

LAISSER LEUR CHANCE AUX MODES NON MECANISES PAR L'AMENAGEMENT DES RESEAUX ROUTIERS

Cyrille Genre-Grandpierre : *THEMA UMR 6049 du CNRS, Université de Franche-Comté*
Email : cyrille.genre-grandpierre@univ-fcomte.fr

RÉSUMÉ. *L'article montre tout d'abord comment les réseaux viaires récents tendent à favoriser structurellement, par la géographie de l'accessibilité qu'impose leur morphologie, l'usage de l'automobile au détriment des modes doux. Des propositions d'aménagement des réseaux viaires offrant aux trajets doux les moyens de s'effectuer dans de bonnes conditions d'accessibilité sont ensuite avancées afin d'illustrer dans quelle mesure il est possible de lutter contre la dépendance automobile pour les trajets de courte portée.*

ABSTRACT. *At first this article shows how the recent street networks tend, by the geography of accessibility that impose their morphologies, to favour structurally the use of automobile to the detriment of the non motorized modes. Then, propositions of street planning are made, which allows non motorized travels to be made in good conditions of accessibility, to illustrate in which extent it is possible to fight against automobile dependency for short range travels.*

MOTS-CLÉS : *accessibilité, réseaux viaires, circulations douces, dépendance automobile, aménagement urbain.*

KEY WORDS : *accessibility, street networks, non motorized circulations, automobile dependency, urban planning*

Les déplacements de courte portée (moins de 3 kilomètres) représentent environ la moitié du total des déplacements urbains (INSEE, 1991). Mais, si un tiers se font en marche, le plus souvent sur des distances d'environ 500 mètres, les modes motorisés en assurent une part toujours croissante. Ainsi, en Ile de France, 22% des trajets en voiture font moins de 1 kilomètre, 51% moins de trois et, sur plus d'un million de déplacements quotidiens motorisés de moins de 1 km, 86 % se font en voiture (INSEE, 1992).

Or, dans une perspective de développement durable, ces déplacements motorisés de courte portée représentent sans doute le segment du marché pour lequel il semble le plus aisé de concurrencer l'automobile en cherchant en particulier à favoriser le report modal vers les modes les moins agressifs pour l'environnement que sont la marche et le vélo, modes doux, qui ont été les perdants des 3 dernières décennies en termes de partage modal. Dans ce contexte, il s'agit donc de tenter de refaire des modes doux des modes de déplacement à part entière et non de les considérer seulement comme des activités de loisirs.

Pour permettre aux modes doux de se (ré)imposer sur les déplacements de courte portée, il est tout d'abord nécessaire de mieux connaître ce type de déplacement qui, bien qu'occupant une place centrale dans le fonctionnement urbain, reste paradoxalement très méconnu. En effet, si la multiplication des comptages routiers assure une relativement bonne connaissance de la répartition des flux automobiles, les trajets, leur géométrie, leur efficacité restent très mal appréhendés, en particulier pour les déplacements doux pour lesquels les données sont quasi inexistantes. Il reste par exemple difficile de savoir si certains réseaux sont structurellement plus efficaces que d'autres c'est-à-dire qu'ils allongent moins les trajets réels de courte portée par rapport à la distance euclidienne, ce qui tendrait à les rendre intrinsèquement plus favorables à l'usage des modes doux pour lesquels l'allongement est un facteur limitant. De même, la géographie de l'accessibilité, c'est-à-dire la configuration spatiale des isochrones, qu'induit l'intégration des réseaux viaires dans les différents systèmes de transport demeure mal étudiée : les réseaux viaires offrent-ils structurellement et de façon équitable à chaque mode les moyens d'assurer des déplacements efficaces ? Cette efficacité est-elle constante ou varie-t-elle au contraire selon le type de déplacement ? Bien connaître les géographies de l'accessibilité qu'assure chaque mode est particulièrement important puisque c'est en grande partie à partir de la comparaison de ces accessibilités que s'effectue le choix modal.

Nous chercherons donc tout d'abord à mieux décrire l'influence de la structure morpho-fonctionnelle des réseaux viaires sur l'efficacité des trajets réels pour les différents modes, en visant en particulier à montrer que tous les réseaux n'offrent pas un « potentiel d'usage » équivalent pour chaque mode.

Nous illustrerons ensuite comment des aménagements portant sur la géométrie et sur les fonctionnalités des réseaux viaires peuvent redonner aux modes doux les moyens de concurrencer efficacement l'automobile sur les trajets de courte portée.

1. Des réseaux viaires défavorables aux modes doux

1.1. Des allongements de trajets qui peuvent être conséquents

Le facteur d'allongement des trajets, c'est-à-dire le rapport moyen pour un grand échantillon de déplacements, entre la distance réellement parcourue sur le réseau pour joindre une origine et une destination par le plus court chemin en mètres et la distance euclidienne correspondante, calculé pour les réseaux viaires de plusieurs villes ou quartiers varie dans d'importantes proportions. Ainsi, si les différences restent modestes lorsque le calcul se fait sans limite de portée de déplacement, elles sont en revanche très fortes lorsqu'on limite le calcul aux déplacements de courte portée, le facteur variant alors pratiquement du simple au double.

