



Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres  
Groupe opérationnel 1 : mobilité, territoires et développement durable

## La consommation d'espace-temps des divers modes de déplacement en milieu urbain. Recherche complémentaire

### Rapport final

Subvention 09 MT SU 16 du MEEDDAT

Octobre 2011



*Centre lillois d'études et de recherches sociologiques et économiques*  
UMR 8019 du CNRS – Maison européenne des SHS  
2 rue des Canoniers, 59800 Lille  
Frédéric Héran – [frederic.heran@univ-lille1.fr](mailto:frederic.heran@univ-lille1.fr)



*Laboratoire d'économie des transports*  
*Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat*  
Rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin Cedex  
Emmanuel Ravalet – [emmanuel.ravalet@entpe.fr](mailto:emmanuel.ravalet@entpe.fr)



*Centre d'Études Techniques de l'Équipement Nord Picardie*  
2 rue de Bruxelles, BP 275, 59019 Lille Cedex  
Sylvie Mathon – Fabrice Hasiak – Nicolas Merle – Patrick Palmier  
[Sylvie.Mathon@developpement-durable.gouv.fr](mailto:Sylvie.Mathon@developpement-durable.gouv.fr)

## *Préambule*

Conformément à la convention, ce rapport final préfigure l'ouvrage qui en sera issu dans trois mois. Il comporte des développements et des annexes spécifiques au rapport, qui n'apparaîtront pas dans l'ouvrage final.

## *Introduction*

L'automobile défait la ville, non seulement parce qu'elle favorise l'étalement urbain, mais aussi parce qu'elle occupe beaucoup d'espace. C'est la thèse, déjà ancienne mais un peu oubliée, que ce rapport voudrait reprendre et développer, car c'est elle qui peut, en retour, nous aider à mieux comprendre les conditions de réussite d'une ville durable, dense et mixte, plus économe en espace et en déplacements motorisés.

### *Une thèse ancienne*

Dès les années 50, en pleine montée du trafic et de la congestion, les spécialistes les moins suspects d'écarter sommairement l'automobile sont d'accord pour expliquer qu'il est impossible d'adapter complètement la ville à ce mode, tant la consommation d'espace par les routes autant que par les parkings serait considérable. Selon Michel Frybourg, directeur du Service des études et recherches de la circulation, « vouloir que l'automobile assure tout les déplacements conduirait à concevoir pour les grandes agglomérations françaises, un maillage autoroutier de 1200 m de côté, ce qui est bien sûr impensable. À ce stade-là, il n'existe plus que des autoroutes et des échangeurs, il n'y a plus de ville, alors ce n'est plus la peine de rien faire. »<sup>1</sup> Au même moment, aux États-Unis, deux architectes-urbanistes américains réputés, Geoffrey Baker et Bruno Funaro, rappelaient que « si tous ceux qui viennent à New York en transports en commun s'y rendaient en voiture, toute la partie de Manhattan située au sud de la 50<sup>e</sup> rue devrait être transformée en parcs à étages. » (1958, p. 18)

En 1961, le statisticien spécialiste des transports, Reuben J. Smeed, confirme : « Si les déplacements dans le centre des grandes villes s'effectuent en voiture particulière, une proportion considérable de la surface de la ville doit être vouée à la circulation et au stationnement. » (1961, p. 29) Puis en 1963, le rapport Buchanan prend le temps de le démontrer : « C'est qu'en effet la demande d'espace est, de la part de l'automobile, énorme du moins en puissance ; et (...) nous devons nous préparer à un démembrement de plus en plus grand de la structure urbaine du fait de l'accroissement de la surface consacrée aux parcs à voitures ; peut-être en arriverons-nous au point où l'environnement externe, visible, des villes, sera consacré à l'automobile et aux établissements dont celle-ci dépend principalement. Si l'on se rend à Los Angeles et dans bien d'autres villes américaines, on peut juger du résultat obtenu. » (p. 50) Et à propos des routes, l'étude détaillée du cas de Leeds, 500 000 habitants, parvient à la même conclusion : « la motorisation totale assortie d'une pleine utilisation de l'automobile dans une ville de la taille de Leeds exige un réseau si énorme qu'on ne saurait l'envisager. »<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> *Revue générale des routes*, n° 415, novembre 1956, p. 68, cité par Bigey et Schmider, 1971, p. 34.

<sup>2</sup> Car, il faudrait : « a) 13 radiales reliant les faubourgs extérieurs aux principales zones d'emploi situées à l'intérieur et autour du centre de la ville. (...) Pour donner à chacune des 13 radiales la capacité exigée, il conviendrait de construire les fractions de leurs parcours situés en proche banlieue selon les normes des autoroutes. Six d'entre elles exigeraient, sur quelques portions, jusqu'à huit pistes, dont certaines devraient

Au début des années 70, Jean Poulit, chef de la Division urbaine du SETRA, dont le rôle au ministère de l'Équipement est précisément d'adapter les villes françaises à l'automobile, admet que « C'est sur le plan de la consommation d'espace et de l'intégration des infrastructures de voirie et de stationnement en site dense que le transport individuel trouvera ses limites. » et il en déduit que « Si on désire conserver un centre très dense, la volonté de préserver la qualité de l'environnement incitera, sans aucun doute, à limiter l'usage de la voiture. Il faudra développer, dans ce cas, un mode de transport collectif réellement efficace, c'est-à-dire, en fait, un transport en site propre qui puisse supporter la comparaison avec le transport individuel. » (1971, p. 61)

Aujourd'hui, ces évidences semblent quelque peu oubliées ou sous-estimées. Même, les meilleurs spécialistes américains des déplacements urbains doutent, on le verra, qu'à Los Angeles, la part des transports puisse représenter les deux tiers de l'espace du quartier central des affaires (*central business district*). Bien sûr, chacun sait qu'au-delà d'une certaine densité, des transports plus économes en espace sont indispensables pour préserver l'accessibilité. Mais ils le sont aussi – aspect moins connu – pour préserver la cohésion urbaine.

Le contexte a également radicalement changé. Dans les pays occidentaux, l'heure n'est plus à la croissance du trafic automobile, mais à la reconquête des espaces publics et à la densification. Si l'on tient à tirer quelques enseignements de l'histoire, il faut bien convenir que tout cela ne sera possible qu'en réduisant fortement non seulement l'usage mais aussi la possession de l'automobile.

Un des objectifs du rapport sera donc de rappeler comment les modes les plus consommateurs d'espace, au premier rang desquels l'automobile, ont progressivement colonisé l'essentiel de l'espace urbain disponible et comment les mentalités et les discours s'y sont peu à peu adaptés, souvent en élaborant des justifications *a posteriori*. Reste surtout bien des questions à éclaircir.

### ***La consommation d'espace est-elle vraiment une nuisance ?***

Pour les uns, il est normal que les transports occupent un certain espace : comment le leur reprocher ? On peut considérer en effet que l'espace utilisé est compensé par l'accessibilité procurée aux espaces riverains. Pour d'autres, il est tout de même étrange qu'en milieu urbain où l'espace est une ressource réputée rare, certains modes de transport aient besoin d'autant d'espace : jusqu'à 300 fois plus pour un salarié qui se rend à son travail en voiture plutôt qu'en bus, on le verra. Des écarts aussi énormes sont-ils justifiés ? Si cette utilisation de l'espace se fait au profit de certains et au détriment d'autres usagers, sans que ceux qui en bénéficient ne dédommagent ceux qui en pâtissent, alors il s'agit bien d'une nuisance au sens économique du terme.

