèce humaine. Plus souvent, la stabilité est interprétée comme étant structurelle et donc supposée comme résultant de compensations au sein de la population. Les études ont pu montrer de telles compensations entre groupes spécifiques de population, définis à un niveau désagrégé par les classes d'âges, les localisations urbaines, etc. ou à un niveau agrégé par la taille de l'agglomération ou des caractéristiques du système de transport. Enfin, à la croisée de ces différentes approches, l'économiste Hägerstrand (1970) expliquait le constat de BTT relativement proches par un raisonnement faisant intervenir les régularités du comportement humain et la constitution statistique de la moyenne et le jeu de compensation entre sous-populations. Ainsi, après soustraction des activités obligatoires telles que le sommeil et le travail, l'individu ne dispose que d'environ 4 h dans sa journée à consacrer aux activités de son choix. Il ne paraît alors pas déraisonnable de constater un regroupement des BTT autour d'1 h. Ce niveau se détermine par compensation des BTT de sous-populations lors de la composition de la moyenne.

Selon la conjecture de Zahavi, au niveau mondial, le BTT semble stable. Aucun des deux schémas : de « l'urbaniste » et de la « stabilité fortuite » ne peut être exclu. Les gains de vitesses peuvent en effet se traduire directement par un réinvestissement complet des gains de temps en transport. Mais la décomposition continentale semble indiquer que les villes du modèle *extensif* ne suivent pas ce principe. La croissance économique de ces villes semble susciter des BTT de plus en plus importants. Alors que les villes du modèle *intensif* parviennent à maîtriser, peu ou prou, leur ressource temporelle.

À la vue de ces résultats peut-on qualifier l'économie urbaine américaine d'extensive et l'économie urbaine européenne d'intensive en espace et en temps ? Quels facteurs peuvent expliquer cette plus grande sensibilité du BTT américain ? Les raisons sont-elles : des écarts de performances des systèmes de transport, 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 termes temporels ; une inertie socio-économico-spatiale plus grande en Europe ; ou encore un poids et une sensibilité plus grande du BTT motorisé par rapport à l'ensemble des modes de transport ?

En plus d'invalider la transférabilité de la conjecture de Zahavi à un niveau moins agrégé que le niveau mondial, le modèle de villes *extensif* remet en ques-

tion le lien de causalité possible entre les vitesses, les BTT et les distances parcourues. *Si les vitesses perdent leur rôle de maintien du niveau de mobilité, elles conservent leur pouvoir générateur. La croissance des transports, qui pouvait selon la conjecture de Zahavi être simplement une projection linéaire des gains de vitesses, pourrait être pour le modèle extensif, une croissance exponentielle.*

Quelles réponses des politiques de mobilité urbaine à une hausse potentielle des BTT ?

Les pages qui précèdent semblent montrer une assez grande différence entre les villes européennes et les villes nord-américaines. Celles-là semblent avoir maîtrisé mieux que celles-ci la fuite en avant que représente le triple accroissement de la vitesse, des distances parcourues et des BTT. Mais il serait présomptueux d'en déduire que nous sommes en présence d'un modèle européen opposable aux pratiques, souvent jugées peu soutenables, des Américains. Il n'est pas impossible en effet que nous soyons plutôt en présence de deux stades différents d'une même évolution. Sans adhérer benoîtement au raisonnement selon lequel les pays européens suivent, avec un certain décalage, les tendances nées aux États-Unis, il ne faut pour autant pas écarter l'idée d'un certain mimétisme. Même si les données géographiques et spatiales diffèrent, il n'est pas interdit de penser que des orientations similaires existent. D'autant que les choix des dernières années en faveur des transports publics et des modes lents sont réversibles. La construction d'infrastructures routières urbaines et périurbaines peut très bien être relancée dans les années qui viennent.

Nous devons donc nous interroger sur les politiques de transport, urbaines, mais aussi périurbaines et interurbaines. Quel signal envoient-elles aux citadins et aux urbains ? Le message est-il vraiment celui de la remise en cause des vitesses et de la lutte contre l'étalement urbain ? (p. 63) Ou sommes nous au contraire en présence d'un double discours, si ce n'est d'un double langage. À la remise en cause des vitesses en centre-ville, serait associée la persistance de la vitesse automobile pour les déplacements urbains et périurbains (p. 67). Au total, la recherche de gain de temps n'a pas disparu, ni des politiques de transport, ni des pratiques des individus. Évitions donc de nous polariser sur une vision mécaniste, quoique inversée, de la conjecture de Zahavi qui se résumerait au slogan suivant : réduisons les vitesses pour redensifier la ville ! Il semble plus opportun de tenir compte de l'hypothèse d'accroissement potentiel des BTT, avec ou sans diminution des vitesses, pour dessiner un projet urbain où les comportements individuels pourraient, s'ils le souhaitent, maîtriser les tenants et les aboutissants de la dilatation des espaces-temps de la ville (p. 70).

Politiques européennes de mobilité urbaine et réduction des vitesses : une autre façon de gérer la rareté du temps ?

Les premiers bilans des plans de déplacement urbain (PDU) lancés dans les villes françaises dans la seconde moitié des années 90 sont mitigés. Les objectifs explicites de ces PDU étaient le plus souvent une amélioration de la part de marché des transports collectifs et une moindre dépendance à l'automobile. Or, de Lyon à Nantes, en passant par Montpellier ou Toulouse, les chiffres les plus récents montrent que la voiture conserve des parts de marché importantes, voire les accroît si l'on tient compte de l'ensemble des déplacements de l'aire urbaine. En nous référant au modèle *extensif* présenté ci-dessus, nous devrions nous réjouir de cette prégnance croissante de l'automobile dans l'organisation de notre mobilité puisque c'est le choix qui conduit à une amélioration tendancielle des vitesses. Cette appréciation positive pourrait même être renforcée en introduisant les avantages d'un déplacement. Il va de soi en effet qu'une réduction du coût généralisé moyen peut aussi déboucher sur l'émergence de nouvelles opportunités de déplacement. Avec un coût plus faible, certains déplacements vont devenir intéressants. La ville, organisera de mieux en mieux la proximité.

Mais un problème surgit ici avec la question de la soutenabilité de l'automobilité. Comment éviter en effet que l'auto-mobilité se traduise par un accroissement de la mobilité sous forme d'allongement des distances, que ce soit pour les loisirs, le travail ou, principalement, le choix de la résidence ? Comme nous l'avons vu, les formes urbaines actuelles, plus étalées et souvent multipolaires, impliquent des déplacements relativement longs, sur des itinéraires extrêmement variés. Même lorsque le système de transport en commun est performant, il ne peut suffire à absorber la demande de mobilité, laquelle ne peut être satisfaite que par l'automobile. Et plus la part de cette dernière progresse, plus elle oriente les ménages et les firmes vers des localisations périphériques, accentuant d'autant la dépendance à l'automobile. C'est d'ailleurs l'explication d'une distance moyenne quotidienne assez élevée pour les habitants des centres-villes (voir tableau n° 1, p. 28).

