

EVALUATION DE L'EFFET DES COUPURES URBAINES SUR LES DEPLACEMENTS DES PIETONS ET DES CYCLISTES

Article de synthèse — septembre 1999

Responsable de la recherche

Frédéric HERAN — économiste

Tél. : 03 20 12 58 58 ou 01 43 80 76 99. E-mail : heran@pop.univ-lille1.fr

Programme interministériel sur les transports (PREDIT II)

Groupe thématique n° 1 : "Recherches stratégiques"

Axe 7 : "Déplacements non motorisés
et usage non privatif des véhicules particuliers"

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

L'objectif principal de la recherche est de mieux cerner **l'impact des coupures urbaines sur les déplacements des piétons et des cyclistes**. Cet impact est, en effet, peu étudié et mal connu, alors que tout porte à croire qu'il est loin d'être négligeable.

S'agissant pour l'essentiel d'évaluer des allongements de parcours, la question se pose avant tout en terme d'espace physique du déplacement. C'est donc une **approche géographique** qui est ici privilégiée. Ce point de vue sur les effets de coupure est forcément réducteur. De nombreux auteurs ont déjà démontré tout l'intérêt d'autres approches, notamment urbanistique et sociologique. L'approche géographique retenue ici se veut donc complémentaire et non concurrente. Elle ne saurait se suffire à elle-même. Son intérêt est de montrer sèchement un aspect essentiel de l'impact des coupures.

Pour traiter le sujet, il est bien sûr possible d'adopter une démarche empirique reposant sur la multiplication d'études de cas à différentes échelles. On peut alors modéliser chaque cas et le

visualiser sur un écran informatique, puis mesurer facilement les divers impacts et finalement en tirer des enseignements généraux. On a préféré choisir une **démarche analytique** qui n'est pas contradictoire, mais complémentaire. Une telle démarche permet de mieux comprendre les phénomènes, mais rend moins bien compte de la grande variété des situations.

I — CADRAGE GENERAL

Un effet de coupure existe dès qu'un obstacle oblige l'utilisateur à effectuer un détour important. Il faudra donc déterminer à partir de quelle dimension de l'obstacle ou de quel allongement de parcours, on peut considérer qu'il y a effet de coupure pour un usager donné. Par commodité, on désigne par le terme « coupure » tout élément qui provoque un effet de coupure. L'élément est désigné par son effet. Ce qui ne veut pas dire que cet élément provoque toujours un effet de coupure.

1. Typologie des coupures

Il est frappant de constater combien les recherches actuelles sur les coupures abordent le sujet de façon singulièrement réductrice. Dans chaque distinction qui structure le domaine, une seule des alternatives est vraiment envisagée, l'autre étant soit négligée, soit carrément ignorée.

	Aspect retenu	Aspect négligé ou ignoré
Distinctions	Coupures artificielles	Coupures naturelles
	Coupures linéaires	Coupures surfaciques
	Coupures dangereuses	Coupures physiques
	Coupures routières	Coupures ferroviaires
	Voiries infranchissables	Voiries impraticables
	Coupures exogènes	Coupures endogènes
	Coupures récentes	Coupures anciennes
	Coupures permanentes	Coupures temporaires
Modes	Déplacements des piétons	Déplacements des cyclistes

Pourtant, pour chaque distinction, les impacts sont très semblables, même si leur perception peut être assez différente. Ainsi, en ne retenant qu'un terme de chaque distinction, on étudie exclusivement les barrières de trafic provoquées par des voiries nouvelles : c'est typiquement la tradition anglo-saxonne. De plus, en réduisant trop le sujet, on en vient à ne penser qu'aux piétons au détriment des cyclistes. En effet, les voiries impraticables (par exemple, les artères sans aménagements cyclables) et les coupures physiques qui séparent deux quartiers (par exemple, les autoroutes urbaines) gênent avant tout les déplacements des cyclistes.

On retiendra donc une **conception extensive** du terme de coupure, qui peut dérouter le lecteur habitué à la conception très restrictive usuelle.