Or, justement, quels sont les dommages causés par une consommation excessive d'espace de certains modes par rapport à d'autres ? L'analyse mérite d'être poussée un peu plus loin qu'elle ne l'est d'ordinaire. Il ne s'agit pas seulement d'un éloignement des activités, mais aussi d'une réduction ou d'une pénurie des espaces non dévolus à l'automobile telles que les déplacements des modes alternatifs en deviennent compliqués, sinon impossibles. Il convient

---

être en sens alterné (c'est-à-dire, le matin, en sens unique de la banlieue vers le centre et le soir en sens unique opposé). (...), b) Une série de liaisons construites selon les normes des autoroutes et comportant de quatre à six voies permettant d'écouler la circulation s'effectuant d'un point à un autre de la ville et entre les zones résidentielles et les zones d'emploi situées en dehors de la ville (...) c) Dans la partie centrale de la ville, le réseau nécessaire serait à peu près impossible à réaliser (...) du fait que la distance séparant les intersections du réseau serait si faible qu'il n'y aurait plus, ou presque, de possibilités d'accès à la zone que le réseau prétendrait desservir. » (pp. 94-96)

aussi de détailler les impacts liés à l'artificialisation des sols, aux effets de coupure, à la dégradation des paysages... et de comprendre comment ils s'articulent à l'ensemble des autres nuisances.

### ***Comment mieux appréhender l'articulation entre stationnement et circulation ?***

Un des partis pris majeurs du rapport est de s'intéresser tout autant au stationnement qu'à la circulation. Ce sont en effet des produits joints : l'un n'existe pas sans l'autre. Tout véhicule doit forcément s'arrêter même brièvement avant ou après un déplacement et un véhicule qui stationnerait en permanence n'aurait plus aucune utilité. De plus, sur la voirie, circulation et stationnement se concurrencent : le stationnement illicite gêne la circulation, la recherche d'une place encombre la chaussée, les axes rouges interdisent tout stationnement ou au contraire la mise en sens unique des rues permet de rajouter une file de stationnement.

Le déplacement est cependant la seule activité réellement utile, dans la mesure où il permet de réaliser une activité à destination. Le stationnement n'est qu'une activité seconde ou dérivée, qui n'apporte aucune valeur ajoutée et qui doit en principe, être réduite au minimum, tout comme les stocks par rapport aux flux dans la production industrielle, une comparaison fort instructive. C'est tout l'intérêt du bus, du taxi ou d'une voiture partagée que de ne stationner que peu de temps par rapport au temps de déplacement. Circulation et stationnement ne sont donc pas des termes tout à fait symétriques.

Pour les appréhender conjointement, il faut cependant savoir additionner les consommations d'espace de stationnement et de circulation pour tout déplacement. C'est possible depuis les travaux pionniers de la RATP, hélas toujours inconnus hors de France et qu'on s'attachera à développer (voir l'encadré 1). Il faudra en passer notamment par l'établissement de valeurs unitaires de consommation d'espace et de leur coût, selon les modes de déplacement, pour pouvoir ensuite les utiliser et effectuer toutes sortes de comparaison entre modes, territoires et époques.

Tout ce travail permettra *in fine* de mieux aborder l'articulation entre les politiques de circulation et de stationnement encore si souvent dissociées.

À noter enfin que, pour simplifier la lecture du rapport, on abordera toujours en premier le stationnement, en général plus facile à appréhender, puis la circulation en second.

### ***Comment réguler la consommation d'espace ?***

Malgré toutes ses vertus, la régulation par les prix suffit-elle à gérer au mieux la consommation d'espace ? Que ce soit pour le stationnement ou pour la circulation, l'intérêt d'une tarification des places ou d'un péage de congestion n'est plus, depuis longtemps, à démontrer. Mais ce levier d'action suffit-il à épuiser le sujet, comme les économistes ont naturellement tendance à le croire ? Sûrement pas et pour deux raisons majeures.

On montrera d'abord que l'espace occupé aujourd'hui par l'automobile est souvent nettement surdimensionné pour les besoins en stationnement comme pour le trafic écoulé et peut donc parfaitement être réduit sans affecter l'usage de l'automobile. Pour mieux distribuer les espaces disponibles, les marges d'intervention des villes ne sont pas minces et beaucoup de travaux de voirie sont aujourd'hui de cet ordre.

On montrera ensuite que les pouvoirs publics peuvent choisir d'affecter certains espaces publics à d'autres usages qu'aux déplacements sans forcément pouvoir le justifier sur le plan économique. Pour éviter le risque d'une baisse conséquente de l'accessibilité, les politiques de régulation des transports par les prix apparaissent alors comme un complément des politiques de rationnement et non pas seulement comme un substitut.

## *Choix méthodologiques*

Pour mieux comprendre tous ces sujets, la voie délibérément choisie a été d'adopter une approche à la fois 1/ globale, en tenant compte de l'ensemble des espaces de stationnement et de circulation occupés par tous les modes de déplacement urbains, 2/ historique, en replaçant dans une perspective longue les évolutions, et 3/ internationale, en comparant les contextes et les solutions européens et américains. L'automobile focalisera naturellement l'attention, dans la mesure où son énorme consommation d'espace constitue, qu'on le veuille ou non, un problème majeur, alors que les transports publics et les modes actifs beaucoup plus économes en espace font clairement partie de la solution.

Plutôt que l'expression « consommation d'espace » souvent confuse, on préférera utiliser la distinction classique entre l'offre – les espaces de stationnement ou de circulation disponibles – et la demande – l'occupation effective de ces espaces –, le rapport de la demande à l'offre mesurant un taux d'occupation des espaces.

Enfin, il conviendrait de distinguer surface et superficie. En mathématique, la surface est un objet géométrique et la superficie (ou l'aire) est sa mesure. Mais par métonymie, cette mesure est souvent désignée dans le langage courant par l'objet lui-même. Comme de nombreux auteurs, il nous arrivera d'utiliser le terme surface dans le sens de superficie.

## *Le contenu du rapport*

Le plan s'articule en deux parties. La première a pour seul objectif de mesurer les écarts de consommation d'espace entre les modes, d'abord en rappelant les consommations unitaires, c'est-à-dire pour chaque mode, puis en calculant les consommations globales, y compris leur coût. La seconde partie analyse non seulement les conséquences de cette situation sur la forme urbaine, mais aussi les multiples impacts dérivés, en soulignant le dilemme entre accessibilité en voiture et attractivité de la ville.

Dans l'ouvrage qui prolongera ce rapport, une troisième partie développera, en trois grandes étapes, l'histoire de la conquête progressive des espaces urbains par l'automobile, une histoire traversée de tensions et de changements de paradigmes et esquissée dans le chapitre 13 de ce présent rapport. Enfin, une quatrième partie s'attachera à explorer les solutions, c'est-à-dire les façons de réaliser les meilleurs compromis, pour concilier urbanité et accessibilité.

## Encadré 1. Le $m^2.h$ , une unité de mesure méconnue et pourtant d'un grand intérêt

Pour additionner les espaces consommés par le stationnement et la circulation au cours du temps, Louis Marchand, ingénieur à la RATP, invente, en 1973, une nouvelle unité de mesure : le mètre carré multiplié par des heures ( $m^2.h$ ) et ses dérivées – le  $km^2.h$ , les  $pl.h$  (places de stationnement x heures), les  $ha.ans...$  – sur le modèle d'autres unités composites déjà existantes pour mesurer par exemple les flux de trafic (véh.km, t.km ou voy.km) ou la congestion ( $h.km$ ) (Marchand, 1977, 1984, 1993 ; Guieysse et Marchand, 1988)<sup>1</sup>.

Ainsi, la consommation d'espace-temps d'un véhicule en stationnement est égale à la surface occupée par le véhicule multipliée par son temps de stationnement. Par exemple, une voiture qui stationne dans un parking pendant 8 h consomme  $25 \times 8 = 400 m^2.h$ .

Quand un véhicule est en mouvement, il a besoin, outre d'un emplacement au sol, d'un espace libre devant lui et sur les côtés pour sa sécurité, c'est-à-dire d'une distance intervéhiculaire pour s'arrêter à temps en cas de besoin et d'une certaine largeur de voie pour éviter les heurts latéraux, tout cela formant une surface devant et autour de lui. Le temps qu'il passe à se déplacer est égal à la distance à parcourir divisé par sa vitesse. Par exemple, une voiture qui roule à 36 km/h (soit à 10 m/s) pendant 10 km dans une rue de 3 m de large, en laissant devant elle 25 m libres auxquels s'ajoutent 5 m pour la longueur de son véhicule, utilise une surface de  $3 \times (25 + 5) = 90 m^2$  pendant  $10/36$  heures, soit  $25 m^2.h$ .