La structure urbaine et la mobilité sont donc fortement liées et le système de transport dominant est à l'origine de l'évolution des formes urbaines. Sur la base de ce constat, les politiques urbaines et les références analytiques qui les fondent, plus ou moins explicitement, ont cherché à enrayer le phénomène de l'étalement urbain en se fondant sur le raisonnement suivant :

- Si la structure urbaine fournit l'espace dans lequel est réparti l'ensemble des activités possibles des individus, les localisations des différentes activités par rapport aux localisations des individus induisent les comportements de mobi-

lité. Les différences de distribution des zones d'emploi et des zones de résidence dessinent un niveau minimum de mobilité. Les concentrations d'activités, tant de travail que de loisirs, attirent une grande part des déplacements, et leurs localisations ont un effet sur les mobilités. Il faudrait alors se défier des localisations en périphérie, qui sont hors du champ d'action des TC et sont le terrain favori des déplacements en voiture particulière.

- Dans le même ordre d'idées, n'est-il pas possible d'agir sur les localisations en jouant sur la variable transport et les conditions de déplacement ? Si la densité urbaine, pourvoyeuse d'une bonne « proximité organisée », est synonyme de vitesse de déplacement réduite, pourquoi ne pas jouer volontairement sur la réduction des vitesses automobiles afin de recréer une certaine densité urbaine ?

Ayant été en France l'un de ceux qui a le plus insisté sur cette vision des choses, Wiel (1999) rappelle qu'il y a coproduction entre la ville et la mobilité. Pour lui l'étalement urbain est le fruit de vitesses de déplacement accrues. Symétriquement, un frein à l'expansion spatiale des villes ne résiderait-il pas, alors, dans la régulation des vitesses ? Si la vitesse a permis d'étendre les villes, elle devrait pouvoir freiner, voire renverser leur étalement. La réduction des vitesses devrait permettre de diminuer la zone d'accessibilité des individus. Et de ce fait les inciter à modifier leur localisation résidentielle, au bénéfice des centres d'activités. Avec une telle orientation, c'est en fait une redensification des villes et des centres (anciens comme nouveaux) qui est attendue¹⁸. Sans que les choses soient annoncées de façon toujours aussi claire (réduire la portée des déplacements quotidiens), il est évident que ce type de raisonnement inspire de nombreuses analyses stratégiques conduites soit par des experts¹⁹, soit par des élus locaux²⁰. Les uns et les autres fondent leurs analyses sur l'impossible fuite en avant que constitue, en zone urbaine, le « toujours plus » de mobilité. Ce que nous avons dit du modèle nord-américain de ville, comparé au modèle européen, renforce la conviction selon laquelle la vitesse ne doit pas être recherchée. Ne pourrait-on pas affirmer que la remise en cause de la vitesse automobile ne serait que la confirmation du choix des villes européennes en faveur d'une mobilité durable ? D'une mobilité qui en aurait fini avec la fuite en avant de l'accroissement de la

18 Ce raisonnement illustre la prise de conscience provoquée par la fameuse courbe dans laquelle Newman et Kenworthy (1980) montrent l'existence d'une relation inverse entre densité et consommation d'énergie par habitant.

19 Voir Bieber, Massot et Orfeuil (1993), Kaufmann (2000), et aussi DRAST, Groupe de Batz, (2002).

20 Voir la Revue *2001 Plus*, DRAST, n° 58, février 2002.

portée des déplacements quotidiens. Pour la simple raison qu'à terme, ce phénomène se traduit par l'accroissement des BTT eux-mêmes.

Dans la ligne des réflexions de Sansot (1998) sur le temps, de telles orientations trouvent leur originalité et une grande part de leur séduction dans le fait qu'elles interrogent de façon fondamentale la notion de durabilité. Qu'est-ce en effet que le développement durable si ce n'est celui qui gère avec parcimonie les ressources rares ? Et quelle est aujourd'hui la ressource la plus rare si ce n'est le temps ? Face à la vitesse, présentée comme « solution » à la rareté du temps, l'éloge de la lenteur que fait P. Sansot consiste à proposer aux individus une autre forme de maîtrise du temps. Dans la perspective qui nous occupe, son raisonnement peut se résumer à l'idée selon laquelle l'organisation de la proximité, qui caractérise la ville, doit être au moins autant temporelle que spatiale. S'il est évident que l'organisation du système de déplacements, et son financement, sont devenus une question politique centrale à l'échelle locale comme au niveau national, les enjeux sont aujourd'hui en pleine évolution. L'organisation des budgets temps de la mobilité devient une dimension majeure de la vie quotidienne. D'ailleurs, ce thème devient de plus en plus prégnant lors des élections locales. Des « bureaux des temps » apparaissent, appelés parfois « agences de mobilité ».

Pour que la ville continue à produire les effets bénéfiques issus de la proximité organisée, les effets d'agglomération, la mobilité quotidienne doit être aisée pour le plus grand nombre. Mais aisée ne signifie pas rapide. La marche à pied est le mode le plus accessible au plus grand nombre et au moindre coût. La politique des transports urbains ne doit-elle pas être prioritairement orientée en faveur de ce mode, dont le transport collectif n'est qu'un prolongement ? Dans cette perspective les missions de la puissance publique évoluent. Longtemps focalisées sur le développement de nouvelles infrastructures, principalement routières, pour faire face à l'accroissement du trafic, elles s'orientent désormais vers les programmes d'activités. Ainsi, une nouvelle dimension privée de la vie quotidienne fait son entrée dans le champ politique. De même que dans la première moitié du XX^e siècle la protection sociale (santé, retraite) était progressivement entrée au cœur de la question sociale, de même en ce début de XXI^e siècle, la mobilité et les programmes d'activités s'imposent dans le débat public.

- Dans un premier temps, elles le font sur les bases des demandes traditionnelles relayées par les élus locaux : plus d'infrastructures de transport²¹ ! Face à la vigueur confirmée de la demande de mobilité, les politiques publiques ont

21 Les « décisions » du CIADT (Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire) du 18 décembre 2003 illustrent parfaitement l'idée selon laquelle le rôle des politiques publiques est essentiellement de lancer des projets d'infrastructures de transport.

comme ardente obligation de promouvoir une offre bien dimensionnée. Mais en zone urbaine, il ne s'agit plus de faire des routes nouvelles. Le choix collectif est en Europe clairement en faveur des modes collectifs.

- Si cette mission de bâtisseur subsiste, elle n'est plus la seule. Car il ne s'agit plus d'offrir simplement aux ménages des opportunités supplémentaires de déplacement. Même si cela peut encore surprendre, il s'agit également de donner une image cohérente de la ville, c'est-à-dire de l'espace de la mobilité quotidienne. Et de façon très simple, il s'agit d'offrir aux citoyens des modèles de mobilité et de choix des programmes d'activités. En promouvant la marche à pied et les modes lents, ce sont les choix de localisation, les comportements d'achats et de loisirs, et bien sûr les choix de mode de transport qui sont progressivement modifiés. Car loin d'être le seul fruit des arbitrages individuels, ces préférences individuelles s'inscrivent dans le cadre de préférences collectives qui doivent être affirmées.