2. Les conséquences des coupures

Les conséquences des effets de coupure en milieu urbain sont plus ou moins directes dans l'espace et dans le temps. On distingue de façon classique trois types d'effets :

- des effets immédiats sur les déplacements : délais de traversée augmentés, parcours allongés, insécurité routière en hausse et accroissement du trafic automobile ;
- des effets indirects à l'échelle du quartier : relations sociales affectées, isolement de quartiers sensibles ;
- des effets à long terme à l'échelle de la ville : fonctionnalisation de l'espace, perte de lisibilité du territoire et urbanisme adapté au seul trafic automobile.

On se contentera ici d'explorer le premier type d'effet.

3. Hiérarchie des voies et déplacements non motorisés

Le traitement des coupures ne peut s'inscrire que dans une réflexion sur la hiérarchisation des voies. On découvre à ce sujet combien la question des **boulevards urbains** est centrale. Telles qu'elles sont aujourd'hui conçues, ces voies provoquent trop souvent un effet de coupure majeur pour les usagers non motorisés, car elles sont, pour eux, à la fois peu praticables et peu franchissables. Il est urgent aujourd'hui d'étudier sérieusement à quelles conditions un boulevard n'est pas « coupant ».

La maîtrise des **flux de transit** est un autre thème crucial. A défaut, l'envahissement automobile est général. C'est l'objectif de la hiérarchisation des voies que d'y mettre bon ordre.

II — EVALUATION DU DETOUR MOYEN

Le concept de **détour** permet d'appréhender les allongements de parcours. Il est défini par le rapport entre la distance parcourue en utilisant le réseau viaire et la distance idéale à vol d'oiseau. Il s'exprime le plus souvent en pourcentage d'accroissement. Si on considère que la distance parcourue devrait être la « distance légale » (nécessaire quand sont respectées à la lettre les obligations du Code de la route et de la signalisation), alors on obtient un concept de **détour légal** ou « détour imposé par les autorités ». Ce détour correspond au rapport entre le plus court chemin (légal) et la distance à vol d'oiseau. Si on considère la distance parcourue comme étant la distance effectivement franchie par l'usager, alors on obtient un concept de **détour effectif** qui décrit la réalité des déplacements des usagers non motorisés.

Le **détour moyen** est la moyenne des détours. Cette définition recouvre en fait deux concepts complémentaires. Le **détour moyen théorique** correspond aux déplacements susceptibles d'être réalisés, c'est-à-dire de tous les points de l'espace urbain à tous les autres. Ce concept suppose que les usagers doivent pouvoir circuler dans toute la ville et en tous sens. Il ne tient aucun compte des générateurs de trafic ou des contraintes de la topographie. C'est donc un point de vue normatif qui indique ce vers quoi il convient de tendre. Il repose sur le concept de détour légal. Le **détour moyen observé** correspond aux déplacements observés, pour une période donnée et parmi une population représentative des habitants de la ville ou de l'espace urbanisé étudié. Ce concept prend les déplacements tels qu'ils sont. Il rend bien compte d'une réalité, des générateurs de trafic ou des contraintes de la topographie, mais il est incapable de dire si ces déplacements constatés à un moment donné sont satisfaisants aujourd'hui comme dans l'avenir. Il repose sur le concept de détour effectif.

1. L'impact de la forme du réseau viaire

Dans un premier temps, une démarche analytique a permis de calculer le détour moyen théorique dans des réseaux viaires avec îlots de forme canonique — carrés, rectangles, triangles... — pour approcher ensuite progressivement du cas général. En définitive, trois grands types de réseau ont été envisagés.