Pour faciliter les calculs, il est préférable de tenir compte plutôt du débit effectif de la voie, plus facile à mesurer que la distance intervéhiculaire moyenne, en multipliant la distance parcourue par la largeur de la voie, et en divisant le tout par le débit de la voie. Par exemple, une voiture qui roule pendant 10 km (soit 10 000 m) dans une rue de 3 m de large qui écoule 1000 véhicules par heure, utilise  $(10\ 000 \times 3) / 1000 = 30 m^2.h$  (pour la formulation mathématique des calculs de Marchand, voir l'annexe 1 et pour diverses applications, voir Beauvais, 1982-1983).

Malgré son grand intérêt, l'unité de mesure qu'est le  $m^2.h$  est totalement méconnue hors de France. Louis Marchand a eu pourtant plusieurs fois l'occasion de l'utiliser dans des exposés, lors de colloques et rencontres internationales. Seuls deux chercheurs américains l'ont explorée en réalisant quelques calculs, mais sans plus approfondir le sujet, comme s'il s'agissait d'une simple curiosité (Bruun et Vuchic, 1995). Ils montrent ainsi qu'un employé qui se rend en voiture de son domicile à son travail distant de 8 km consomme 300 fois plus d'espace-temps que son collègue qui prend le bus (voir le chapitre 10).

En France même, l'utilisation du  $m^2.h$  n'a pas dépassé les applications proposées par Marchand (pour l'essentiel additionner des consommations d'espace de stationnement et de circulation). Pourtant, cette unité de mesure peut être utilisée à d'autres fins, notamment pour évaluer la demande d'espace selon la vitesse (voir le chapitre 4) ou pour comparer correctement les capacités de différentes infrastructures (voir le chapitre 8).

<sup>1</sup> Nous l'avons interviewé en février et mars 1997.

*Première partie. Le constat.  
D'énormes disparités de consommation d'espace  
selon les modes de transport*

« Mais la pierre d'achoppement de l'utilisation générale de l'automobile est bien la consommation d'espace urbain qu'elle nécessite » (Bigey et Schmider, 1971, p. 34)

Une simple observation suffit pour se persuader que les divers modes de déplacement sont très inégaux sur le plan de leur consommation d'espace. Cette première partie vise à chiffrer précisément ce constat.

Les trois premiers chapitres (1, 2 et 3) traiteront du stationnement, d'abord de la demande en révélant les écarts entre modes, puis de l'offre en remarquant l'inévitable empirisme des méthodes d'ajustement à cette demande et enfin du taux d'occupation des espaces de stationnement qui, en conséquence, ne peut être que médiocre.

Les trois chapitres suivants (4, 5 et 6) traiteront de la circulation. La demande d'espace se révélera très sensible à la vitesse et l'offre assez mal répartie. Si bien que le taux d'occupation des espaces de circulation apparaîtra lui aussi assez faible.

Le chapitre 7 s'efforcera de comprendre les multiples raisons capables d'expliquer l'existence de ces espaces automobiles surdimensionnés.

Enfin, le chapitre 8 fera le point sur le coût de la consommation d'espace, afin d'établir quelques valeurs unitaires.

## *Chapitre 1. La demande d'espace de stationnement. Grands écarts*

Chacun souhaite stationner son véhicule à proximité immédiate de son lieu de destination. Malheureusement, certains véhicules particulièrement encombrants satureront vite les espaces disponibles alentours... Ce chapitre est destiné à établir les données de base sur l'espace que réclament les divers modes de déplacement quand ils stationnent. La plupart de ces données sont bien connues, mais ce sujet simple révèle pourtant quelques surprises, certains écarts étant sous-estimés.

On en déduira la demande globale de stationnement pour chaque mode. Cette demande est globalement facile à déterminer, puisque tout véhicule a besoin d'un espace qui lui soit spécialement destiné dès qu'il s'arrête durablement. Mais elle est beaucoup plus difficile à localiser avec précision.

Avant de commencer, il convient de rappeler quelques distinctions. Il existe trois types d'aménagement des places de stationnement qui imposent des contraintes différentes d'accès et donc une demande d'espace et des coûts très variables : 1/ dans la rue : le long des trottoirs ou sur terre-plein central ou latéral, 2/ dans un parking en surface ou 3/ dans un parking en ouvrage – souterrain ou en élévation – ou un garage, ce qui nécessite du bâti à construire. Il est également utile de distinguer les places de stationnement et les espaces de dégagement pour accéder au parking puis à la place. Les espaces de dégagement peuvent être spécifiques comme dans un parking, ou bien utiliser les espaces de circulation générale comme pour les places le long des trottoirs. Dans le premier cas et contrairement au second, ils doivent être ajoutés aux places de stationnement pour constituer ce qu'on appellera les espaces de stationnement.

### *Les espaces de stationnement automobile*

La taille des places et des espaces de manœuvre est imposée par les véhicules les plus longs et par leur rayon de braquage. En Europe, ce type de véhicule fait environ 4,50 m (break, monospace...), alors qu'en Amérique du Nord où les véhicules sont plus grands, elles peuvent faire plus de 5 m. C'est pourquoi, comparer ces deux continents n'est pas inintéressant.

Pour le stationnement le long du trottoir, la longueur des places est partout en Europe d'environ 5 m qu'elles soient ou non délimitées, dans les grandes villes comme ailleurs. Dans un quartier populaire où dans certains pays où les grands véhicules sont rares, on observe cependant des valeurs moyennes un peu moindres (ce résultat est facilement vérifiable à l'aide de *Google Earth*). Aux États-Unis la longueur des places est couramment de 6 m. En largeur, les voitures européennes nécessitent environ 2 m quand aux États-Unis, il leur faut 2,20 m. Ainsi, le long d'un trottoir, un véhicule particulier européen consomme environ  $2 \times 5$  m, soit  $10 \text{ m}^2$  par place (CETUR, AIVF, 1988, p. 51), alors qu'aux États-Unis, c'est plutôt  $2,20 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ , soit  $13 \text{ m}^2$ .

Pour le stationnement perpendiculaire ou en épis, à cause de la forme des cases ou de leur accès plus difficile, la superficie unitaire nécessaire est un peu plus grande, soit  $12 \text{ m}^2$ .

Dans un parking en surface, la consommation moyenne d'espace est bien supérieure, car il faut ajouter les espaces de dégagement qui comprennent les allées de desserte des places et les voies d'accès à ces allées.

- La taille d'une place est, en Europe, de 2,30 à 2,50 m de large sur 5 m de long, soit environ 12 m<sup>2</sup> (aux États-Unis, de 2,50 à 2,70 m de large sur 6 m de long, soit environ 16 m<sup>2</sup>).
- Les allées de desserte des places ont, en Europe, 5 à 6 m de large, soit environ 7 m<sup>2</sup> supplémentaires par place. Aux États-Unis, il faut prévoir 6 à 7 m de large, soit environ 9 m<sup>2</sup> supplémentaires par place.
- Enfin, les voies d'accès augmentent de 20 à 25 % les superficies précédentes, selon la taille du parking, sans compter les bandes herbeuses et les délaissés.

Au total, en Europe, il faut compter en moyenne 25 m<sup>2</sup> par espace de stationnement, valeur depuis longtemps admise par les aménageurs (Gérondeau et Flichy, 1966, p. 31)<sup>1</sup>. Aux États-Unis, la valeur moyenne retenue est de 32 m<sup>2</sup> <sup>2</sup>.