La cohérence des préférences tutélaires ainsi affirmées se rattache explicitement aux enjeux du développement durable. Les mêmes électeurs qui se réjouissent aujourd'hui des nouvelles infrastructures routières de transport s'inquiètent également, ou s'inquiéteront demain, de leurs effets négatifs sur l'environnement, global et local, mais aussi sur la fiscalité. Car en matière de mobilité urbaine, le simple prolongement des tendances conduit à des changements de degré qui débouchent potentiellement sur des changements de nature. Car, ce qui se défait avec la ville compacte, c'est aussi une certaine conception de la politique et du vivre ensemble. Avec des individus aux ancrages multiples, travaillant dans une commune, habitant dans une seconde et effectuant leurs achats dans une troisième. Avec des élus qui n'ont plus de prise, par le biais de la fiscalité notamment, sur les choix résidentiels ou sur les stratégies de mobilité. Avec des frontières administratives vidées de leur sens, incapables de concrétiser des solidarités locales et surtout des projets collectifs, c'est d'une certaine façon la chose publique (*res publica*) qui s'étiole. En toute logique, ce mouvement conduit, on le sait avec l'exemple nord-américain, aux communautés fermées (*gated communities*). C'est-à-dire à des sous-ensembles urbains qui se déroberont à l'urbanité propre à la ville. Un espace clos, fermé aux non-membres, organise sa propre sécurité et son agencement interne sans souci du monde extérieur. Et, de plus en plus souvent, demande à être déchargé d'une partie des impôts locaux du fait de son propre système interne de financement des voiries et autres systèmes de sécurité collective.

Bien évidemment, ce scénario extrême n'est pas (encore ?) à l'ordre du jour en Europe et en France. L'étalement urbain se fait plus par la multiplication des lotissements et le mitage du territoire que par la formation de communautés

fermées. Mais sous des formes différentes, ce sont les mêmes questions qui sont posées. L'intégration des nouveaux résidents des lotissements n'est pas évidente dans les communes qui se sont lancées dans de tels programmes. Quant au mitage du territoire, il exacerbe les demandes de service à la collectivité (transports scolaires, réseaux d'eau et d'assainissement, voirie, énergie, etc.), à des coûts croissant, alors que dans le même temps, la hausse de la fiscalité locale n'est pas la bienvenue. En un mot comme en cent, tous ces mouvements conduisent à l'affaiblissement de la cité. L'enjeu n'est plus seulement celui de la compacité, de la densité ou de la fiscalité, mais bien celui de la vie sociale et politique propre aux agglomérations humaines, villes et villages.

Bien évidemment, l'action sur les vitesses à elle seule ne peut prétendre résoudre toutes les questions posées. Même en accompagnant cette nouvelle donne sur les vitesses de mesures comme le développement de lignes de transport collectif, les aménagements urbains et l'offre de logements proches des lignes de transport en commun, il n'est pas évident que le résultat souhaité soit au rendez-vous. Et cela pour deux raisons principales :

- La première, que nous traiterons dans la prochaine sous-partie, est que la politique de réduction des vitesses automobiles connaît de fortes limites spatiales. Ne s'agit-il pas simplement d'une politique de centre-ville, voire de ville-centre, mais pas d'agglomération ?
- La seconde, que nous aborderons dans la dernière sous-partie, est liée à la possibilité d'un accroissement des BTT. Cette hypothèse a déjà été confirmée dans le modèle de ville *extensif*. Ne pourrait-il pas aussi se manifester dans les villes européennes, cette fois comme une réponse à la dégradation voulue des vitesses automobiles ?

La politique de réduction des vitesses en centre-ville : une logique de « Disneyland » ?

La réduction des vitesses automobiles est relativement aisée dans les centres-villes, à la condition d'un niveau de performance des modes alternatifs satisfaisant le besoin de mobilité. Des instruments tels que les parkings-relais et des lignes de transports collectifs bien dimensionnées rendent opérationnelles les réductions de vitesses des voitures particulières en centre-ville. Si les transports en commun captent une part du trafic, la congestion dans les zones denses du centre pourra ne pas (trop) augmenter. D'une certaine façon, les réductions de vitesse imposées au centre, permettront de conserver l'avantage comparatif de la vitesse des transports collectifs et de limiter le retour du trafic automobile.

Il est possible d'analyser cette orientation à la baisse des vitesses automobiles en ville comme un choix tutélaire en matière de valeur du temps. De même

qu'il existe une valeur tutélaire du taux d'actualisation et une valeur tutélaire du temps pour le calcul économique, de même les politiques urbaines qui cherchent aujourd'hui à favoriser les transports en commun procèdent à une sélection contraire (*adverse selection*) des valeurs du temps. Là où l'analyse économique de la congestion, pour accroître la fluidité, invite à une tarification qui cherche à éliminer les usagers dotés d'une trop faible valeur du temps (Cf. le péage de Londres), les politiques urbaines substituent une approche différente. Sans chercher explicitement à chasser du centre-ville les usagers à forte valeur du temps, elles proposent un autre arbitrage.

Quels sont en effet les motifs de déplacement de ceux qui circulent dans la ville-centre ? Qu'il s'agisse d'un déplacement depuis (ou vers le) domicile, depuis (ou vers) le lieu de travail ou depuis (ou vers) un espace commercial ou de loisir, l'usager est appelé à prendre conscience du fait qu'une incompatibilité existe entre les aménités qu'il recherche dans cette zone et la vitesse des déplacements automobiles. Au risque de caricaturer quelque peu, tout se passe comme si les élus des villes-centres étaient de plus en plus tentés par une vision tutélaire de la valeur du temps du type de celle qui prévaut à « Disneyland »²² ou au cœur des zones très touristiques. Le signal clé envoyé aux usagers de ces espaces est qu'une lenteur relative est le prix à payer pour utiliser ce bien collectif que représente le « parc d'attraction urbain ». Le développement des tramways, mode relativement lent par rapport au métro, est une illustration de ce choix que l'on retrouve aujourd'hui dans de très nombreuses villes françaises mais aussi européennes (Barcelone, Genève, etc.). Renonçant à la fuite en avant dans la vitesse, ce qui est offert aux usagers est une certaine qualité de vie urbaine qui suppose des déplacements relativement lents. Les usagers (ménages et firmes) sont invités de ce fait à réorganiser leur programme d'activités, soit en modifiant leur itinéraire, soit en décalant leurs horaires de déplacement, soit en modifiant la localisation de leur domicile, voire de leur emploi.

L'intérêt de cette nouvelle donne, amorcée depuis de longues années dans des villes comme Berne (Suisse) ou Freiburg et Karlsruhe (Allemagne), est que de tels choix n'ont pas pour autant conduit à étouffer les centres-villes. Les valeurs foncières y ont au contraire progressé et l'attractivité commerciale et résidentielle ne s'est pas démentie. Il s'agit donc bien d'un choix économique cohérent de la part d'élus qui cherchent à valoriser le patrimoine public qu'ils ont à gérer. Ce qu'ils valorisent le plus n'est pas le temps mais le patrimoine inclus dans l'espace urbain, et sa capitalisation dans les valeurs foncières. Entre le temps et l'espace, ils ont choisi le second et cette priorité s'impose aux valeurs du temps implicitement requises des usagers. Il faut donc clairement réaffirmer ici que le

22 On notera avec intérêt que chaque Disneyland est construit sur le modèle d'une ville...

choix localisé de réduction des vitesses automobiles et de faible valorisation collective des gains de temps n'est pas un choix antiéconomique même s'il peut apparaître ainsi au départ. Tout du moins, il ne l'est pas tant que la zone ainsi contrainte n'est pas trop large.