- Dans un réseau régulier en damier (ou au moins délimitant des îlots rectangulaires et avec carrefours en croix), typique des villes américaines, le détour moyen est d'environ **30 %**, un peu plus si les îlots sont particulièrement grands.
- Dans un réseau irrégulier mais bien maillé, typique du centre-ville de nombreuses villes européennes (Paris en est un bon exemple), le détour moyen est d'environ **15 à 25 %**. Ainsi, malgré un réseau viaire beaucoup plus désordonné, les villes européennes au réseau étoffé ont un détour moyen nettement meilleur que celui des villes américaines.
- Dans un réseau irrégulier et peu maillé, typique des banlieues de nombreuses villes françaises et européennes, le détour moyen est nettement plus élevé, **au moins de 35 %, voire beaucoup plus**. Car, les coupures linéaires ou surfaciques sont importantes, les radiales dominant au détriment des rocares, certaines zones ne sont accessibles que par des impasses ou des boucles de desserte, les îlots ont souvent des formes très allongées...

Dans un second temps, l'élaboration d'une méthode de mesure concrète du détour moyen théorique et son application à des quartiers réels ont confirmé ces résultats.

Dans un troisième temps, une enquête portant sur les déplacements d'une centaine de cyclistes lillois a permis de calculer le détour moyen observé et de constater que celui-ci est assez proche du détour moyen théorique. Cela s'explique par la stratégie des cyclistes quotidiens en matière de choix d'itinéraire. Les trajets sont effectués principalement par les grands axes, malgré la présence d'un trafic dense et rapide et la rareté des aménagements cyclables. La priorité est donnée à la rapidité au détriment de l'agrément.

2. L'impact des rues à sens unique

Les sens uniques allongent sensiblement les déplacements des usagers mécanisés et cela d'autant plus que le déplacement est court. Pour les usagers motorisés, l'impact est négligeable, pour les cyclistes, en revanche, l'impact est très réel, puisqu'ils fournissent eux-mêmes l'énergie nécessaire à leurs déplacements et qu'ils effectuent de courts trajets. Par exemple, dans un quartier avec des rues en sens uniques alternés séparant des blocs d'immeubles ou de maisons de 70 x 150 m et entourés de rues de 10 m de large, on a pu démontrer qu'un déplacement à bicyclette de 1,2 km est allongé en moyenne de 20 % et jusqu'à 80 % dans certains cas, un déplacement de 2,4 km est allongé en moyenne de 10 % et jusqu'à 40 % et un déplacement de 3,6 km est allongé en moyenne de 7 % et jusqu'à 27 %. De plus, les sens uniques augmentent sensiblement le trafic dans l'ensemble de la ville et tout particulièrement aux alentours des générateurs de trafic. Si bien qu'au total, à cause des sens uniques, les cyclistes doivent effectuer des déplacements plus longs dans un trafic plus dense et plus rapide, ce qui les expose dès lors plus longtemps et plus fortement à l'insécurité routière.

3. L'impact des coupures surfaciques

Les coupures surfaciques peuvent entraîner un allongement de parcours dissuasif. En considérant que la longueur limite du périmètre d'un îlot est de un km à pied et 3 km à bicyclette, on obtient après calculs la surface minimale d'un îlot pour qu'il ne génère pas une coupure :

Forme de l'îlot	Déplacements à pied	Déplacements à bicyclette
polygones se rapprochant du cercle	7 ha	65 ha
rectangles peu ou assez allongés	6 à 4 ha	55 à 35 ha
triangles peu ou assez allongés	4 à 2 ha	35 à 20 ha

Ces règles simples permettent de repérer les îlots « coupants » et d'élaborer aisément des cartes des coupures, incorporant les coupures surfaciques (voir ci-après).

4. Une modélisation informatique des effets de coupure

La modélisation réalisée repose sur la mise en évidence des lieux les plus enclavés au sein d'une agglomération composée de zones habitées plus ou moins denses et de coupures. Elle a nécessité le développement d'un logiciel qui utilise plusieurs algorithmes permettant de représenter la situation, de la normaliser et de mesurer les impacts des coupures sur les déplacements non motorisés de la population, en fournissant, en particulier, le détour moyen théorique.

La modélisation a été conçue pour fonctionner à une échelle relativement petite (1/25 000) : elle est applicable à une agglomération toute entière. Elle n'a pas besoin de tenir compte du détail du réseau viaire, mais seulement des coupures. Et surtout elle peut prendre en compte l'importance des populations concernées.