Tableau 1 : Les facteurs d'allongement des trajets de quelques villes

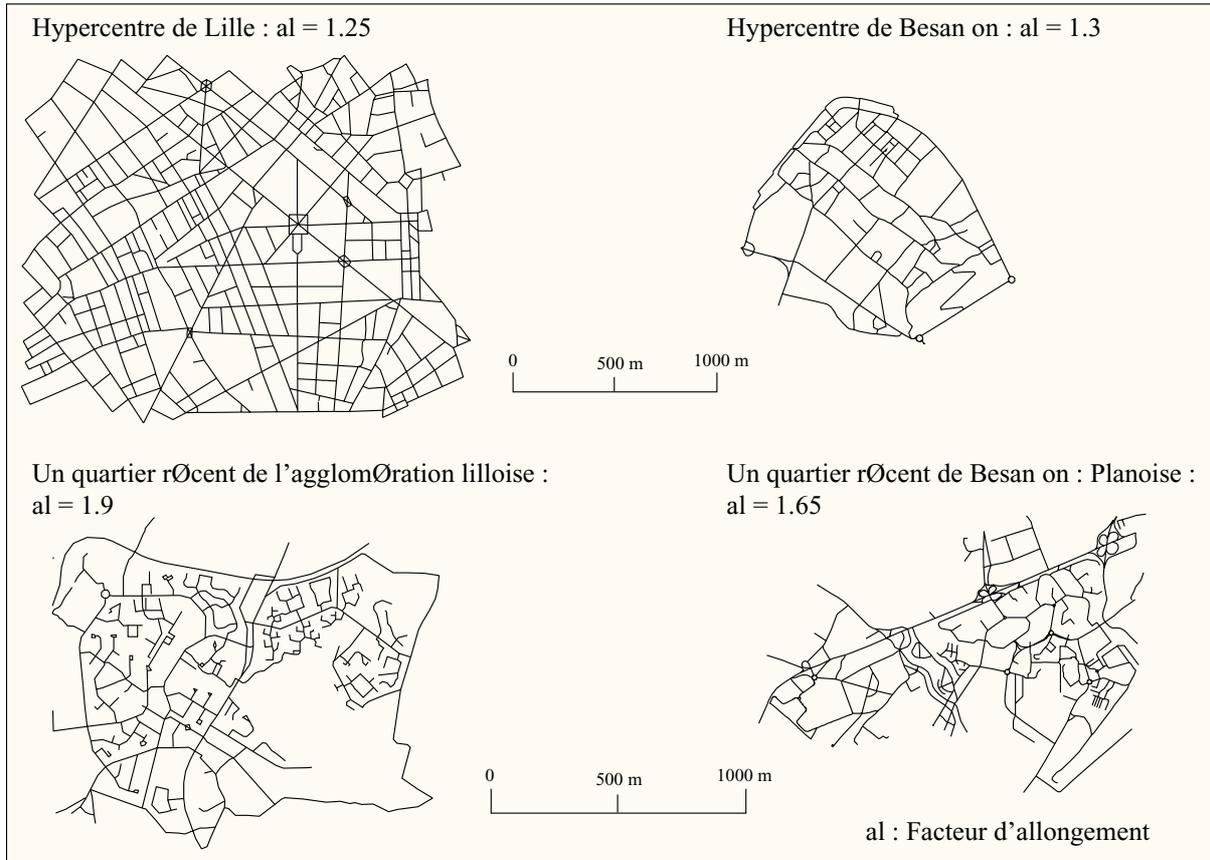
	Besançon	Lille	Tourcoing	Périurbain ¹
Facteur d'allongement moyen	1.23	1.17	1.2	1.51
Facteur d'allongement pour des portées de déplacement < 500 m	1.6	1.39	1.44	2.19

De plus, les facteurs d'allongement moyens calculés pour toute la ville masquent d'importantes différences à l'échelle du quartier. Caricaturalement, les quartiers anciens (notamment les centres-ville) peuvent être opposés aux quartiers les plus récents. Pour les centres-ville de Besançon et Lille ayant des réseaux connectifs à petite maille, proches du type Manhattan, le facteur d'allongement est par exemple respectivement de 1.3 et 1.25, alors qu'il vaut respectivement 1.65 à Planoise (quartier de Besançon des années 60-70 constitué de grandes barres) et

¹ Plusieurs réseaux du milieu périurbain ont été analysés mais comme les résultats sont sensiblement identiques ils ont été regroupés sous la rubrique « Périurbain »

varie de 1.5 à 2 dans les quartiers récents de l'agglomération de Lille dont les réseaux sont hiérarchisés et peu connectifs.

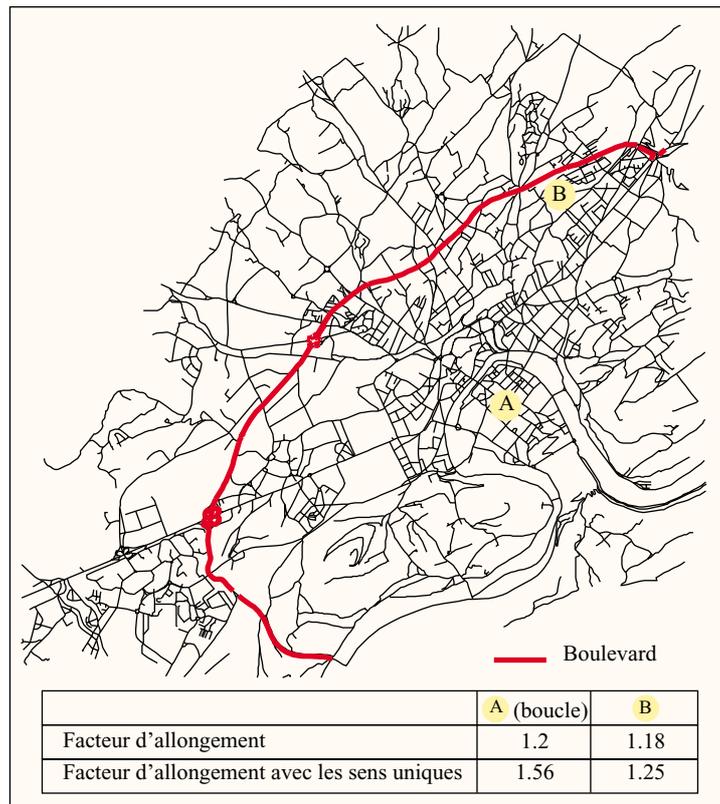
Figure 1 : Les facteurs d'allongement (al) pour différents quartiers de Lille et Besançon



Précisons que si le facteur d'allongement est globalement lié à la densité du réseau, il ne lui est pas simplement proportionnel puisqu'il dépend avant tout de sa morphologie et de sa topologie. Ainsi, les réseaux de l'hypercentre de Lille et de certains de ses quartiers récents ont des densités équivalentes ($16 \text{ km} / \text{km}^2$) mais des facteurs d'allongement qui varient du simple au double.

Localement, le facteur d'allongement peut également dépendre de la présence de « coupures urbaines » (HERAN, 1999) qui contraignent le mouvement dans la ville. Celles-ci peuvent être naturelles (montagnes, rivières) ou anthropiques (casernes, boulevards ou lignes de chemin de fer franchissables seulement en quelques points). Par exemple, à Besançon, le facteur d'allongement calculé à l'intérieur d'une zone située à moins de 500 mètres de part et d'autre du Doubs atteint par exemple 1.75 pour des portées maximales de 2 kilomètres, car les plus courts chemins sont contraints de faire de grands détours pour rejoindre le pont le plus proche.