Car l'application de la réduction des vitesses automobiles devient plus difficile à mesure que l'on s'éloigne du centre. Si, notamment pour des raisons de sécurité, il est possible, en périphérie comme dans l'agglomération, de réduire les vitesses maximales, les vitesses moyennes diffèrent radicalement. Dans les centres-villes, les vitesses moyennes des déplacements automobiles ne dépassent pas les 16 ou 18 km/h. Il n'en va pas de même en périphérie où elles sont plus proches des 60 km/h, ce qui dans ce cas est nettement supérieur aux transports collectifs. La réduction des vitesses sur les voies pénétrantes peut inciter à un report modal sur les transports en commun, pour les déplacements en direction du centre. Mais, elle peut aussi fortement perturber les déplacements de périphérie à périphérie, pour lesquels les transports en commun sont difficilement concurrentiels en raison du conflit existant entre le niveau de service demandé (les fortes exigences de flexibilité, de fréquence, etc.), et le niveau de fréquentation assurant un minimum de rentabilité économique. La promotion des faibles valeurs du temps dispose donc d'une certaine pertinence en centre-ville, mais pas en périphérie.

Car de même que les valeurs du temps sont faibles au cœur même de Disneyland mais qu'elles sont fortes dans les déplacements qui y conduisent²³, de même la faible vitesse des déplacements internes à la ville-centre est d'autant mieux acceptée que des possibilités réelles de contournement existent pour le trafic de transit ou de périphérie à périphérie. C'est la raison pour laquelle les mêmes élus qui souhaitent contraindre fortement la mobilité automobile dans la ville-centre, militent en même temps pour la réalisation de boulevards périphériques et autoroutes de contournement, même très coûteux. Il n'y a pas d'incohérence à cela car leur contrainte sur les vitesses et les valeurs du temps n'est pas une position universelle de principe. Il s'agit tout au plus d'un choix contingent, lié à la gestion d'un patrimoine bien localisé dans l'espace. Ce qui explique aussi une certaine réticence des élus à se lancer dans des politiques d'agglomération qui pourraient limiter les marges de manœuvre des édiles de la ville-centre.

Présenté ainsi, comme un arbitrage en faveur de la vitesse lente et de l'amélioration des aménités urbaines (et des valeurs foncières qui y sont liées) le choix des élus est tout à fait rationnel. Il n'est pourtant pas certain qu'ils en aient bien

23 Eurodisney, à Marne-la-Vallée (Ile-de-France) est desservi directement par le TGV et le Réseau Express Régional (parisien). L'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle n'est pas très éloigné.

saisi toutes les implications. Car si nous nous plaçons maintenant à l'échelle de l'agglomération et non pas à celle de la ville-centre, le modèle de segmentation spatiale des valeurs du temps ne conduit ni à une réduction de la mobilité, ni à une stabilisation des besoins en infrastructures de transport. Alors que beaucoup de politiques locales de transport affichent leur volonté de substituer les investissements en transport en commun à ceux destinés à la voiture particulière, nous sommes plutôt en présence d'une complémentarité et donc d'une nécessaire augmentation des deux éléments. Or, en zone périurbaine, les investissements en infrastructures de transport ont un coût très élevé. Les élus vont donc être rapidement confrontés aux contradictions inhérentes à leurs politiques implicites. D'une part, ils auront besoin de fonds importants pour développer les transports publics dans la ville-centre. D'autre part, les besoins financiers des voiries routières de la périphérie ne déclinera pas, pas plus que les besoins des transports ferroviaires régionaux.

Il sera donc nécessaire de dépasser la logique de Disneyland. Cette dernière est le témoin d'une époque et d'un choix spécifique : celui des villes européennes qui ont souhaité défendre et valoriser leur patrimoine urbain, héritier de traditions séculaires gravés dans le plan même des centres-villes. Mais, il est aujourd'hui nécessaire de passer à un autre stade. Il faut penser à la mobilité et à la localisation des résidences et des activités dans une zone qui va durablement demeurer vaste. Il y a un risque pour que la logique de Disneyland²⁴ se révèle comme une simple transcription dans le cadre bâti ancien des villes européennes, du modèle américain de ville extensive. Il est donc nécessaire de ne pas se contenter de croire que nos agglomérations relèvent d'un modèle plus intensif et que cela nous dédouane de toute réflexion prospective. Il faut au contraire réfléchir à la façon dont ce modèle intensif pourrait évoluer.

Le modèle européen de ville et les politiques de mobilité : comment dépasser les interprétations mécanistes de la conjecture de Zahavi ?

L'intérêt de la conjecture de Zahavi est qu'elle nous a conduit à remettre en cause l'idée selon laquelle les individus cherchaient à réduire de façon absolue le temps passé dans les transports. Mais la façon dont est présentée cette conjecture, comme une « loi » de constance des BTT, doit être contestée. Ce qui doit être retenu des travaux de Zahavi est l'idée selon laquelle il existe un effet de cli-

24 C'est pour cette raison que nous choisissons délibérément cette appellation provocante. Le lecteur doit savoir que la Compagnie Disney ne produit pas que des films et des parcs d'attraction. Elle est aussi, notamment en Floride, à l'origine de villes nouvelles construites autour de rues piétonnes, mais dont il n'est pas possible de sortir sans faire de longues distances en automobile.

quet des BTT puisqu'ils ne s'orientent pas à la baisse, même et surtout si les vitesses augmentent. Cet effet de cliquet fonctionne à la baisse, mais pas à la hausse. Les BTT peuvent augmenter.

- Soit pour profiter d'une vitesse accrue offrant des opportunités nouvelles de « conquête de l'espace » et des activités qui s'y inscrivent. Le gain de vitesse augmente la portée et les occasions de déplacements.
- Soit pour combattre les risques que recèle le ralentissement des vitesses dans une zone urbaine donnée. Ainsi, en Suisse, les BTT moyens sont plutôt supérieurs à ce qu'ils sont dans les villes européennes de même taille du fait d'une proportion un peu plus forte de déplacements en transport en commun. Dans le même ordre d'idées, en région parisienne, la dégradation des conditions de circulation automobile au cours des années 90 pourrait expliquer un accroissement des BTT des automobilistes se déplaçant sur certains axes²⁵.

En d'autres termes, la réduction des vitesses n'est pas une garantie de la réduction des distances parcourues et de la mobilité. Il n'y a donc pas de panacée ou de recette magique. Marc Wiel, lorsqu'il promeut la réduction des vitesses automobiles, ne dit pas autre chose. Il ne dit pas que la réduction des vitesses est une solution qui garantit un retour à la ville compacte mais que c'est un moyen de reconnaître que la fuite en avant dans l'étalement urbain place la ville « en état de panique »²⁶. Par une politique qui, explicitement, ne cherche plus à offrir des gains de temps, il s'agit de mettre fin à cette course au besoin de vitesse pour proposer des programmes cohérents de mobilité durable. Quand bien même cela conduirait-il à un accroissement des BTT, ce qui importe n'est pas en soi la vitesse, ou les distances parcourues, ou la taille de l'agglomération, ou sa compacité. Ce qui est en jeu est fondamentalement politique : comment, à travers les politiques de mobilité, restaurer une certaine citoyenneté urbaine ?