Bien que le logiciel soit aujourd'hui opérationnel, il n'a pas encore pu être expérimenté sur une ville réelle, faute de temps. Seul le traitement de plusieurs cas réels pourraient prouver concrètement l'intérêt d'un tel logiciel.

III — EVALUATION DES FRANCHISSEMENTS

Les usagers non motorisés rencontrent de nombreuses difficultés dans le franchissement des coupures : franchissements absents, peu fréquents ou temporaires, dangereux ou inconfortables, longs ou pénibles.

1. Méthode d'évaluation de la qualité d'un franchissement

L'idée consiste à proposer une méthode permettant de réaliser un diagnostic objectif de la qualité d'un franchissement par les techniciens ou les usagers eux-mêmes. Cette méthode utilise une analyse multicritères qui s'inspire du DIC (Démérite Itinéraire Cyclable) inventé par le CADR-Mulhouse. En parcourant un franchissement, chaque anomalie rencontrée est recensée et pondérée. La pénalité est d'autant plus forte que l'anomalie peut avoir des conséquences graves. Quatre critères ont été retenus : la circulation automobile sur le franchissement, le dénivelé du franchissement, la durée du franchissement, le confort et l'agrément du franchissement. Le total des points de démérite mesure la qualité de l'aménagement.

L'indicateur peut s'appliquer aussi à des franchissements à réaliser et au suivi des progrès accomplis dans le traitement des anomalies.

2. Deux études de cas

On a pu montrer qu'à Lille, sur la quarantaine de franchissements des 12 km de coupures qui entourent le centre (ancienne zone de fortification), 50 % sont « dissuasifs » pour un cycliste, 30 % s'avèrent « médiocres », 20 % seulement sont « satisfaisants ». Lille-sud, quartier sensible, est ainsi particulièrement peu accessible.

La RN 20 au sud de Paris ne constitue pas une coupure totalement imperméable, mais son caractère routier et l'intense trafic qu'elle supporte contribuent à la déstructuration du tissu urbain des communes traversées.

IV — EVALUATIONS GLOBALES

Les méthodes d'évaluation précédentes étant assez techniques et partielles, la mise au point de méthodes d'évaluation plus simples, au résultat plus synthétique s'imposait.

Inévitablement moins rigoureuses, ces méthodes sont aussi plus critiquables. Le compromis est difficile.

1. La proportion de voiries praticables par chaque mode

Le caractère praticable ou non d'une voirie dépend de très nombreux facteurs. La sécurité routière constitue toutefois un élément essentiel. Le risque d'accident dépend fondamentalement de la vitesse acquise par les véhicules et de leurs difficultés à s'arrêter à temps en cas d'imprévu l'exigeant, compte tenu des temps de réaction des conducteurs et de l'inertie des véhicules. Une augmentation du débit accroît la fréquence d'exposition au risque lié à la vitesse. Mais on peut montrer que c'est d'abord la vitesse excessive des véhicules qui est source de danger, bien plus que le débit.

On sait que la mixité des trafics est réaliste et le plus souvent souhaitable. Il existe cependant une vitesse limite au-delà de laquelle il est préférable de séparer les trafics. Pour les piétons, il est couramment admis que ce seuil est de 10 km/h. On retrouve là les concepts de zone 10 ou de cour urbaine où le mélange de tous les usagers devient possible. Pour les cyclistes, il

est couramment admis que ce seuil est de 30 km/h. On retrouve là le concept de zone 30 où le mélange des usagers mécanisés devient possible. De plus, une cohabitation bien comprise dépend beaucoup de l'importance relative de chaque catégorie d'usagers, c'est-à-dire du rapport de force qui s'établit, de fait, entre les usagers.