Dans un parking en ouvrage, malgré le coût de l'équipement qui pousse à dimensionner les espaces au plus juste, la présence des murs et l'effet de paroi qu'ils provoquent, ainsi que les espaces nécessaires aux gardiens, à l'encaissement et aux locaux techniques ne permettent pas de limiter ces consommations unitaires qui sont même plutôt supérieures. Par exemple, le parking en élévation « Disney Village » de 1368 places, ouvert en 2004, occupe 36 231 m<sup>2</sup>, soit 26,5 m<sup>2</sup> par place (source : communiqué du gestionnaire Vinci Park). Les parkings plus anciens étant un peu plus exigus, on retiendra la valeur moyenne habituelle de 25 m<sup>2</sup> par espace de stationnement en ouvrage. Depuis 1994, une norme AFNOR (P91-100) non obligatoire fixe les dimensions minimales des parcs de stationnement accessibles au public et notamment des emplacements et des voies (Picard et Delacourt, 2001, p. 145). Elle a été complétée en 1996, par une autre norme (P91-120) toujours non obligatoire fixant les dimensions minimales des parcs de stationnement à usage privatif et un peu moins généreuses pour tenir compte de « l'accoutumance aux lieux dans le comportement des usagers ».

Pour un garage dans une maison individuelle, la consommation d'espace comprend la superficie du garage et l'espace de dégagement (allée d'accès, espace de manœuvre...). Selon les programmes de construction de logements des promoteurs tels que Bouygues ou Kaufman & Broad, la superficie moyenne d'un garage pour une voiture est de l'ordre de 15 m<sup>2</sup> (2,80 m x 5,40 m), valeur également retenue par Sylvie Mathon dans sa thèse sur le stationnement résidentiel (2008, p. 103). Les maisons actuelles étant presque toujours construites un peu en retrait de la rue, il convient d'ajouter une dizaine de m<sup>2</sup> pour l'espace de dégagement devant le garage, pour permettre de stationner la voiture dans l'allée, sur l'espace privé, sans la rentrer pour autant dans le garage, ou pour pouvoir stationner une deuxième voiture. Soit au total, un espace de stationnement d'environ 25 m<sup>2</sup> comme dans les parkings.

Par rapport à la surface habitable, un garage de 15 m<sup>2</sup> représente environ la moitié d'un studio, 30 % d'un deux pièces, 20 % d'un trois pièces et un garage double représente le tiers d'un quatre pièces... Plus généralement : « En France, la surface moyenne des logements est de 81 m<sup>2</sup> et ils comportent en moyenne moins de 4 pièces habitables. [Or] En moyenne, une aire privée de stationnement fait 20 m<sup>2</sup> (Source : MEEDDAT / FILOCOM), l'équivalent

---

<sup>1</sup> Une valeur que l'on retrouve dans l'article 12 des PLU Par exemple : le PLU de Marly-le-Roi, comme celui de Cesson, prévoit que « Les places doivent avoir les dimensions minimales suivantes : largeur : 2,30 m, longueur : 5 m. Un dégagement de 6 m doit être également prévu. » ; le PLU de Juvisy, comme celui de Combs-la-Ville, fixe les « Dimensions minimales des places pour véhicules particuliers » à : « Longueur : 5 m, largeur : 2,50 m, dégagement : 5 m ».

<sup>2</sup> "A parking space is typically 8-10 feet [2,6 to 3,2 m] wide and 18-20 feet [5,8 to 6,5 m] deep, totaling 144 to 200 square feet [15 to 21 m<sup>2</sup>]. Off-street parking requires about twice this amount (300+ square feet [au moins 31,5 m<sup>2</sup>] per space) for access lanes, allowing 125 spaces per acre [0,4 ha]" (Litman, 2002, p. 6).

d'une des quatre pièces du logement français. La trentaine de millions de voitures à stationner équivaut donc à la surface foncière de 7,4 millions de logements de 81 m<sup>2</sup>. L'enjeu est d'importance lorsque l'on met en perspective ces surfaces avec le besoin de logements estimé à 350 000 logements par an d'ici à 2020 (Jacquot, 2007). » (Mathon, 2008, pp. 102-103)

### ***Le stationnement des deux-roues***

Longtemps confondus en la matière, les bicyclettes et les deux-roues motorisés<sup>1</sup> n'occupent pourtant pas du tout le même espace à l'arrêt.

1/ Pour les bicyclettes, une annexe d'une étude de l'IAURIF et *alii* (1996) détaille précisément l'espace occupé par véhicule selon divers équipements de stationnement en Europe. Dans les villes où les cyclistes sont nombreux, les garde-cycles sont généralement compacts et une bicyclette n'occupe alors en moyenne qu'une superficie de 0,7 m<sup>2</sup>. En outre, il est facile d'installer quelques places pour vélos sur un délaissé, un recoin, une surlargeur de trottoir ou une placette sans que cela ne gêne outre mesure la déambulation des piétons.

Plus précisément, deux cas méritent d'être distingués (Anceau *et alii*, 2009). 1/ Soit les vélos sont appuyés sur des arceaux espacés de 80 cm avec deux vélos par arceau ou bien sur un râtelier avec des places séparées de 40 cm avec hauteurs des roues avant alternées de façon à ce que les guidons ne se gênent pas. Une bicyclette occupe alors en moyenne une surface de 0,4 m x 2 m, soit 0,8 m<sup>2</sup>. 2/ Soit les vélos sont rangés dans un parc comportant deux niveaux, grâce à des rampes mobiles assistées par des ressorts manœuvrables par tout cycliste adulte sans difficultés. Une bicyclette n'occupe alors plus qu'environ 0,8 m<sup>2</sup> + 0,4 m<sup>2</sup> d'espace de dégagement divisé par 2, soit 0,6 m<sup>2</sup>. C'est le cas par exemple dans tous les parcs vélos des grandes gares des Pays-Bas et dans un nombre croissant de parcs vélos des gares françaises : par exemple, à Chambéry (100 places) ou à Lille Flandres (650 places) (voir la figure 1).

Figure 1. Exemple de râtelier pour vélos sur deux niveaux



2/ Pour les deux-roues motorisés, il faudrait distinguer plusieurs types. On se contentera d'estimer qu'un scooter comme une moto consomment environ 1,5 m<sup>2</sup> pour une place de stationnement + 1 m<sup>2</sup> d'espace de dégagement, soit 2,5 m<sup>2</sup> d'espace de stationnement. Cette surface tend à augmenter avec la puissance accrue des deux-roues motorisés. Par exemple, le tricycle Piaggio MP3, dont les ventes explosent, a comme dimensions 2,13 m x 0,75 m, soit au moins 1,6 m<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Nous utiliserons par commodité le terme deux-roues motorisé y compris pour les tricycles qui se répandent, depuis l'innovation du constructeur italien Piaggio, en 2006, suivi par la concurrence. Des quadricycles commencent aussi à apparaître.

Bref, on constate qu'un deux-roues motorisé consomme 2 à 4 fois plus d'espace de stationnement qu'un vélo, non seulement du fait de son gabarit plus grand, mais aussi parce qu'il est moins facile à manœuvrer et impossible à soulever et donc à stocker sur deux niveaux. De tels écarts ne peuvent sûrement pas être négligés. C'est pourtant ce qui sera fait pendant 20 ans, des années 70 jusqu'au milieu des années 90. Un bref retour sur cette histoire s'impose.

Dans les années 50-70, avec la chute de la pratique du vélo et l'énorme succès des deux-roues motorisés de moins de 50 cm<sup>3</sup> (Vélosolex, et Mobylette...), une particularité française, il est devenu d'usage de parler de « deux-roues légers » et de bannir le terme vélo, mode jugé à l'époque en voie de disparition inéluctable. Mais ces dernières décennies, les deux-roues motorisés ont pris de la puissance (motos et scooters) et n'ont plus grand chose à voir avec le vélo qui fait depuis son retour dans les centres-villes. Confondre vélos et deux-roues motorisés était donc justifié dans les années 70. Mais ce n'était plus du tout le cas, dès les années 90.