Rappelons que la citoyenneté est faite de droits et devoirs mais repose aussi, comme l'a souligné Leca (1991), sur l'hypothèse que les individus sont dotés d'une compétence politique qui leur fait prendre en compte les effets collectifs de leurs choix individuels. En ce sens, dans une société où le risque et les incertitudes sont de plus en plus mal acceptées, les électeurs demandent de plus en plus aux élus une aide à la décision cohérente. Ce qui vient de se produire en France dans le domaine de l'insécurité routière pourrait surgir demain dans le champ de la mobilité. Alors que, pendant longtemps, les Français, fidèles à leur

25 Voir sur ce point Sandrine Wenglenski, Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Ile-de-France, Thèse de Doctorat, Université Paris XII, décembre 2003.

26 Wiel, (2003).

habitude, ont fait en sorte que les règles de sécurité routière (notamment les limites de vitesse) puissent être édictées mais non respectées, il vient de se produire un changement notable. De bonne ou de mauvaise grâce, ces mêmes Français sont en train d'accepter que leurs pratiques individuelles deviennent peu à peu cohérentes avec le code de la route.

Or, sans que l'on s'en rende compte, la même évolution des préférences collectives est à l'œuvre en matière de mobilité et d'infrastructure de transports. Tout projet est aujourd'hui fortement critiqué par les riverains. On peut y voir, et c'est souvent le cas, des réactions en forme de NYMBY, c'est-à-dire incohérentes : je veux bien l'infrastructure, mais pas dans mon jardin. Mais au-delà de ces pratiques, on rencontre aussi des associations d'usagers et de riverains qui proposent des solutions alternatives qui ne sont pas forcément stupides. Souvent, une vraie réflexion sur le développement durable a animé les travaux de groupes qui, pour élargir leur audience, ont dû dépasser le stade de la seule protestation. Ce que disent ces groupes est en premier lieu qu'il faut optimiser l'usage des infrastructures existantes, routières et ferroviaires. Cette façon d'aborder les choses est intéressante car elle permet à l'élu de ne pas se trouver seul en face de ses administrés. Il peut au contraire s'appuyer sur de tels discours pour faire émerger l'idée selon laquelle la construction de nouvelles infrastructures ne doit pas être la première solution avancée. La pratique des infrastructures doit être d'abord interpellée. Ce qui débouche sur des réflexions en termes de covoiturage, de plans de déplacement d'entreprise, de limitation des parkings sur le lieu de travail et bien évidemment de desserte en transport en commun.

Il est à ce titre intéressant de comparer le péage urbain mis en place à Londres et celui de Trondheim, en Norvège. Le premier autorise autant de passage que l'on veut au point de péage dans une journée, une fois qu'un premier paiement a eu lieu ce même jour. À Trondheim au contraire le nombre de passages par semaine est limité. Il est ainsi impossible de faire chaque jour ouvrable d'une semaine deux allers et retours par jour vers la zone de péage depuis l'extérieur, par exemple pour rentrer déjeuner à son domicile. Dans le second cas, le péage est donc clairement associé à un message de limitation du nombre de déplacements.

Nous pouvons pour conclure généraliser cette remarque. Ce que les politiques de la mobilité urbaine doivent réussir dans les années à venir ne se résume pas à un indicateur, qu'il s'agisse de la densité, du BTT, de la vitesse ou de la distance moyenne parcourue quotidiennement. Nous devons au contraire nous garder de tout simplisme, de toute polarisation sur une variable clé. Le fait que le réductionnisme méthodologique propre à la microéconomie nous ait conduit à nous concentrer sur la question des BTT, puis sur celle de la vitesse ne doit pas nous induire en erreur. La démarche analytique qui cherche, par simplification, à faire émerger les causalités les plus significatives ne doit pas être confon-

due avec les décisions politiques, qui doivent prendre en compte de multiples dimensions. Mais en nous concentrant sur certains mécanismes méconnus, le réinvestissement en transport du temps gagné par les améliorations de la vitesse, nous avons mis le doigt sur de nouvelles logiques possibles pour les politiques urbaines.

S'il apparaît clairement que la ville-centre donne la priorité aux modes de transport lents, au premier rang desquels se situe la marche à pied. S'il se manifeste tout aussi clairement que, pour les trajets périurbains et interurbains, les politiques de transport ont décidé de réserver la vitesse de déplacement aux modes collectifs. Si les choix en matière d'infrastructure de transport et le respect de la réglementation sur les infrastructures existantes viennent confirmer ces orientations. Alors, fut-ce au prix d'une lente percolation, les comportements individuels entreront progressivement dans cette cohérence nouvelle. Plus même, ils demanderont aux autorités publiques de leur fournir des plans d'action allant dans le même sens. Loin d'être « un long fleuve tranquille », les politiques de mobilité urbaine connaîtront des tensions et des conflits ouverts. Les divergences d'intérêt ne manqueront pas de surgir et toutes les agglomérations n'arriveront pas avec le même bonheur, à offrir à leurs administrés des programmes cohérents de mobilité. Mais ces difficultés ne sauraient faire oublier qu'il y a là un enjeu majeur des décennies à venir. Des élus courageux, ou tout simplement à l'écoute de l'évolution des préférences collectives, ont su dès les années 80 remettre en cause la logique urbaine du tout automobile. Pourquoi d'autres élus ne se montreraient-ils pas tout aussi entreprenants dans le domaine de la mobilité périurbaine ?

Annexe 1 : Composition de la base UITP

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

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

° Minibuses per million people	units/10 ⁶ persons
° Tram units per million people	units/10 ⁶ persons
° Light rail units per million people	units/10 ⁶ persons
° Metro units per million people	units/10 ⁶ persons
° Suburban rail units per million people	units/10 ⁶ persons
° Heavy rail units per million people	units/10 ⁶ persons
– Total public transport vehicle kilometres of service per capita	v.km/person
° Bus vehicle kilometres per capita	v.km/person
° Minibus vehicle kilometres per capita	v.km/person
° Tram wagon kilometres per capita	v.km/person
° Light rail wagon kilometres per capita	v.km/person
° Metro wagon kilometres per capita	v.km/person
° Suburban rail wagon kilometres per capita	v.km/person
° Heavy rail wagon kilometres per capita	v.km/person
– Total public transport vehicle kilometres of service per urban hectare	v.km/ha
° Bus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Minibus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Tram wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Light rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Metro wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Suburban rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
° Heavy rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
– Total public transport seat kilometres of service per capita	seat km/person
° Bus seat kilometres per capita	seat km/person
° Minibus seat kilometres per capita	seat km/person
° Tram seat kilometres per capita	seat km/person
° Light rail seat kilometres per capita	seat km/person
° Metro seat kilometres per capita	seat km/person
° Suburban rail seat kilometres per capita	seat km/person
° Heavy rail seat kilometres per capita	seat km/person
– Overall average speed of public transport	km/h
° Average speed of buses	km/h
° Average speed of minibuses	km/h
° Average speed of trams	km/h
° Average speed of light rail	km/h
° Average speed of metro	km/h
° Average speed of suburban rail	km/h
° Average speed of heavy rail	km/h
• Mobility Indicators	
• Overall mobility	