Enfin, le facteur d'allongement peut varier localement. Ainsi, calculé entre le centre de Besançon (la boucle) et le reste de la ville il vaut en moyenne 1.2 et 1.56 si l'on tient compte des sens de circulation (contre 1.376 pour l'ensemble de la ville). En revanche pour un point proche du boulevard qui borde la ville, le facteur vaut 1.18 en ignorant les sens uniques et 1.25 dans le cas contraire.

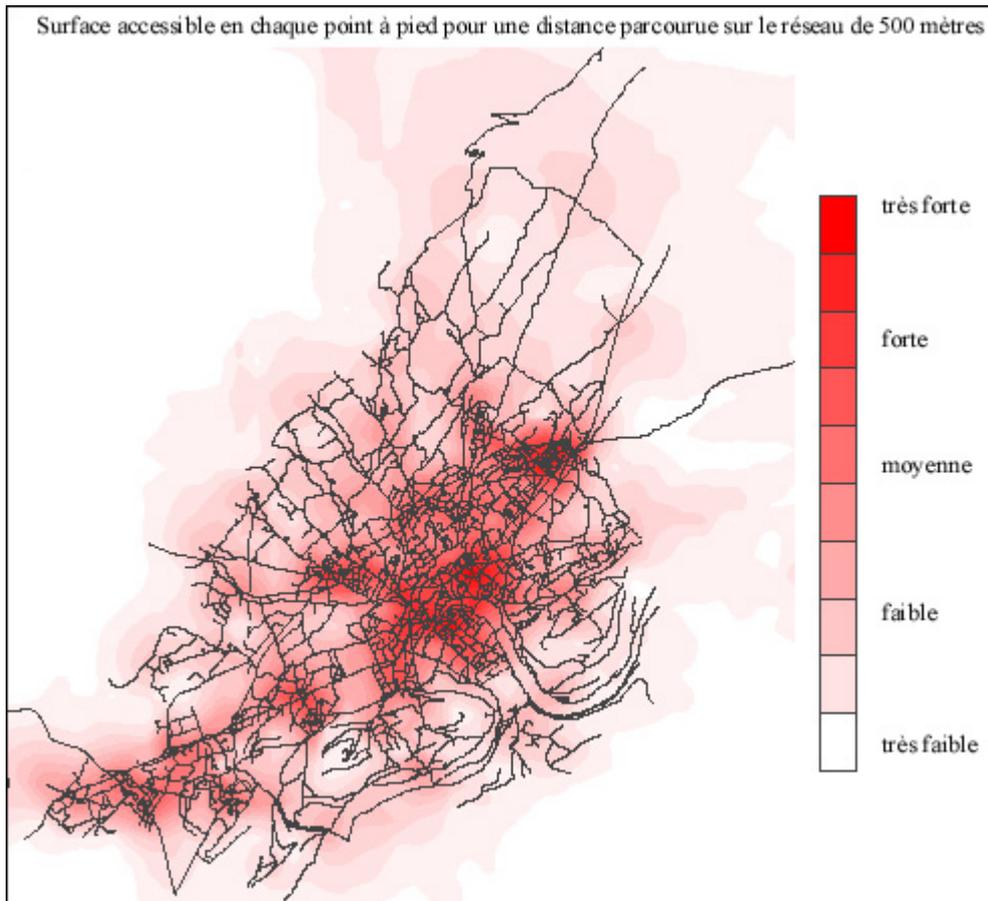
Figure 2 : L'allongement des trajets varie localement

Cet exemple illustre d'une part que les fonctionnalités du réseau peuvent fortement influencer la valeur de l'allongement et il met d'autre part, plus contextuellement, en avant la position singulière du centre ville de Besançon que le plan de circulation s'est efforcé de préserver du trafic de transit par la mise en place d'un système complexe de sens uniques.

Au-delà des seuls sens uniques, les autres fonctionnalités du réseau jouent un rôle important et notamment sa hiérarchisation en termes de vitesse. Si on calcule le facteur d'allongement pour les plus courts chemins calculés en temps (le facteur est alors égal au rapport entre la distance en mètres correspondant au plus court chemin calculé en temps et la distance euclidienne correspondante), on note qu'il augmente dans le cas de Besançon d'environ 10%. Plus généralement, plus le réseau est hiérarchisé fonctionnellement, c'est-à-dire plus les vitesses de circulation autorisées sont variables, plus le facteur d'allongement calculé pour des plus courts chemins en temps augmente (plus de 25% d'accroissement dans le cas de Tourcoing par exemple). Cette augmentation s'explique aisément par le fait que lorsque le réseau est très hiérarchisé fonctionnellement les plus courts chemins en temps font de plus grands détours pour rejoindre au plus vite la route possédant les performances les plus élevées (boulevard).

En montrant la variation spatiale des facilités qu'offre le réseau viaire, la figure 3, qui représente la surface réellement accessible à pied au départ de chaque point de la ville pour une zone tampon de 5 mètres de part et d'autre des lignes qui symbolisent les routes et pour une distance parcourue sur le réseau de 500 mètres maximum en ne tenant compte que du seul agencement morphologique du réseau, permet de synthétiser une partie des résultats vus précédemment en ce qui concerne la marche à pied.

Figure 3 : Le potentiel de pratique de la marche qu'offre en chaque lieu le réseau viaire



Elle illustre la variation du potentiel offert par le réseau à l'usage de la marche. Plus la surface accessible est importante, plus le réseau draine efficacement la surface et limite les allongements de trajets et donc plus il assure une bonne accessibilité piétonnière.