Résultat, les chercheurs spécialistes des transports publics proposèrent, dans leur tableaux comparatifs des consommations d'espace selon les modes, de retenir pour le stationnement des deux-roues, tous types confondus, 1,5 m<sup>2</sup> par place (Schmider, 1977), non sans conséquences, on le verra au chapitre 10 : de nombreux auteurs ont estimé de ce fait qu'un cycliste consomme un espace plus important qu'un passager dans un autobus et que, dès lors, le vélo ne mérite pas d'être encouragé ! (voir chapitre 10)

### ***Les stations et les garages des bus et tramways***

Un bus de 12 m de long occupe en parking une surface de stationnement de 3,2 x 13 m = 42 m<sup>2</sup> et de 70 m<sup>2</sup> dégagements compris (selon les dépôts de bus de la RATP visibles sur *Google Earth*). Il faut multiplier ces superficies par 1,5 pour les bus articulés de 18 m. Mais les bus banalisés peuvent être rangés les uns derrière les autres sans espace de dégagement, sauf pour le dernier arrivé.

Les dépôts des bus des lignes urbaines sont situés de préférence en limite de centre-ville pour réduire les trajets à vide en début et fin de service. Ces dépôts ont l'avantage de concentrer en un seul lieu de nombreux véhicules.

Un arrêt d'autobus occupe 5 places de stationnement automobile (24 m). Les arrêts sont cependant de plus en plus souvent situés dans des couloirs bus ou en pleine chaussée de façon à pouvoir redémarrer sans être gênés par le trafic automobile. Les éventuels abris peuvent s'insérer facilement sur les trottoirs.

### ***Les gares et garages des trains***

Les tramways, métros et trains ont besoin de faisceaux de voies de garage pour stationner hors périodes de service. Comme pour les bus, les rames étant banalisées, elles peuvent être stationnées les unes derrière les autres. Il faut compter des voies de 3 m de large pour un tramway et de 3,5 m pour des trains. Les centres de maintenance des trains exigent cependant des quais conduisant à des voies espacées de 5,5 à 6 m.

Si les lignes radiales sont interconnectées, les voies de garage sont assez logiquement en bout de ligne, en périphérie urbaine. En revanche, s'il existe des gares terminus en centre-ville, des voies de garage à proximité sont presque inévitables.

En station ou en gare, les modes guidés prennent peu d'espace s'il s'arrêtent en pleine voie, mais nécessitent parfois des voies de desserte. Dans tous les cas, il faut en outre des installations d'accès – quais et bâtiments voyageurs – dont la consommation d'espace n'est pas négligeable.

## *Les piétons en station debout*

Les piétons ne stationnent évidemment pas, mais quand ils sont debouts dans un transport collectif, ils occupent néanmoins un espace que les sociétés de transports publics chiffrent habituellement à 4 voyageurs par m<sup>2</sup> à l'heure de pointe, soit 0,25 m<sup>2</sup> par personne.

## *Synthèse*

Le tableau 1 résume l'essentiel des données jusqu'ici évoquées.

Tableau 1. La demande d'espace à l'arrêt des divers modes de déplacement

Mode	Place de stationn <sup>t</sup> par véh. (m <sup>2</sup> )	Espace de dégagement (m <sup>2</sup> )	Espace de stationn <sup>t</sup> par véh. (m <sup>2</sup> )	Taux d'occupation (pers./véh.)	Espace de stationn <sup>t</sup> par pers. (m <sup>2</sup> )
Voiture dans la rue	10			1,3	7,7
Voiture dans un parking	10	15	25	1,3	19,2
Voiture dans un garage	15	10	25	1,3	19,2
2RM dans la rue	1,5			1,05	1,4
2RM dans un parking	1,5	1	2,5	1,05	2,4
Vélos sur arceaux ou râteliers dans la rue	0,8			1	0,8
Vélos dans un parking sur 2 niveaux	0,4	0,2	0,6	1	0,6
Bus de 12 m	42		70	17	4,1
Bus de 12 m à l'heure de pointe				50	1,4
Piéton					(0,25)

Rappel : l'espace de stationnement comprend la place de stationnement et l'espace de dégagement.

On retiendra que, par personne, une automobile utilise 5 à 8 fois plus d'espace de stationnement qu'un deux-roues motorisé et 10 à 30 fois plus qu'une bicyclette. Pour du stationnement au lieu de travail, le taux d'occupation des véhicules motorisés étant particulièrement bas (environ 1,1), un parking vélo sur deux niveaux utilise même 40 fois moins d'espace qu'un parking automobile en surface. Dans le cadre d'un PDE, un report modal de la voiture vers le vélo permet à une entreprise d'économiser d'importants espaces. Des écarts aussi considérables démontrent que le stationnement est le talon d'Achille de la voiture.

Quant aux deux-roues motorisés, ils utilisent 2 à 4 fois plus d'espace de stationnement que les bicyclettes, parce qu'ils manœuvrent moins facilement et qu'il n'est pas possible de les superposer.

En position debout, les piétons sont bien sûr les plus économes en espace. Dès qu'un piéton entre dans sa voiture, il occupe donc 30 fois plus d'espace, comme le remarquaient déjà les urbanistes américains Geoffrey Baker et Bruno Funaro dans leur ouvrage de 1958 consacré aux parkings (p. 5).

## *La demande d'espace-temps de stationnement*

La demande d'espace par le stationnement étant très variable dans le temps, il est intéressant de raisonner en consommation d'espace-temps en utilisant l'unité de mesure qu'est le m<sup>2</sup>.h. Toutes sortes d'additions et de comparaisons de stationnement selon des espaces, durées ou modes différents deviennent possibles. Exemples.

- Une voiture stationnée le long d'un trottoir pendant 2 h consomme  $10 \text{ m}^2 \times 2 \text{ h} = 20 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$ .
- Un automobiliste qui stationne son véhicule 4 h dans un parking consomme plus d'espace au cours du temps que s'il le gare 8 h le long d'un trottoir ( $4 \text{ h} \times 25 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2 \cdot \text{h} > 8 \text{ h} \times 10 \text{ m}^2 = 80 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$ ).
- Un client qui va deux fois par semaine au supermarché à vélo en stationnant à chaque fois 1 h consomme :  $2 \times 0,8 \times 1 = 1,6 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$  par semaine et un client qui va à l'hypermarché en voiture une fois par semaine et y stationne 2 h consomme :  $1 \times 25 \times 2 = 50 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$  par semaine. Le premier utilise  $50 / 1,6 = 30$  fois moins d'espace que le second.

Quant à la demande globale, elle peut être considérée à chaque instant de la journée ou pendant une période donnée : la journée, la semaine, voire l'année.

1/ La demande de stationnement varie heure après heure. La nuit, quand tous les véhicules sont pratiquement à l'arrêt, il faut bien sûr une place par véhicule. À l'heure de pointe du matin, la demande se réduit.

2/ Au cours d'une journée entière, la demande est bien plus forte encore, car l'offre est très rigide et ne peut pas s'adapter rapidement à la demande. De plus, la spécialisation fonctionnelle des espaces urbains ne permet pas toujours qu'une même place serve successivement pour divers motifs. Chaque véhicule a donc besoin de plusieurs places de stationnement, au domicile et dans les divers lieux de destination. Mais pour trancher cette question, il faut aborder auparavant la question de l'offre de stationnement.

\* \* \*

La demande d'espace de stationnement est extrêmement variable selon les modes. Des écarts aussi énormes ont forcément des incidences considérables sur la vie et les formes urbaines. *A contrario*, les politiques de maintien ou de report de la demande vers des modes plus économes en espace de stationnement ont un rôle crucial dans la maîtrise des espaces consommés.