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

* Suburban rail boardings per capita	boardings/person
* Heavy rail boardings per capita	boardings/person
– Total public transport passenger kilometres per capita	p.km/person
* Bus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Minibus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Tram passenger kilometres per capita	p.km/person
* Light rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Metro passenger kilometres per capita	p.km/person
* Suburban rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Heavy rail passenger kilometres per capita	p.km/person
• User cost of transport	
Average user cost of a car trip	10.4 % per capita GDP/trip
Average user cost of a public transport trip	10.4 % per capita GDP/trip
Price of fuel per km	10.5 % per capita GDP/km
User cost of private transport per passenger kilometre	10.5 % per capita GDP/km
User cost of public transport per passenger kilometre	10.5 % per capita GDP/km
Maximum charge for on-street parking in the CBD	10.4 % per capita GDP/h
Maximum charge for off-street parking in the CBD	10.4 % per capita GDP/h
Average of the maximum parking charges in the CBD	10.4 % per capita GDP/h
Fine for parking in no parking zone	% per capita GDP
Fine for obstructing public transport	% per capita GDP
Fine for exceeding parking time in a paying parking place	% per capita GDP
• Public transport productivity	
– Overall public transport vehicle occupancy	persons/unit
* Bus vehicle occupancy	persons/unit
* Minibus vehicle occupancy	persons/unit
* Tram wagon occupancy	persons/unit
* Light rail wagon occupancy	persons/unit
* Metro wagon occupancy	persons/unit
* Suburban rail wagon occupancy	persons/unit
* Heavy rail wagon occupancy	persons/unit
– Overall public transport seat occupancy	persons/seat
* Bus seat occupancy	persons/seat
* Minibus seat occupancy	persons/seat
* Tram seat occupancy	persons/seat
* Light rail seat occupancy	persons/seat
* Metro seat occupancy	persons/seat
* Suburban rail seat occupancy	persons/seat
* Heavy rail seat occupancy	persons/seat
Public transport operating cost recovery	%

Average public transport farebox revenue per boarding	USD/boarding
Average public transport farebox revenue per passenger kilometre	USD/pass. km
Average public transport farebox revenue per vehicle kilometre	USD/v.km
• Transport Financial Cost	
• Public Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport investment	%
Public transport investment per capita	USD/person
Public transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Public transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Public transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport operating costs	%
• Private Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on road investment	%
Road investment per capita	USD/person
Annual road investment per kilometre of road	USD/km
Private transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Private transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Private transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on private transport operating costs	%
• Overall Transport Cost	
Overall transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall private transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall public transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Total passenger transport cost per capita	USD/person
Total private passenger transport cost per capita	USD/person
Total public passenger transport cost per capita	USD/person
Total passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total private passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total public passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
• Transport Externalities Indicators	
• Transport Energy Indicators	
Private passenger transport energy use per capita	MJ/person
Public transport energy use per capita	MJ/person
Total transport energy use per capita	MJ/person
Energy use per private passenger vehicle kilometre	MJ/km
– Energy use per public transport vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per bus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per minibus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per tram wagon kilometre	MJ/km

* Energy use per light rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per metro wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per suburban rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per heavy rail wagon kilometre	MJ/km
– Energy use per private passenger kilometre	MJ/p.km
– Energy use per public transport passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per bus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per minibus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per tram passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per light rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per metro passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per suburban rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per heavy rail passenger kilometre	MJ/p.km
Overall energy use per passenger kilometre	MJ/p.km
• Air Pollution Indicators	
• Total emissions per capita	
* Emissions of CO per capita	kg/person
* Emissions of 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 : Tests de normalité de la distribution des BTT

Tableau A1 : Tests de normalité de la distribution des BTT mondiaux

Tests d'ajustement pour la distribution normale					
Test	Statistique		Ddl		p-value
Kolmogorov-Smirnov	D	0,060		Pr > D	>0,150
Cramer-von Mises	W-Sq	0,060		Pr > W-Sq	>,250
Anderson-Darling	A-Sq	0,350		Pr > A-Sq	>0,250
Chi-Square	Chi-Sq	74,304	7	Pr > Chi-Sq	<0,001
Jarque-Bera	Chi-Sq	3,722	2	Pr > Chi-Sq	>0,150

Tableau A2 : Tests de normalité de la distribution des BTT développés

Tests d'ajustement pour la distribution normale					
Test	Statistique		Ddl		p value
Kolmogorov-Smirnov	D	0,118		Pr > D	0,055
Cramer-von Mises	W-Sq	0,170		Pr > W-Sq	0,013
Anderson-Darling	A-Sq	1,042		Pr > A-Sq	0,009
Chi-Square	Chi-Sq	9,162	3	Pr > Chi-Sq	0,027
Jarque-Bera	Chi-Sq	7,425	2	Pr > Chi-Sq	0,024

Bibliographie

- **Abraham C.**, 1961, La répartition du trafic entre itinéraires concurrents : réflexions sur le comportement des usagers, application au calcul des péages, *Revue générale des routes et des Aérodrômes*, n° 357, octobre, 39 p.
- **Ausubel J.H., Marchetti C., Meyer P.S.**, 1998, Toward green mobility: the evolution of transport, *European Review*, Vol. 6, n° 2, pp. 137-156.
- **Baumol, W.J., Oates W.E.**, 1988, *The theory of environmental policy*, Cambridge : Cambridge University Press.
- **Baumstark L., Bonnafous A.**, 1998, La relecture théorique de Jules Dupuit par Maurice Allais face à la question du service public, communication au colloque « La tradition économique française – 1848-1939 », Lyon, 2-3 octobre, 15 p.
- **Becker G.**, 1965, Time and Household production: a theory of the allocation of time, *Economic Journal* 75, September, pp. 493-517
- **Beesley M.E.**, 1965, The value of time spent in travelling, some new evidence, *Economica* 45, May, pp. 174-185.
- **Bieber A.-A., Massot M.-H., Orfeuill J.-P.**, 1993, Prospective de la mobilité urbaine. In Bonnafous A., Plassard F., Vulin B., : *Circuler demain. La Tour d'Aigues*, DATAR, Éd. de l'Aube, coll. Monde en cours.
- **Blayac T., Causse A.**, 2002, Value of travel time, *Transportation Research Part B*, pp. 367-399.
- **Bonnafous A.**, 1999, Infrastructures publiques et financement privé : le paradoxe de la rentabilité financière, *Revue d'Économie Financière*, n° 51, pp. 157-166.
- **Bourdaire J.-M.**, 2000, Le lien entre consommation d'énergie et développement économique, World Energy Council, avril.
- **CEMT**, 1990, Investissements publics et privés dans le secteur des transports, table ronde 81, Paris, 119 p.
- **Commissariat Général du Plan**, 1994, Rapport du groupe présidé par Marcel Boiteux, « Transports : pour un meilleur choix des investissements », 131 p.