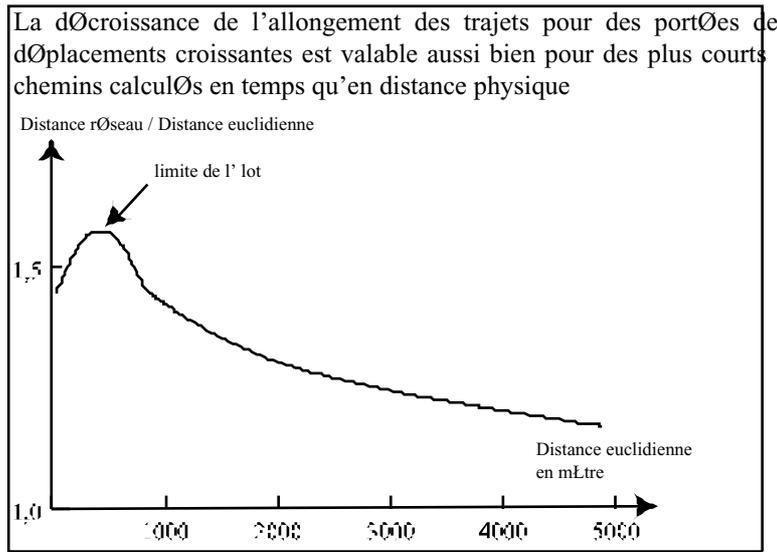
Précisons que l'objectif étant de montrer l'influence de la morphologie des réseaux viaires sur la variation des possibilités d'usage des modes doux, nous nous en tenons à une approche géométrique et délaissant d'autres facteurs qui jouent en réalité un rôle important sur le potentiel d'usage de la marche (ou du vélo) comme la localisation des commerces, des emplois... (que l'on postule ici être distribués de manière homogène) ou encore la qualité paysagère des trajets et leur sécurité².

1.2. Une efficacité des réseaux fonction de la portée des déplacements

En ne calculant pas l'allongement des trajets de façon globale, mais en l'estimant pour des portées de déplacement croissantes on constate de fortes variations. Ainsi, sur la figure 4 qui montre l'allure générale de la courbe obtenue pour différents réseaux pour des calculs de plus courts chemins effectués aussi bien en distance qu'en temps, on note que leur efficacité décroît dans un premier temps pour des portées de déplacements allant de 0 à 500 mètres environ, puis qu'elle croît ensuite régulièrement avec la portée des déplacements.

² Des travaux récents (Vernez Moudon et al., 1997) confortent ce choix en montrant l'importance du seul design urbain sur les pratiques modales des individus indépendamment d'autres considérations concernant notamment les opportunités (commerces par exemple) proches du domicile.

Figure 4 : L'efficacité des réseaux viaires croît avec la portée des déplacements



Ces variations s'expliquent par le fait que les déplacements de portée très réduite, à l'échelle de la rue, sont le plus souvent constitués de lignes droites. Puis, pour des portées légèrement supérieures les plus courts chemins sont contraints de contourner « les pâtés de maisons ». Le détour imposé étant plus important que l'accroissement correspondant de la portée euclidienne du déplacement, il y a un « sur-allongement » du trajet et donc diminution de l'efficacité du réseau. Mais dès que cette échelle des déplacements internes à l'îlot est dépassée, la structure des plus courts chemins se modifie. Ils sortent des réseaux tortueux intra-quartiers pour emprunter les infrastructures plus rectilignes et aux performances supérieures de la partie du réseau dédiée explicitement à la circulation (boulevard, voies primaires...) accroissant ainsi leur efficacité. Enfin, comme la part du déplacement s'effectuant sur ces infrastructures permettant des trajets plus rectilignes et rapides augmente avec leur portée, l'efficacité globale du réseau ne cesse de croître.

Ce principe général est vérifié pour tous les réseaux, seules la limite à partir de laquelle l'efficacité augmente et qui marque peu ou prou l'extension de l'îlot (250 m à Besançon ; 450 m à Lille) et la vitesse de la décroissance de l'allongement varient. La taille de l'îlot indique donc la limite à partir de laquelle il devient plus avantageux, toutes choses égales par ailleurs, de se déplacer plus loin.

Ainsi, l'efficacité des réseaux n'est pas une variable constante puisque, par leur structure morpho-fonctionnelle, ils tendent à fournir un surcroît d'accessibilité aux trajets aux portées les plus longues. Ce phénomène est particulièrement marqué pour l'automobile dont les vitesses de circulation varient davantage en fonction de la nature du réseau que celles de la marche ou du vélo.

La structure morpho-fonctionnelle des réseaux actuels, conçus essentiellement en fonction de l'automobile, que ce soit à l'échelle de la ville ou à celle du quartier, semble donc particulièrement défavorable aux modes doux puisque :

- les réseaux récents sont ceux qui induisent en général les allongements les plus importants, affaiblissant ainsi la probabilité d'usage des modes doux
- la structure actuelle tend à « sur-allonger » les trajets les plus courts qui représentent précisément le segment du marché où se situent les modes doux, notamment la marche
- le principe d'efficacité croissante, résultant de la hiérarchisation fonctionnelle de plus en plus poussée, profite très essentiellement à l'automobile et tend de ce fait à structurellement disqualifier les autres modes sur les trajets les plus longs, y compris les transports en commun, en accentuant de plus en plus l'écart de performances entre l'automobile et les autres modes.

Dans un second point nous présenterons quelques actions susceptibles de redonner aux modes doux les moyens de concurrencer efficacement l'automobile, notamment pour les déplacements de courte portée.

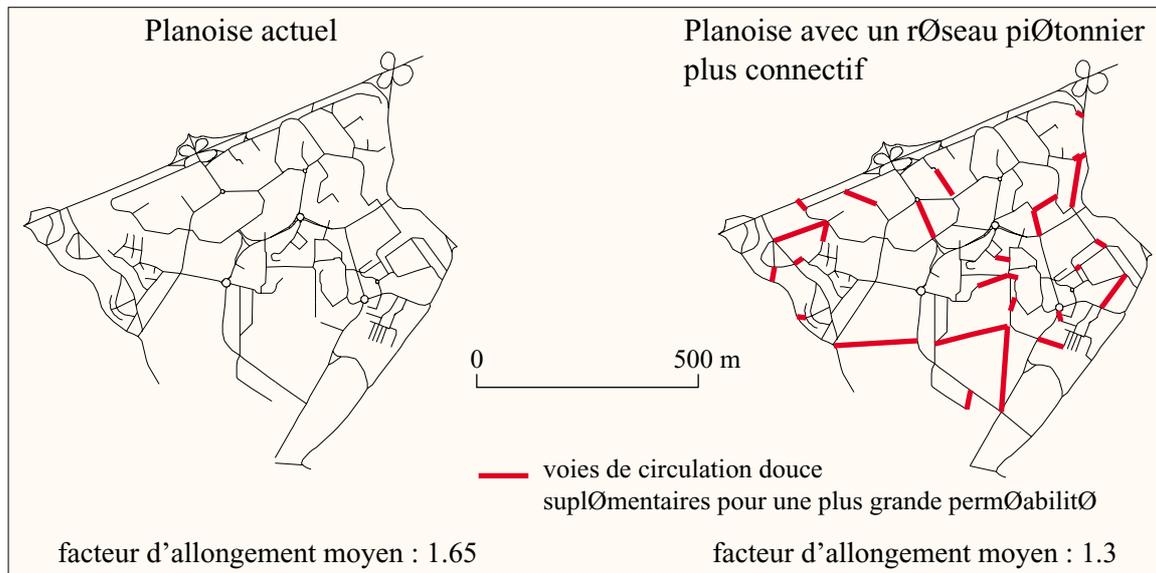
2. Dans la configuration du réseau viaire donner les moyens de leur efficacité aux modes doux