## *Chapitre 2. L'offre d'espace de stationnement. Empirisme et dérive*

L'offre de stationnement se contente, en général, de répondre à la demande, de façon empirique, tant il est difficile de l'appréhender correctement. Et les efforts pour rationaliser ce processus, à travers notamment la production de normes de stationnement, n'ont pas permis de progrès notables, bien au contraire. Ces normes sont en réalité très variables et bien peu étayées. Pire, l'absence de tout mécanisme de régulation entraîne une dérive de l'offre à long terme.

### *L'impossible adaptation de l'offre à la demande*

Plusieurs contraintes et rétroactions rendent très improbable une adaptation correcte de l'offre à la demande.

L'offre d'espace de stationnement est d'abord beaucoup plus rigide que la demande : impossible de créer ou de supprimer rapidement des places au gré des besoins. Il faut donc en théorie prévoir longtemps à l'avance leur évolution. Un parking en ouvrage ou des places en sous-sol d'immeuble ou en garage étant prévus pour durer plusieurs décennies, c'est à cet horizon qu'il faudrait, en principe, établir la prévision.

L'offre est de plus censée s'adapter précisément aux besoins et non pas seulement globalement : au domicile pour chaque logement comme au plus près de chaque lieu de destination : à l'école, au travail, devant chaque commerce ou service... Et elle doit tenir compte des périodes de pointe et non seulement de moyennes journalières.

Tout cela dans un contexte changeant lié aux évolutions démographiques, aux fluctuations de l'activité économique ou aux changements dans les manières de se déplacer qui peuvent être considérables.

De multiples rétroactions compliquent encore la situation. La demande n'est évidemment pas exogène, car l'offre peut bien sûr influencer la demande. Tout comme on a fini par admettre qu'il existe un trafic induit par les infrastructures de transport (CEMT, 1998 ; Noland, 2002), il existe, en effet, une demande de stationnement induite par une offre abondante de places. C'est un fait reconnu depuis longtemps pour le stationnement au lieu de travail (CETUR, 1994), mais c'est aussi le cas pour le stationnement en tout autre lieu, y compris au domicile. À l'inverse, une pénurie ou un rationnement volontaires des places peut entraîner des reports modaux, pour tous les motifs de déplacement et pas seulement le travail. L'existence et le niveau de la tarification des places jouent également un rôle crucial qu'il est impossible d'ignorer. Une nouvelle majorité municipale décide de changer les tarifs et l'équilibre entre offre et demande peut en être bouleversé.

Bref, « Les choix en matière de politique de stationnement sont rarement guidés par le seul souci de régulation de la circulation automobile. Ce sont des choix contextuels liés aux politiques urbaines du moment, fluctuant souvent plus vite que le temps nécessaire pour

produire le changement espéré. » estime l'urbaniste François Prochasson. Et d'ajouter plus loin : « La réalité est pire encore à propos de l'offre privée. » (2001, p. 20)

En conséquence, l'adaptation *a priori* de l'offre de stationnement à la demande a toutes les chances d'échouer. et on comprend qu'en la matière, l'empirisme soit forcément la règle et que les rares efforts pour y remédier ne soient guère récompensés.

### *Un empirisme inévitable*

Jusqu'à ces dernières années, la méthode utilisée pour identifier les besoins et adapter l'offre à la demande se résumait en trois étapes : 1/ distinguer les lieux de destination, chacun devant disposer de ses propres places de parking, 2/ choisir une base de calcul pour établir les besoins en période de pointe, 3/ préciser le nombre de places requises par unité de cette base (par exemple, 10 places pour 100 m<sup>2</sup> de SHON). Pour réduire les erreurs, il était en outre recommandé de « prévoir large ».

L'urbaniste californien Donald Shoup (UCLA) a dénoncé avec beaucoup d'humour le caractère « pseudo-scientifique » de cette méthode (2005, chapitre 3). Il faut dire qu'aux États-Unis, ce type d'exercice a été poussé jusqu'à l'absurde. Au début des années 70, un service conseil de l'APA (*American planning association*) distinguait pas moins de 662 lieux de destination différents (de l'abattoir au couvent en passant par le cimetière d'animaux de compagnie...), 216 bases de calcul (des lits d'examen aux pompes à carburant en passant par les enfants abandonnés...) et des pratiques pourtant très fluctuantes d'une ville à l'autre.

Des efforts de prévision de la demande ont parfois été réalisés dans quelques cas particuliers, notamment pour le dimensionnement des parcs relais financés par certaines collectivités, de façon à mieux justifier la dépense publique. Mais les résultats restent très décevants avec des taux d'utilisation extrêmement variés (voir l'encadré 2), car « De nombreuses conditions doivent être réunies pour que ces parcs relais soient un succès » estime le géographe Patrick Frenay (2001, p. 21) et d'en énumérer 13.

#### Encadré 2. Le dimensionnement des parcs relais en Ile-de-France

« L'exercice de dimensionnement d'un parc relais reste aujourd'hui encore extrêmement tenu alors que les acteurs disposent maintenant de plusieurs décennies d'expérience et de recul. » estime Julien Peyron, responsable au STIF de l'intermodalité train + voiture (2009, pp. 32-33) Ce n'est pourtant pas faute d'y avoir consacré des moyens conséquents.

La politique de parcs relais a émergé en Île-de-France à partir de 1965 avec le Schéma directeur d'aménagement de la Région de Paris (SDAURP) et, dès 1969, un modèle cherchait à prévoir le dimensionnement des parcs dits à l'époque « de dissuasion ». Son auteur, François Mellet de l'IAURP, soulignait déjà prudemment qu'« étant donné le caractère très particulier de chaque cas, il semble nécessaire, avant tout essai de dimensionnement d'un parc nouveau, soit de faire procéder à une enquête dans la zone d'attraction de la gare s'il s'agit d'une gare existante, soit de faire plusieurs hypothèses sur les valeurs et l'évolution des paramètres du modèle s'il s'agit d'une nouvelle gare dans une zone à urbaniser (ville nouvelle par exemple). » (Mellet, 1969, p. 11)

En pratique, de très nombreux éléments du futur contexte doivent être envisagés : la zone d'attraction de la gare (réseau de voirie, niveau de congestion, desserte en transports collectifs...), les conditions de stationnement (accès, sécurité, prix, politique de

stationnement alentour...), l'attractivité de la ligne ferroviaire (fréquence des trains, ponctualité et confort, zone tarifaires...), les projets d'urbanisation alentour, la politique de stationnement à destination... Puis il faut en déduire les populations susceptibles d'être concernées (proportion d'actifs migrant vers Paris ou d'autres destinations...) et parmi elles, les usagers susceptibles d'utiliser le réseau ferré (en tenant compte du taux de motorisation...), pour déterminer finalement ceux qui préféreront se rabattre en voiture plutôt qu'en transports collectifs, en deux-roues ou à pied, et en tirer le nombre de places de stationnement nécessaires, en ajoutant ceux qui souhaitent stationner pour d'autres motifs que de prendre le train. Le cœur du modèle – le choix entre VP et TC selon le coût généralisé des déplacements – qui donne toute son apparence de scientificité à la méthode, ne constitue en fait qu'une part mineure des raisonnements à réaliser.

Résultat, les taux d'occupation des parkings sont extrêmement variables, allant de zéro – parcs gratuits non surveillés et vandalisés – à 130 % – parcs saturés avec important stationnement illicite alentour – (STP, 1999, annexe 1).

### ***La variabilité des normes de stationnement***

Dans ce contexte, la fixation des normes de construction des places de stationnement dans les immeubles neufs par l'article 12 des PLU selon le type de lieu de destination apparaît bien périlleuse<sup>1</sup>. L'empirisme y est permanent, comme il est facile de le montrer.

Logiquement, le critère utilisé devrait être la proportion de personnes utilisant une voiture pour s'y rendre. Mais elle est souvent difficile à connaître et peut facilement changer en fonction de nombreux paramètres.