- **Commissariat Général du Plan**, 2001, Rapport du groupe présidé par Marcel Boiteux, « Transports : choix des investissements et coût des nuisances », 325 p.
- **Crozet Y.**, 2000, Du péage urbain à la tarification des déplacements, peut-on sortir des ambiguïtés ?, dans Péage et financement d'infrastructures en milieu urbain : Lyon, les leçons d'un périphérique, Actes du colloque organisé par le Grand Lyon et le LET, Lyon, 5-6 décembre, Études et Recherches, LET, 13, pp. 235-251.
- **Crozet Y., Joly I.**, 2004, Budgets-temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du « bien le plus rare », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 45, pp. 27-48.
- **Crozet Y., Marlot G.**, 2001, Péage urbain et ville durable : figures de la tarification et avatars de la raison économique, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 40, pp. 79-113.
- **De Palma A., Fontan C.**, 2001, Choix modal et valeurs du temps en Ile-de-France, *Recherche, Transports, Sécurité*, n° 71, avril-juin, pp. 24-47.
- **Dijst M.**, 2001, ICTS and accessibility: an action space perspective on the impact of new information and communication technologies, paper presented at the 6th NECTAR Conference, 16-18 may 2001, Helsinki, Finland.
- **Downes J.D., Morrell D.**, 1981, Variation of travel time budgets and trips rates in Reading, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 47-54.
- **DRAST**, 2002, Cinq scénarios pour un débat, « Groupe de Batz », Prospective de la mobilité urbaine, 66 p.
- **DRAST**, 2002, Les politiques de déplacement urbain en quête d'innovations, Genève, Naples, München, Stuttgart, Lyon, in *Revue 2001 Plus, veille internationale*, n° 58, février, 52 p.
- **Else P.**, 1981, « The theory of optimum congestion taxes », *Journal of transport economics and policy*, vol. 15, n° 3.
- **Evans A.**, 1992, Road congestion pricing: when it is a good policy?, *Journal of transport economics and policy*, vol. 26, n° 3.
- **Giuliano G.**, 1992, An assessment of the political acceptability of congestion pricing, *Transportation*, vol. 19, n° 4.
- **Goodwin P.B.**, 1981, The usefulness of travel budgets, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 97-106.
- **Gruebler A.**, 1990, The rise and fall of infrastructure: dynamics of evolution and technological change in transport (Heidelberg: Physica).
- **Gunn H.F.**, 1981, Travel budgets – a review of evidence and modelling implications, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 7-24.
- **Hägerstrand T.**, 1970, What about people in regional science?, *Regional Science Association Papers*, n° 25, pp. 7-21.
- **Henderson J.**, 1974, Road congestion: a reconsideration of pricing theory, *Journal of Urban Economics*, 1, pp. 346-365.

- **Hensher D.A.**, 2001, Measurement of the valuation of travel time savings, *Journal of Transport economics*, pp. 71-98.
- **Hensher D.A.**, 2001, The valuation of commuter travel time savings for car, *Transportation*, pp. 101-118.
- **Héran F. (dir.), Arantxa J., Paques A.**, 1999, Évaluation de l'effet des coupures urbaines sur les déplacements des piétons et des cyclistes, rapport final, recherche effectuée dans le cadre du PREDIT, ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme, Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques, décision d'aide à la recherche, n° 98, MT 04, septembre, 234 p.
- **Héran F.**, 2000, Transports en milieu urbain : les effets externes négligés. Monétarisation des effets de coupure, des effets sur l'affectation des espaces publics et des effets sur les paysages, *La Documentation Française*, 118 p.
- **Héran F.**, 2002, Le reflux des rues à sens unique, *Flux*, n° 48, pp. 83-93.
- **Héran F.**, 2003, Formes du réseau viaire et détours, XXXIX^{ème} Colloque de l'ASRDLF, Lyon, 1-3 septembre, 17 p.
- **Hupkes G.**, 1982, The law of constant travel time and trip-rates, *Futures*, february, pp. 38-46.
- **Illich I.**, 1975, Énergie et Équité, Édition du Seuil.
- **Institute for transport Studies, university of Leeds** (oct. 2000), Separating the Intensity of Transport from Economic Growth, Report on the Workshop. University « La sapienza » Rome.
- **Joly I., Masson S., Petiot R.**, 2003, Les déterminants de la part modale des transports en commun de 100 villes du monde, *Transport*, n° 420, pp. 220-226.
- **Joly I.**, 2004, Travel Time Budget – Decomposition of the Worldwide Mean, Annual Conference of the International Association of Time-Use Research, 27-29 octobre, Rome, 23 p.
- **Julien Ph.**, 2003, L'évolution des périmètres des aires urbaines, 1968-1999, INSEE-CNRS, Données Urbaines, pp. 11-20.
- **Katiyar R., Ohta K.**, 1993, Concept of « Daily Travel Time » (DTT) and its applicability to travel demand analysis, *Journal of the Faculty of Engineering*, The University of Tokyo (B), Vol. XLII (2), pp. 109-121.
- **Kaufmann V.**, 2000, Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines, Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne.
- **Landrock J.N.**, 1981, Spatial stability of average daily travel times and trip rates within Great Britain, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 55-62.
- **Leca J.**, 1991, La citoyenneté en question, in Taguieff Pierre-André (sous la dir. de), Face au racisme, tome II : Analyses, hypothèses, perspectives, Paris, Seuil, coll. « Points Essais », n° 275, pp. 323-325
- **Lenntorp B.**, 1976, Paths in space-time environment: a time geographic study of possibilities of individuals. Lund: The Royal University of Lund, Department of Geography. Lund Studies in Geography, Ser. B. *Human Geography*, n° 44.

- **Morellet O., Marechal Ph.**, 2001, Demande de transport de personnes : une théorie unifiée de l'urbain à l'interurbain, *Recherche, Transports, Sécurité*, n° 71, avril-juin, pp. 49-99.
- **Newman P.W.G. et Kenworthy J.R.**, 1989, Cities and automobile dependence. An international sourcebook, Aldershot, Avebury Technical, 388 p.
- **Nowlan D.**, 1993, Optimal pricing of urban trips with budget restrictions and distributional concerns, *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 27, n° 3.
- **Orfeuill, J.-P.**, 1999, Évolution des mobilités locales et interface avec les stratégies de localisation, PUCA.
- **Orfeuill, J.-P.**, 2000, L'évolution de la mobilité quotidienne, *Les collections de l'INRETS*, n° 37.
- **Pas E.**, 1998, Time in travel choice modeling: relative obscurity to center stage, in Garling T., Laitila T., Westin K., *Theoretical Foundations of travel choice modeling*, Elsevier, pp. 231-250.
- **Peny A. et Wachter S.** (ed.), 1999, Les vitesses de la ville, Éditions de l'Aube, 94 p.
- **Prendergast L.S., Williams R.D.**, 1981, Individual travel time budgets, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 39-46.
- **Purvis C.L.**, 1994, Changes in regional travel characteristics and travel time expenditures in the San Francisco Bay area: 1960-1990, *Transportation Research Record*, n° 1466, pp. 99-109.
- **Roth G.J., Zahavi Y.**, 1981, Travel time « budgets » in developing countries, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 87-96.
- **Sansot P.**, Du bon usage de la lenteur, Payot, 1998.
- **Schafer A. et Victor D.G.**, 2000, The Future mobility of the world population, *Transportation Research*, A n° 34, pp. 171-205.
- **Schafer A.**, 1998, The global demand for motorized mobility, *Transportation Research*, A n° 36, pp. 455-477.
- **Schafer A.**, 2000, Regularities in travel demand: An international perspective, *Journal of Transportation and Statistics*, dec.
- **Segonne C.**, 2001, Choix d'itinéraires et péage urbain. Le cas du tunnel Prado-Carénage à Marseille, *Recherche, Transports, Sécurité*, n° 71, avril-juin, pp. 2-23.
- **Talbot J.**, 2001, Les déplacements domicile-travail, de plus en plus d'actifs travaillent loin de chez eux, INSEE, *Première*, n° 767, avril.
- **Tanner J.C.**, 1981, Expenditure of time and money on travel, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 25-38.
- **Verhoef E., Nijkamp P., Rietveld P.**, 1995, Second best regulation of road transport externalities, *Journal of transport economics and policy*, vol. 29, n° 2.