2.1. Améliorer l'accessibilité offerte par les systèmes de transport doux

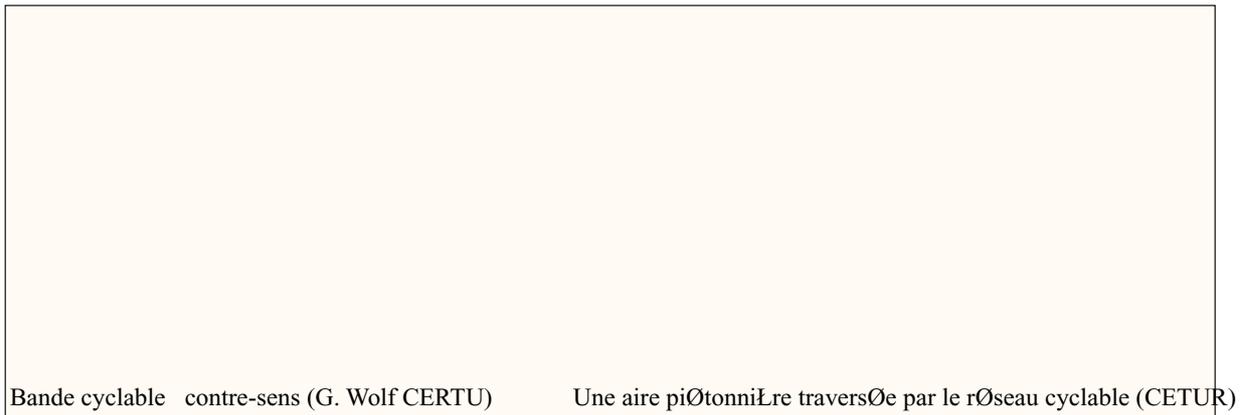
Pour favoriser les déplacements doux il est tout d'abord nécessaire d'améliorer, dans la structure du réseau, l'agrément et l'efficacité. Améliorer l'agrément (et la sécurité) des trajets piétonniers ou cyclistes passe par une multitude d'aménagements concernant l'éclairage, le balisage, la création de passages protégés pour la traversée de voies dangereuses etc. (JACOB et LECROART, 1995) qui sont bien connus des techniciens. Toutefois cette recherche de l'agrément pour les déplacements doux, souvent effectuée ponctuellement par de nombreuses municipalités, ne suffit pas. Elle doit en effet nécessairement s'accompagner d'une action visant à en améliorer l'efficacité. En effet, des enquêtes montrent que pour les déplacements doux « utiles » la priorité est toujours donnée à la rapidité sur l'agrément (HERAN, 1999).

En substance, améliorer l'efficacité des trajets doux revient à réduire leur allongement par une action portant sur la morphologie du réseau, tout en maintenant parallèlement celui des trajets automobiles correspondants. Concrètement cela passe par la recherche d'une plus grande perméabilité du tissu bâti, c'est-à-dire en ouvrant (ou réouvrant) des « trajés » permettant la traversée facile des îlots dont la taille n'a cessé d'augmenter, en évitant les voies en impasse ou encore en densifiant le réseau des circulations douces. Par exemple, pour le réseau du quartier de Planoise (figure 5) si l'on augmente la connectivité du réseau grâce à 5 kilomètres de voies utilisables uniquement par les vélos et les piétons le facteur d'allongement diminue de 1.65 à 1.3.

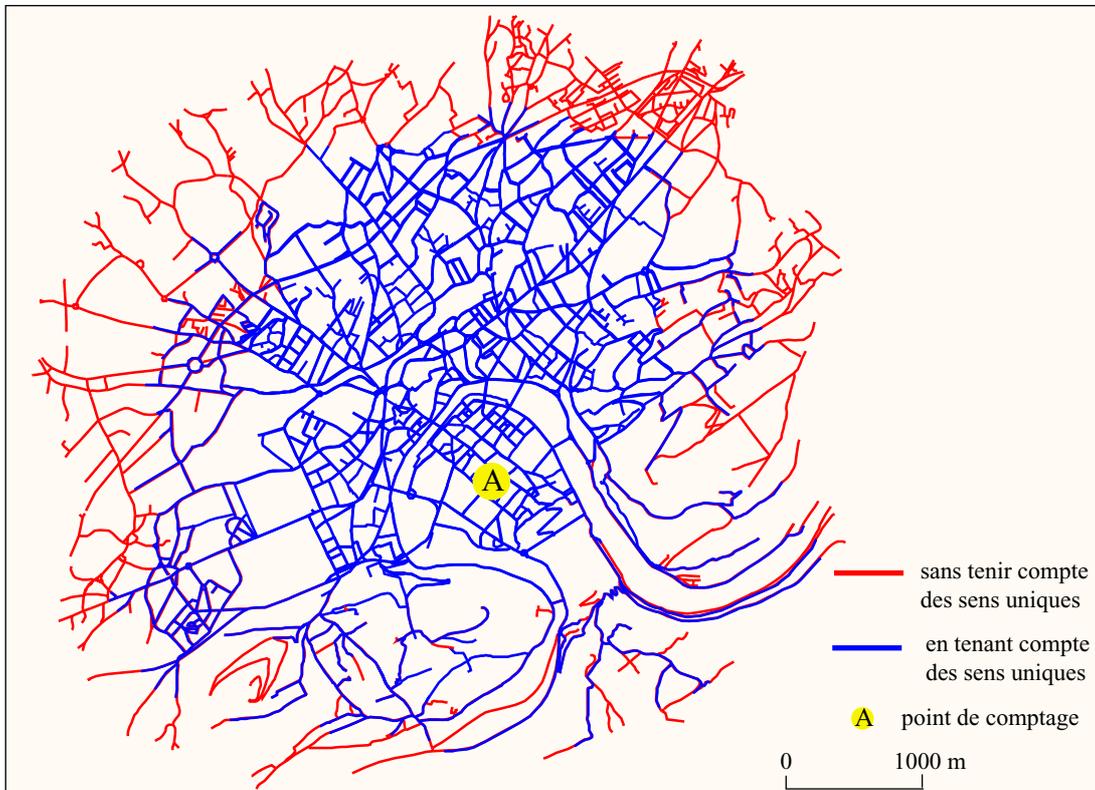
Figure 5 : Assurer la perméabilité des quartiers