Par exemple, pour un logement, les besoins en stationnement peuvent évoluer avec la composition de la famille, la capacité de ses membres à utiliser une voiture, l'affectation du garage à d'autres usages, les transformations du quartier, etc.<sup>2</sup> Idem au lieu de travail : tout peut changer avec l'évolution des effectifs, le type d'activité assuré, les lieux de recrutement des salariés, la construction d'une ligne de transport public lourd à proximité...

Faute de mieux, on se contente en général de définir un pourcentage de la surface utile qui doit être consacré au stationnement. Le critère est apparemment objectif mais cache une grande ignorance, comme le prouve d'emblée la diversité des normes retenues selon les communes. Pourtant, certains rédacteurs d'articles 12 semblent encore croire à la scientificité de la démarche en distinguant de très nombreux cas : selon de nombreuses zones et une grande diversité de bâtiments.

De plus, jusqu'à la loi SRU, la norme était toujours un minimum, laissant place à des surenchères de la part des entreprises, des administrations comme des particuliers. Alors que, pour rentabiliser au mieux leurs investissements immobiliers, les promoteurs cherchent *a priori* à limiter au plus juste le nombre de places de stationnement, ils ont au contraire pris l'habitude d'aller au-delà des normes, en faisant d'une offre surdimensionnée un argument de

---

<sup>1</sup> « Comment définir des normes dans les documents de travail d'urbanisme, normes par essence réductrices, dans un univers aussi mal cerné ? », s'interroge Prochasson (2001, p. 21)

<sup>2</sup> « Déjà dès 1963, le préfet de Paris, président de SEM, met en évidence les difficultés à appliquer une norme unique pour l'obligation de réaliser des aires de stationnement en fonction des logements quels que soient le quartier, le statut du logement et sa taille. Il montre que les parkings privés sous les logements ne sont pas gérés et utilisés au mieux. Les organismes constructeurs de logements ne savent pas, et ce n'est pas leur métier, gérer cette offre sur la ville. » (Picard et Delacourt, 2001, pp. 148-149)

vente. Et certaines communes les ont devancés en exigeant des minimums particulièrement élevés.

### *Le cas des logements neufs*

En 1998, l'IAURIF a fait le point sur le nombre de places exigées dans les logements neufs en Petite couronne de Paris, grâce à une enquête à laquelle 71 communes ont répondu. Résultat, la norme est souvent modulée en fonction de la taille du logement, soit selon le nombre de pièces, soit selon la superficie du logement (1 place de stationnement pour x m<sup>2</sup> de SHON affectée au logement), assortie parfois d'un nombre minimum de places par logement. Elle dépend rarement du zonage. Concrètement, la plupart des communes exigent une place de stationnement pour des logements d'1 à 2 pièces, et une place et demi pour des logements de 3 à 6 pièces. Mais le quart des communes appliquent une norme identique quelle que soit la taille du logement.

L'étude de l'IAURIF note que « Pour les logements de 1 ou 2 pièces, plus de 90 % des POS préconisent des normes de stationnement supérieures aux besoins des ménages [mesurés par le taux de motorisation moyen en Petite couronne]. Pour les logements de 3 pièces, ce taux est de 60 %. » (p. 20). Ce qui signifie que les communes anticipent les besoins supposés croissants des ménages (multimotorisation) ou cherchent à pallier le déficit de places dans les immeubles anciens.

Depuis fin 2001, le PDU de l'Île-de-France préconise de mieux tenir compte des taux de motorisation effectifs des ménages selon le lieu de résidence et la taille du logement (DREIF, 2001). Ainsi, en Petite couronne le taux de motorisation est nettement inférieur aux normes préconisées avant 2001 (voir le tableau 2).

Tableau 2. Taux de motorisation en Petite couronne selon la taille du logement

	1 pièce	2 pièces	3 pièces	4 pièces	5 pièces	6 pièces
Logements récents (achevés entre 1982 et 1990)	0,45	0,75	0,97	1,17	1,33	1,53
Logements sociaux	0,30	0,49	0,73	0,87	0,91	0,92

Source : DREIF, 2001.

De plus, puisqu'il s'agit encore souvent de normes plancher, les pratiques peuvent dépasser ces normes en cas de demande solvable, dans principalement trois cas : 1/ pour le haut de gamme qui représente toutefois un segment assez réduit du marché, 2/ dans les centres-villes, quand existe un déficit général de places de stationnement, et 3/ dans les faubourgs où existe un déficit de places pour les bureaux.

Enfin, non seulement les normes sont assez diverses, mais l'usage des places peut très fortement évoluer au cours du temps. « Une enquête effectuée par le bureau d'études SARECO, sur des immeubles parisiens soumis aux premières obligations historiques de réaliser des places (au début des années 1960) a montré qu'après 40 ans, seuls 6 % des emplacements étaient encore propriété des occupants. Les mutations, les locations par des propriétaires désormais absents et même des concentrations massives à des fins spéculatives ont détourné les effets de la norme originelle, destinées à satisfaire les besoins locaux... » (cité par Frenais, 2001, pp. 29-30)

### *Le cas des bureaux neufs*

En 1998, selon l'étude de l'IAURIF déjà citée, en Petite couronne de Paris, les normes varient déjà sensiblement, selon les communes et le zonage, avec des cas extrêmes allant de 30 à 70 % de la SHON (voir le tableau 3). La norme est en général plus élevée dans les Hauts-

de-Seine (60 %) qu'en Seine-Saint Denis (50-60 %) et plus encore que dans le Val-de-Marne (40 à 50 %).

Tableau 3. Normes de stationnement pour les bureaux neufs préconisées en Petite couronne

Norme préconisée : des espaces de stationnement correspondant à	30 % de la SHON	40 ou 50 % de la SHON	60 % de la SHON	70 % de la SHON
Part des communes concernées	3 %	51 %	37 %	9 %

Source : d'après DREIF, 2001, p. 22.

En Grande couronne parisienne, les normes de stationnement pour les bureaux neufs, varient encore plus fortement : Corbeil-Essonnes impose 1 place pour 120 m<sup>2</sup> de SHON dans un rayon de 500 m autour d'une gare (PLU révisé en 2009), alors que Montigny-lès-Cormeilles imposait à la même époque 1 place pour 20 m<sup>2</sup> de SHON dans un rayon de 300 m autour d'une gare, soit 6 fois plus de places, ses gares étant pourtant bien reliées à Paris. Lors de la révision de son PLU, en mars 2011, Montigny a divisé d'un coup par 7,5 le nombre de places exigées (voir le tableau 4).

Tableau 4. Normes de stationnement pour les bureaux neufs dans quelques PLU en Grande couronne parisienne

Commune	Population	Type de zone	SHON par place	Date de révision
Montigny-lès-Cormeilles (95)	19 000	Dans un rayon de 300 m autour d'une gare	20 m <sup>2</sup>	2006
		Ailleurs	15 m <sup>2</sup>	
Cesson (77)	8 000	Toutes zones	25 m <sup>2</sup>	2003
Combs-la-Ville (77)	21 000	Centre-ville, zone d'habitat, équipements et commerces	40 m <sup>2</sup>	2005
		Zone d'activités	25 m <sup>2</sup>	
Juvisy-sur-Orge (91)	14 000	Toutes zones	60 m <sup>2</sup>	2004
Corbeil-Essonnes (91)	42 000	Dans un rayon de 500 m autour de la gare	120 m <sup>2</sup>	2009
		Ailleurs	60 m <sup>2</sup>	
Montigny-lès-Cormeilles (95)	19 000	Dans un rayon de 500 m autour d'une gare	150 m <sup>2</sup>	2011
		Ailleurs	75 m <sup>2</sup>	

NB : les différentes normes ont toutes été ramenées à la SHON par place<sup>1</sup>.

Depuis 2001, suite à la loi SRU du 13 décembre 2000 qui encourage désormais cette pratique, le PDU de l'Île-de-France préconise des normes plus strictes visant à réduire l'usage de la voiture pour se rendre au lieu de travail dans les zones bien desservies en transports publics, en fixant des normes plafond, selon la formule suivante :

$$\text{Nombre de places de stationnement} = \text{taux d'utilisation de la VP préconisé} \times \text{taux de présence simultanée des actifs au travail}^2 / \text{taux d'occupation des véhicules}$$

Mais visiblement, les communes ont encore des pratiques très disparates.