- **Vivier J.**, 2001, Base de données sur 100 villes du monde pour une mobilité durable, UITP.
- **Walters A.A.**, 1961, The theory and measurement of private and social cost of highway congestion, *Econometrica*, Vol. 29, n° 4, pp. 676-699.
- **Walters A.A.**, 1988, Congestion, New palgrave Dictionary of Economics, London:MacMillan.
- **Wiel M.**, 1999, La transition urbaine, ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée, Édition Mardaga, Collection architecture et recherches, Liège, 149 p.
- **Wiel M.**, 2001, Ville et automobile, Descartes & Cie, Paris, 141 p.
- **Wiel M.**, 2003, La transition urbaine est-elle réversible ?, 16^{ème} Entretiens du Centre Jacques Cartier, Les villes ont-elles achevé leur transition, Lyon, 28 novembre-4 décembre, 17 p.
- **Wigan M.R., Moris J.M.**, 1981, The transport implications of activity and time budget constraints, *Transportation Research*, A n° 15, pp. 63-86.
- **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, Washington, D.C. and Ministry of Transport, Federal Republic of Germany, Bonn.
- **Zahavi Y.**, 1979, *The 'UMOT' Project*, Report prepared for the U.S. Department of Transportation and the Ministry of Transport of Federal Republic Of Germany.
- **Zahavi Y.**, 1982, Discussion, *Transportation Research Record*, n° 879, pp. 25-27.
- **Zahavi Y., Ryan J.M.**, 1980, Stability of travel components over time, *Transportation Research Record*, n° 750, pp. 19-26.
- **Zahavi Y., Talvitie A.**, 1980, Regularities in travel time and money expenditures, *Transportation Research Record*, n° 750, pp. 13-19.

Achevé d'imprimer Le Clavier – Juin 2006
Dépôt légal n° 947
ISSN n° 0249-8804

La "Loi de Zahavi" : quelle pertinence pour comprendre la construction et la dilatation des espaces-temps de la ville ?

Ce que l'on qualifie parfois de "loi de Zahavi", et qui mériterait plutôt l'appellation "conjecture de Zahavi", avance l'hypothèse d'une constance des budgets temps de transport (BTT) quotidiens des personnes dans les zones urbaines. L'intérêt d'une telle approche est d'éclairer un phénomène bien connu des spécialistes de la mobilité : la tendance à l'allongement de la portée des déplacements dès que la vitesse moyenne augmente grâce à l'usage des modes motorisés. Dans cette perspective, tout se passe comme si l'ensemble des évolutions des autres variables (programme d'activités, localisation...) n'était qu'un ajustement conduisant à respecter la "conjecture de Zahavi".

En adoptant ce point de vue, on comprend mieux la dilatation des espaces-temps de la ville. Les gains de vitesse se traduisent par un étalement urbain accentué par le fait que l'automobile permet d'accéder à tout le territoire. De ce fait, un léger gain de vitesse accroît plus que proportionnellement la surface accessible avec le même BTT. Ce qui permet de comprendre pourquoi, après avoir fait la ville, les BTT sont peut-être en train de la défaire. Car si la ville pédestre se devait d'être ramassée sur elle-même pour que chaque point soit accessible à pied, la ville automobile étend le tissu urbain jusqu'à le mettre en pièces. Et cela d'autant plus que l'analyse comparée des villes nord-américaines et européennes montre que les premières, plus motorisées que les secondes, connaissent des BTT motorisés qui augmentent avec le niveau de vie. Il ne faudrait plus alors parler de constance, mais de croissance tendancielle des BTT. Ces derniers sont donc au cœur de la question que pose cet ouvrage : quelle forme de ville voulons nous ?

Le plan | urbanisme | construction | architecture | PUCA depuis sa création en 1998, développe à la fois des programmes de recherche incitative, des actions d'expérimentation et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine. Organisé selon quatre grands départements de capitalisation des connaissances : **Sociétés urbaines et habitat** traite des politiques urbaines dans leurs fondements socio-économiques ; **Territoires et aménagement** s'intéresse aux enjeux du développement urbain durable et de la planification ; **Villes et architecture** répond aux enjeux de qualité des réalisations architecturales et urbaines ; **Technologies et construction** couvre les champs de l'innovation dans le domaine du bâtiment ; le PUCA développe une recherche finalisée autour de plusieurs programmes : La ville pour tous | Se loger, habiter | Organiser les territoires | Le renouvellement urbain | Le futur de l'habitat | Innover pour construire durable | Énergie dans le bâtiment : PREBAT ; et d'ateliers thématiques assurant des transversalités entre programmes sous forme de rencontres entre chercheurs et acteurs, décideurs publics ou représentants des milieux professionnels, ainsi que des programmes d'appui : • actions régionales pour lesquelles le PUCA a suscité l'émergence de pôles régionaux d'échange sur le développement et l'aménagement des territoires • actions internationales dont European, programme européen de concours d'idées entre jeunes architectes • actions vers les professionnels • actions de valorisation et de diffusion-communication des résultats de ses travaux.



plan	urbanisme	construction	architecture
► Sociétés urbaines et habitat			
La ville pour tous			
Cultures urbaines et espaces publics			
Défis de la citoyenneté urbaine			
Emploi, insertion, discriminations			
Mobilités et territoires urbains			
Polarisation sociale de l'urbain et services publics			
Rénovation urbaine et mixité sociale			
Se loger, habiter			
Accès au logement			
Habitat et vie urbaine			
Patrimoine et retraites			
Socio-économie de l'habitat			
Trajectoires résidentielles			
L'Europe et la recherche urbaine			
► Territoires et aménagement			
Organiser les territoires			
Organisation de l'espace urbain et dynamiques économiques			
Politiques territoriales et développement durable			
Plate-forme internationale d'échanges sur les territoires			
Ville et aménagement			
Le renouvellement urbain			
Démolition et recomposition des quartiers			
Insécurité et violences urbaines			
Renouvellement urbain et environnement			
Rénovation urbaine et stationnement			
► Villes et architecture			
Le futur de l'habitat			
Activités d'experts et coopérations interprofessionnelles			
Échelle et temporalités des projets urbains			
Futur de l'habitat			
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité			
Innovations urbaines			
Maison individuelle, architecture, urbanité			
Métiers de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre			
Quartiers durables			
Concevoir et construire pour l'existant			
► Technologies et construction			
Innover pour construire durable			
Chantiers rapides CORP			
Nouvelles technologies et construction			
Observatoire de la démarche HQE			
Palmarès de l'innovation			
Villas urbaines durables			
Énergie dans le bâtiment : PREBAT			

www.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca

ISBN 2 11 085675 0