Pour les déplacements cyclistes, outre la création de voies spécifiques qui permettent des trajets plus rapides et sûrs (pistes cyclables), l'augmentation de l'efficacité des trajets peut passer par une action sur les sens de circulation. Ainsi à Besançon le système complexe de sens uniques tend à fortement compromettre l'usage du vélo en induisant des allongements considérables. La mise en place de bandes cyclables à contre-sens, l'autorisation pour les vélos de traverser les aires piétonnes sont des exemples d'actions simples permettant l'amélioration de l'accessibilité cycliste.

Figure 6 : Des exemples d'aménagement pour augmenter l'efficacité des trajets cyclistes

A titre d'illustration, on voit sur la figure 7 comment l'isochrone 15 minutes en vélo (vitesse moyenne 15 km / h) s'étend si l'on autorise pour les vélos les circulations à contre sens.

Figure 7 : Isochrone 15 minutes au départ de A à vélo avec et sans les sens uniques

Plus généralement, améliorer l'accessibilité en vélo passe par la mise en place à l'échelle de la ville toute entière d'un véritable réseau cycliste permettant des circulations non seulement agréables mais aussi efficaces (le réseau de l'agglomération nantaise étant à ce titre exemplaire), ce qui nécessite un meilleur partage de la voirie. En effet, trop souvent l'efficacité des trajets cyclistes est omise car le vélo n'est considéré que comme une activité de loisirs et non comme un mode à part entière permettant d'assurer la desserte urbaine, ce que traduit par exemple l'aménagement de parcours particuliers (coulées vertes), agréables le plus souvent, mais ne permettant en revanche pas de faire du vélo un véritable mode de déplacement urbain.

D'autres moyens simples d'améliorer l'accessibilité cycliste par rapport à l'automobile existent qui consistent par exemple à jouer sur les phases de déclenchement des feux afin que le feu passe au vert d'abord pour les vélos puis quelques secondes après pour les automobiles.

2.2. Diminuer l'accessibilité automobile

Toutefois, si l'amélioration des systèmes de transport doux est une condition nécessaire pour en développer l'usage elle n'est en revanche pas une condition suffisante. En effet, la supériorité de l'accessibilité automobile est telle, que si l'on veut tendre vers un partage modal plus équitable, il semble parallèlement obligatoire d'agir

sur le système automobile lui-même afin d'en diminuer les performances pour réellement réintroduire la possibilité d'une concurrence modale.

Une première solution consiste à augmenter la tortuosité des trajets automobiles par le jeu des plans de circulation. Le principe des poches étanches, déjà utilisé dans des villes nordiques ou encore à Besançon pour diminuer le trafic de transit dans les cœurs de ville, permet d'atteindre partiellement cet objectif. L'espace est divisé en cellules « étanches ». Pour passer de l'une à l'autre, l'automobiliste est systématiquement contraint d'emprunter une rocade périphérique. Ce système permet d'une part de diminuer le trafic de transit dans les différentes cellules, mais aussi de diminuer l'efficacité des trajets automobiles, relativement aux trajets piétonniers ou cyclistes pour qui la traversée des membranes des cellules est autorisée.

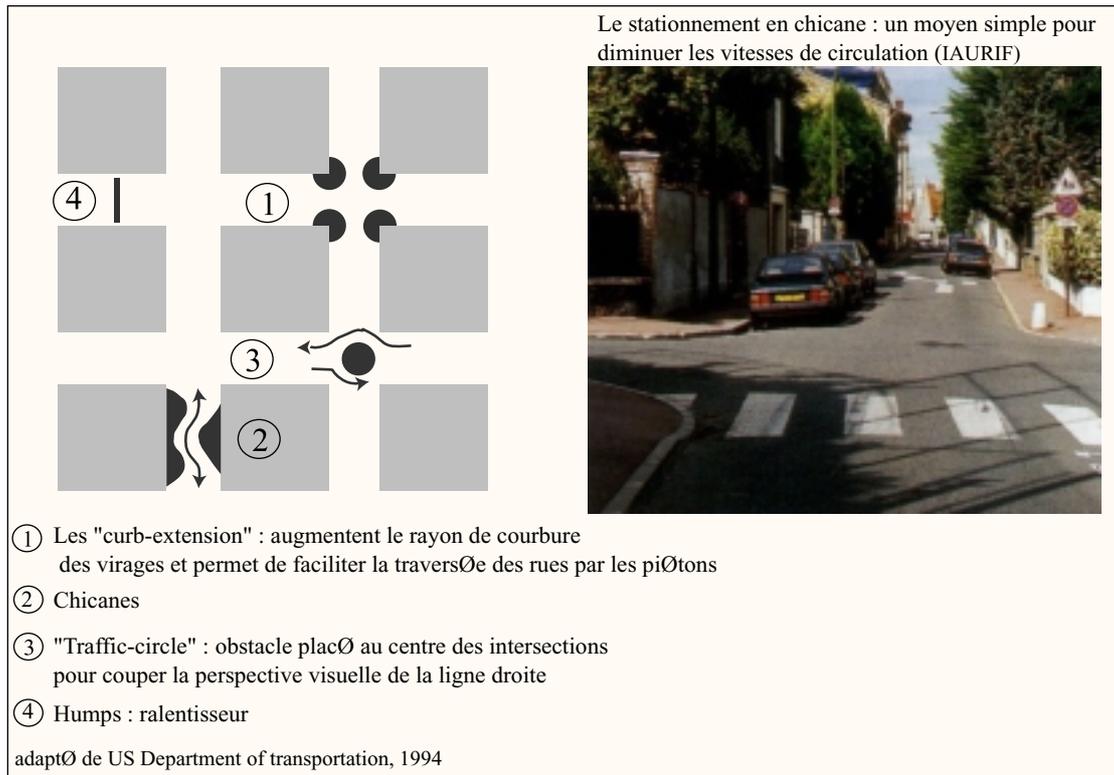
Parallèlement à cette action sur la configuration des trajets, le principal moyen de diminuer l'accessibilité automobile consiste à en diminuer la vitesse. Comme une nouvelle réglementation fixant par exemple la vitesse maximale à 30 km / h en ville ne manquerait pas de susciter de vives réactions du « lobby automobiliste », cette diminution effective doit être obtenue de façon moins transparente grâce à l'aménagement physique du réseau.