De ces réflexions, on peut tirer un indicateur permettant de mesurer la **proportion de voiries praticables par les piétons** ou bien **par les cyclistes**. Ce calcul repose sur plusieurs critères, résumés ainsi :

- **Pour les piétons**, on considère qu'une rue supportant un trafic roulant à plus de 10 km/h de moyenne et ne disposant pas de trottoirs d'au moins 0,80 m de large ou de passages protégés au moins tous les 100 m, est dissuasive pour un nombre non négligeable de piétons et doit donc être considérée comme non praticable à pied.
- **Pour les cyclistes**, on considère qu'une rue supportant un trafic roulant à plus de 30 km/h de moyenne et ne disposant pas d'aménagements cyclables bien conçus, est dissuasive pour un nombre non négligeable de cyclistes et doit donc être considérée comme non praticable à bicyclette. Une rue à sens unique sans contresens cyclable sera considérée comme à moitié praticable (linéaire divisé par 2).

Il est évident que de telles considérations sont simplistes. Le but n'est pas d'obtenir des critères incontestables, mais seulement suffisants pour obtenir une vision globale acceptable par le plus grand nombre. Une marge d'erreur non négligeable est donc inévitable. Mais elle n'est sans doute pas très considérable à l'échelle d'une ville ou même d'un quartier.

En pratique, la plupart des informations nécessaires sont disponibles dans un SIG (système d'information géographique) bien documenté et les villes sont aujourd'hui nombreuses à en disposer. Une première application de l'indicateur donne, pour la commune de Montpellier en juin 1999, une proportion de voiries praticables par les cyclistes de seulement 19 %.

2. La densité du linéaire de voirie

De nombreux autres indicateurs de la perméabilité d'une ville aux déplacements non motorisés sont également envisageables. L'un d'entre eux, la densité du linéaire de voirie, s'avère particulièrement intéressant. C'est le rapport entre le linéaire de voirie et la surface urbanisée.

Si la densité du linéaire de voirie est élevée, la ville est a priori plus perméable. Toutefois, pour que ce ratio ait un sens et soit utilisable, seules les voiries qui contribuent à rendre la ville perméable doivent être retenues. Il faut donc écarter les impasses, les boucles de desserte et les autoroutes et voies rapides ne desservant pas le territoire considéré. Les ratios obtenus mode par mode expriment la place accordée à chaque mode et des comparaisons deviennent possibles.

3. La représentation cartographique des effets de coupure

En appliquant quelques règles simples, il est possible de représenter, sur une carte au 1/10 000, les coupures linéaires (voiries, voies ferrées, voies d'eau) et surfaciques (espace vert, zone d'activité, grand îlot d'habitation...), les coupures physiques et dangereuses, les voiries infranchissables et impraticables, et de signaler les franchissements.

On voit alors apparaître des quartiers (ou des portions du territoire urbain) peu accessibles (enclavés), voire même inaccessibles. Ainsi, une coupure linéaire franchie par des voiries ou des passages impraticables à pied ou à bicyclette constitue une coupure importante pour les usagers non motorisés, malgré le fait que, sur une carte habituelle de la ville, elle paraisse perméable.

4. L'évaluation monétaire des effets de coupure

Elle en est encore à un stade rudimentaire. On ne dispose que d'une estimation du coût des pertes de temps des piétons (0,02 % du PIB) et d'une évaluation contingente (0,06 % du PIB). Pourtant, de nombreuses pistes pourraient être explorées avec profit. Il serait possible de calculer l'économie liée au transfert modal (coût d'évitement) ou bien le coût des pertes de temps des cyclistes, des pertes de temps liées à des déplacements d'accompagnement, de l'énergie supplémentaire dépensée par les usagers non motorisés, de la diminution des relations de voisinage et de l'enclavement de quartiers... (coût des dommages directs et indirects) ou encore le coût des aménagements réduisant les effets de coupure (coût de réparation). Le coût des effets de coupure en serait décuplé, le rapprochant du coût des autres grandes nuisances (bruit, pollution, accidents, congestion).

* * *

En conclusion, les effets de coupure, entendus au sens large, sont loin d'être négligeables. Les piétons sont aujourd'hui confinés au cœur des quartiers et les cyclistes ont quasiment disparus. Pourtant, les recherches françaises sur le sujet sont encore rarissimes et les travaux étrangers sont dispersés et portent, en général, sur des aspects très limités. Les méthodes et outils développés dans cette recherche doivent encore être expérimentés sur le terrain et affinés.

BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE

- APPLEYARD Donald, 1981, *Livable Streets*, University of California Press, Berkeley, 364 p.
- BOER Enne de, 1991, "Severance : european Approaches of a negative Impact of Thoroughfares", *PTRC, European Transport, Highways and Planning, 19th summer annual Meeting*, 9-13 sept., pp. 251-262
- CADR Mulhouse, 1997, *DIC, Démérite Itinéraire Cyclable*, 9 p.
- CERTU, 1998, *Les boulevards urbains. Des voies qui permettent de réconcilier vie locale et circulation*, fiche technique n° 28, Lyon, 12 p.
- ENEL Françoise, 1984, *Coupure routière et autoroutière*, Atelier central d'environnement, Paris, 147 p.
- ENEL Françoise, 1998, *Les coupures routières en milieu urbain. Rapport de synthèse*, Véres consultants, recherche pour le Plan Urbain, Paris, 92 p.
- FAURE Anne (dir.), 1996, *Entre les tours et les barres*, dossier du CERTU, Lyon, 205 p.
- GAMBARD J.-M., APARICIO A., LUNDEBREKKE E., 1995, "Conception et architecture des voies urbaines", *Routes / Roads*, spécial II (10.08B) pp. 51-84.
- GODEFROOIJ Tom, 1992, "Criteria for segregation and integration of different modes of transport", in *Perspectives mondiales sur le vélo, série planification*, Montréal.
- GOURDON Jean-Loup, 1997, "De la voirie à la rue : pour 'habiter le temps'", *Urbanisme*, n° 292, pp. 20-24.
- HERAN Frédéric, METZGER Edith, MIGNOT Corinne, TOSTAIN Philippe, 1997, *Le vélo urbain en Seine Saint-Denis. Rapport final*, étude pour le Conseil Général de Seine Saint-Denis, Bobigny, 270 p.
- HINE Julian, RUSSELL John, 1996, "The impact of traffic on pedestrian behaviour. 1. Measuring the traffic barrier", *Traffic Engineering and Control*, janvier, volume 37, n° 1, pp. 16-18.
- JEANRENAUD Claude, SOGUEL Nils, GROSCLAUDE Pascal, STRITT Marc-Alain, 1993, *Coûts sociaux du trafic urbain. Une évaluation monétaire pour la ville de Neuchâtel*, IRER

- (Institut de Recherches Economiques et Régionales), Programme National de Recherche Ville et Transport, n° 42, 98 p.
- LE GAL Yann, 1996, "Hiérarchisation du réseau voirie. Quelle fonction pour quelle voie ?", in *Le vélo dans les aménagements de quartier*, journée technique du Club des villes cyclables, Paris, 4 avril, pp. 15-21.
- LOIR Christian, ICHER Jacqueline, 1983, *Notions de coupure*, CETE du Sud-Ouest, Bordeaux, 147 p.
- MERCIER Florence, 1998, *Seine Saint-Denis. Connaissance du fonctionnement des déplacements. Carte des coupures. Etape 1 : cadrage géographique*, étude pour la Direction Générale de la Voirie et des Infrastructures, Conseil Général de la Seine Saint-Denis, Bobigny, 32 p.
- PANERAI Philippe, CASTEX Jean, DEPAULE Jean-Charles, 1997, *Formes urbaines : de l'îlot à la barre*, Editions Parenthèses, 2e éd., 197 p.
- PLANCO CONSULTING GMBH, 1993, *Evaluation macro-économique des investissements dans les infrastructures de transport. Méthode d'évaluation appliquée dans le cadre du plan des infrastructures fédérales de transport, 1992*, Ministère fédéral des transports, Bonn, 300 p.
- RUSSELL John, HINE Julian, 1996, "The Impact of Traffic on Pedestrian Behaviour. Measuring the Traffic Barrier", *Traffic Engineering and Control*, n° 1, pp. 16-18.
- SCHAUR Eda, 1991, *Non-planned settlements*, Institut für leichte Flächentragwerke, Stuttgart, 256 p.