Dans un premier temps, il s'agit d'éviter la hiérarchisation du réseau en termes de vitesse qui discrédite, y compris pour les trajets courts, les autres modes que l'automobile (cf. 1.2). La construction de boulevards et autres rocades rapides ne semble donc pas être une solution durable, puisque si elle améliore souvent la situation à court terme au niveau des encombrements, il n'en est pas de même à long terme. En effet, comme les infrastructures rapides favorisent le détournement des trajets « traditionnels » et permettent la réalisation d'un trafic latent qui augmente le volume total des flux, elles deviennent très vite insuffisantes et le problème se repose à nouveau. De plus, les boulevards circulaires rapides qui ceinturent les villes donnent une efficacité maximale à quelques pénétrantes radiales aux performances inférieures qui ne peuvent écouler le trafic capté par les voies rapides ce qui provoque des encombrements. Aussi, comme le dit ironiquement l'architecte Bohigas « les voies rapides peuvent être considérées comme le moyen le plus rapide d'aller d'un encombrement à un autre » (cité par GOURDON, 1997).

Proscrire la hiérarchisation des voies en termes de vitesses en milieu urbain revient à limiter le principe d'efficacité croissante des trajets automobiles et donc à laisser une chance aux autres modes de s'imposer, y compris sur les trajets de moyennes portées (inférieurs à 5 kilomètres).

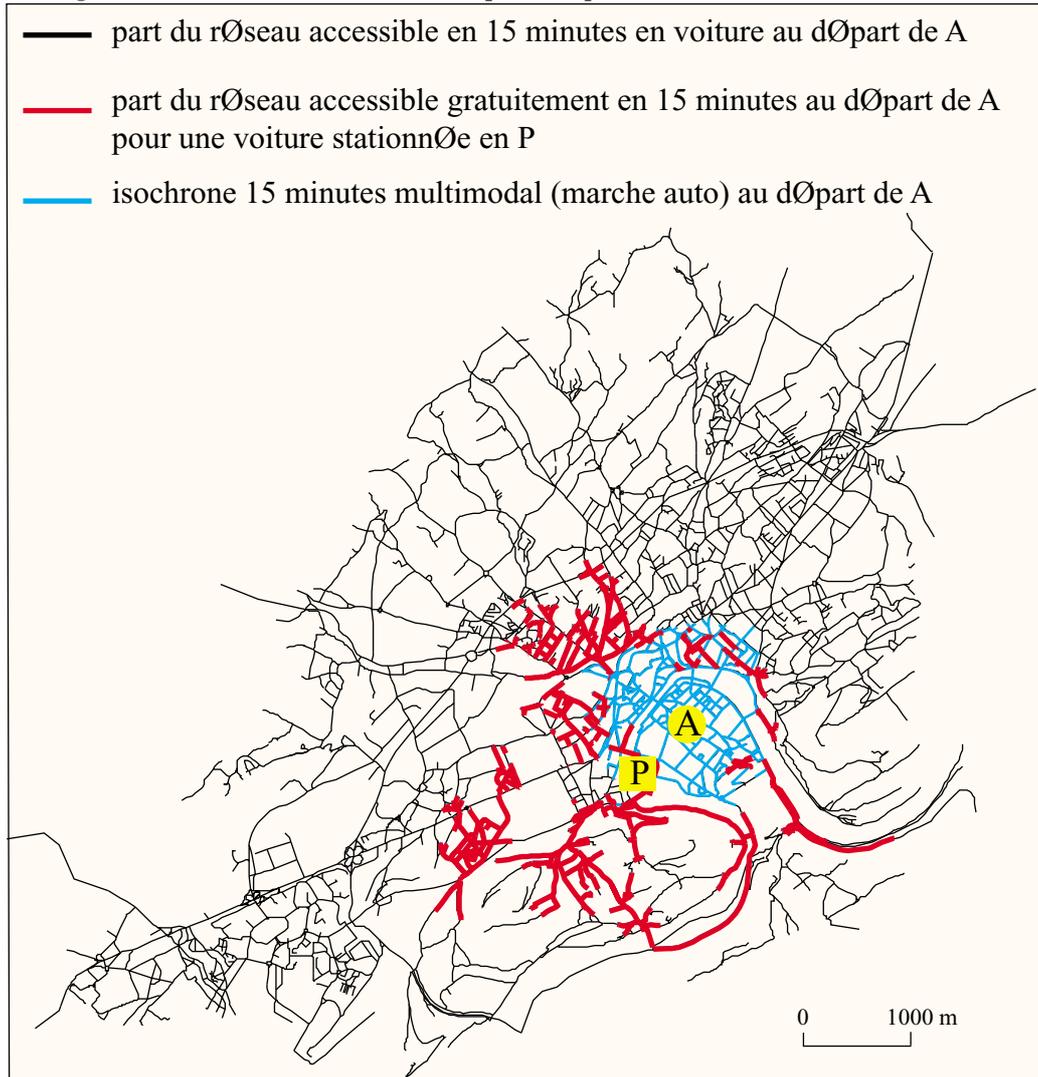
Outre la non-hiérarchisation du réseau, la diminution des vitesses automobiles peut s'obtenir en favorisant le partage de la voirie en faveur des circulations douces, ce qui a pour effet de diminuer la largeur des voies et donc d'abaisser les vitesses effectives. La mise en place de chicanes, de ralentisseurs, d'impasses... constituent également des moyens de diminuer les vitesses moyennes de circulation.

Figure 8 : Quelques exemples d'aménagements physiques du réseau permettant d'abaisser les vitesses de circulation effective



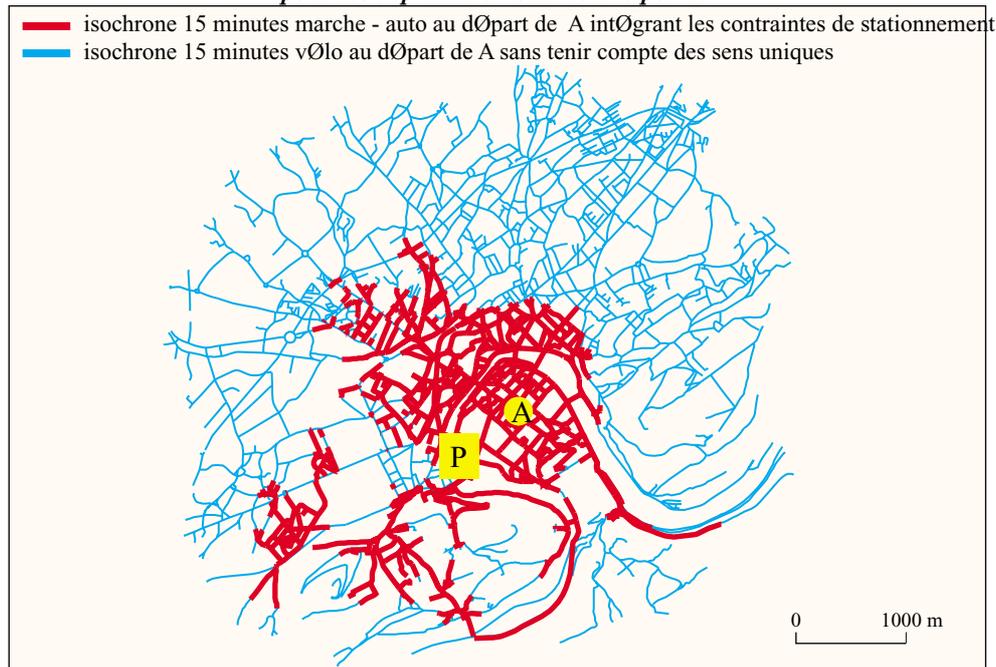
Enfin, la diminution des performances du système automobile comme moyen d'assurer une concurrence modale effective doit nécessairement passer par une action sur le stationnement. Il s'agit de diminuer la capacité de l'automobile à effectuer des trajets porte à porte, autrement dit de diminuer son « adhérence au territoire » (AMAR, 1993). La figure 9 illustre les effets sur l'accessibilité automobile de contraintes liées au stationnement.

Figure 9 : Le stationnement : un levier puissant pour limiter l'accessibilité automobile



L'isochrone en rouge montre la part du réseau réellement accessible en automobile, c'est-à-dire où le stationnement est gratuit et sans limite de temps, au départ de A et pour une automobile située sur le parking P. Dans ce cas, l'automobiliste n'a donc pas accès à son automobile chez lui mais il doit préalablement se rendre au parking gratuit le plus proche (P), situé ici à 870 mètres du domicile (soit à 623 secondes en marchant à 5 km/h), puis il lui reste 277 secondes pour effectuer son trajet en voiture et trouver un stationnement gratuit. Pour obtenir un isochrone multimodal (marche-auto) il est nécessaire d'ajouter la partie bleue qui représente la portion du réseau effectivement accessible pour un temps de transport de 15 minutes consommé, soit totalement en marche, soit en marche jusqu'au parking puis en voiture pour les 277 secondes restantes jusqu'à une zone de stationnement gratuit, soit en marche jusqu'au parking puis en voiture, puis en nouveau en marche depuis le stationnement (les temps de parking n'ont pas été intégrés). Cet exemple illustre la forte diminution de l'accessibilité automobile qu'engendre la mise en place de contraintes de stationnement. Enfin, la figure 10 montre, de façon schématique, les effets combinés que peuvent avoir les aménagements cités.

Figure 10 : La situation « idéale » pour les modes doux : une accessibilité supérieure à celle de l'automobile pour les déplacements de courte portée



Si les constats et propositions, parfois triviaux, de cet article n'apportent certes pas de solution clé en main assurant le report modal de l'automobile vers les modes doux pour les déplacements de courte portée, ils permettent néanmoins de pointer le fait que ce report modal ne saurait être envisagé sans un réaménagement profond des réseaux viaires des villes. Ces aménagements doivent avoir comme double objectif d'augmenter l'accessibilité fournie par l'usage des modes doux et parallèlement de diminuer les performances du système automobile qui semblent aujourd'hui trop supérieures pour envisager la possibilité réelle du report modal.

Après avoir longtemps aménagé les réseaux viaires au profit quasi exclusif de l'automobile, il apparaît nécessaire de tendre vers un meilleur partage de la voirie pour en assurer la pluralité d'usage, afin que ces réseaux puissent structurellement offrir aux déplacements doux les moyens de se faire dans de bonnes conditions non seulement d'agrément mais surtout d'efficacité et qu'ils soient ainsi en mesure de réellement concurrencer l'automobile sur le segment des courts déplacements.

BIBLIOGRAPHIE

- AMAR G. (1993), Pour une écologie urbaine des transports, *Les annales de la recherche urbaine*, 59-60, p. 140-157.
- DUGUET A. (1995), Et des circulations douces apaiseront la ville..., *Cahiers de l'IAURIF*, 111, p. 7-22.
- GOURDON J.L. (1997), De la voirie à la rue : pour habiter le temps, *Urbanisme*, 292, p. 20-24.
- HERAN F. (1999), Evaluation de l'effet des coupures urbaines sur les déplacements des piétons et cyclistes, *programme Predit II, décision d'aide à la recherche n° 98 MT 04*, 8 p.
- INSEE (1991), *Enquête globale transport 1991*.
- INSEE (1992), *Les transports de voyageurs en Ile-de-France*, DREIF et exploitation de l'enquête globale transports de 1991.
- JACOB C., LECROART P. (1995), Vers un réseau de circulations douces : petit guide d'aménagement, *Cahiers de l'IAURIF*, 111, p. 25-43.
- VERNEZ MOUDON A., HESS P., SNYDER M.C., STANILOV K. (1997), *Effects of site design on pedestrian travel in mixed-use, medium-density environments*, Report for the Washington State Transportation Center, Federal Highway Administration.