<sup>1</sup> Ce type de ratio est peu intuitif, mais souvent utilisé. Une telle présentation n'est évidemment pas neutre : préconiser « 20 m<sup>2</sup> de SHON par place » évite de dire qu'il faut prévoir « 25 m<sup>2</sup> de parking par salarié », alors même que tous les salariés ne sont jamais présents au même moment et ne viennent pas jamais tous en voiture ni forcément seuls.

<sup>2</sup> Les employés ne sont jamais tous là simultanément, même à l'heure de pointe : certains travaillant à mi-temps, d'autres étant en déplacement ou en arrêt maladie, etc.

### *Le cas des commerces*

Les normes les concernant ont été récemment précisées. Pour lutter contre l'étalement urbain, la loi SRU a introduit dans son article 34, des dispositions visant à limiter l'emprise des parkings des grands équipements commerciaux et cinématographique de périphérie. Ainsi : « l'emprise au sol des surfaces, bâties ou non, affectées aux aires de stationnement annexes d'un commerce (...), ne peut excéder une fois et demie la surface hors œuvre nette des bâtiments affectés au commerce. », soit concrètement une place en surface pour 16,7 m<sup>2</sup> de SHON. Et « Lorsqu'un équipement cinématographique (...) n'est pas installé sur le même site qu'un commerce (...), l'emprise au sol des surfaces, bâties ou non, affectées aux aires de stationnement annexes de cet équipement cinématographique ne doit pas excéder une place de stationnement pour trois fauteuils. » Ces dispositions appellent trois commentaires.

1/ Elles ne limitent en rien le nombre de places de stationnement, mais seulement leur emprise, en incitant à construire ces places en élévation, sur le toit ou en sous-sol, ce qui surenchérit le coût de construction des équipements commerciaux.

2/ Elles ne concernent que les nouveaux équipements, alors que l'essentiel des équipements commerciaux a déjà été créé et qu'ils comportent déjà souvent, du moins dans les métropoles, des parkings en élévation.

3/ Elles sont assez peu contraignantes, dans la mesure où, selon le rapporteur de la loi, « à l'heure actuelle, l'emprise au sol moyenne des aires de stationnement est supérieure à deux fois la surface hors œuvre nette (SHON) des bâtiments affectés au commerce ». Il suffirait donc de construire un quart des places de parking en ouvrage pour respecter la loi. Toutefois, la grande distribution est obligée de le faire pour préserver l'accessibilité en voiture de ses centres commerciaux. Ces dispositions peu contraignantes ont été choisies, selon le rapporteur de la loi, pour éviter qu'« il existe des risques de distorsion de concurrence entre les anciens centres commerciaux, bien pourvus en parcs de stationnement, et les nouveaux centres. »

Les normes préconisées par les communes sont assez variables, car elles dépendent notamment de la surface commerciale et de la localisation. En Ile-de-France, dans les quelques PLU consultés, elles sont d'environ 20 m<sup>2</sup> de surface commerciale par place, pour les commerces de plus de 1000 m<sup>2</sup> situés en périphérie.

Quant aux pratiques, la grande distribution a bâti son modèle économique sur l'accessibilité en voiture et les facilités de stationnement pour les clients de ses centres commerciaux, hypermarchés, supermarchés et maxidiscomptes. Le mot d'ordre d'origine « No parking, no business »<sup>1</sup> reste aujourd'hui pleinement d'actualité, même en centre-ville<sup>2</sup>. Le nombre de places est calculé par le distributeur en fonction de grilles empiriques liées à la fréquentation présumée<sup>3</sup>. Le commerce étant dimensionné en fonction de cette fréquentation, il est possible de constater des ratios assez stables entre surface commerciale et nombre de places de parking (voir le tableau 5). Par exemple, pour un centre commercial régional de 80 000 m<sup>2</sup>, il faut environ 5000 places de parking.

---

<sup>1</sup> Slogan asséné dès les années 60 dans les séminaires de Bernardo Trujillo à Dayton (Ohio, USA) et destinés aux cadres commerciaux. Pas moins de 1500 Français feront le voyage pour assister à ces séminaires (Desse, 2002, p. 51).

<sup>2</sup> A l'exception de rares centres commerciaux très bien desservis par les transports publics, comme le Forum des Halles à Paris qui n'a que 1800 places de parking pour 87 000 m<sup>2</sup>, soit 1 place pour 48 m<sup>2</sup> de surface commerciale.

<sup>3</sup> Nous ne sommes pas parvenu pour l'instant à obtenir des exemples de telles grilles.

Tableau 5. Nombre de places de parking selon le type de commerce, hors hypercentre

Type de commerce	m <sup>2</sup> de SHON par place
Grandes surfaces alimentaires non insérées dans un centre commercial	8
Centre commercial	16
Grandes surfaces spécialisées (bricolage, ameublement, sports et loisirs...)	20

Source : ces résultats reposent sur l'observation d'une trentaine de cas en Ile-de-France.

On constate que les centres commerciaux ont besoin de deux fois moins de places de parking que les grandes surfaces isolées, car les boutiques qui doublent souvent la SHON sont moins fréquentées que l'hypermarché qui sert en général de locomotive, alors que leurs clients sont à peu près les mêmes. Ils sont aussi en général mieux desservis par les transports publics. Les GSS sont également bien moins fréquentées.

En définitive, il apparaît que les nouvelles normes de stationnement ne sont contraignantes que pour les grandes surfaces alimentaires isolées, non insérées dans un centre commercial. Mais la tendance est justement, depuis au moins les années 80, de développer autour d'elles des centres commerciaux et de ne plus en créer sans centres commerciaux.

### *Les autres lieux*

On trouve dans les articles 12 des normes spécifiques à bien d'autres lieux, qui apparaissent toutes très variables selon les communes.

Pour les lieux d'enseignement, les quelques normes consultées montrent qu'il faudrait :

- une place par salle de classe en école primaire,
- 1 à 2 places par salle de classe en école secondaire,
- une place pour 3 à 12 personnes (étudiants et personnels) en établissement d'enseignement supérieur.

Les centres hospitaliers et cliniques accueillent des personnels à horaires souvent décalés et de nombreux visiteurs et les cas d'urgence imposent l'usage de la voiture. Les normes observées dans les PLU sont d'une place pour 2 à 4 lits.

Pour les salles de spectacle, les équipements sportifs et les stades, les quelques cas examinés indiquent des normes très variables : une place de stationnement pour 3 à 16 places assises. Ce dernier cas concerne le stade de France qui peut accueillir 80 000 spectateurs et qui ne dispose que de 5000 places de parking souterrain. D'autres équipements sportifs tels que piscines, patinoires, tennis, gymnases... ont aussi parfois des normes spécifiques, comme à Montigny-les-Cormeilles.

Des normes ou au moins des pratiques existent pour bien d'autres lieux : les industries avec des normes proches de celles des bureaux, l'artisanat avec des normes proches de celles des commerces, les crèches et haltes-garderies avec des normes proches de celles des écoles primaires, les équipements culturels et associatifs, les restaurants, les hôtels et les foyers pour jeunes travailleurs ou pour travailleurs migrants (avec une place pour 1 à 2 chambres), les foyers pour personnes âgées, les résidences pour étudiants, les parcs d'attraction<sup>1</sup>, les campings et les aires pour caravanes, les prisons<sup>2</sup> et les cimetières...

<sup>1</sup> Disneyland Paris draine 15 millions de visiteurs par an (la moitié, à lui seul, des 30 millions de visiteurs des parcs à thème français) et jusqu'à 60 000 visiteurs par jour. Le parking principal en surface comporte environ 10 000 places, auquel s'ajoute depuis 2004 le nouveau parking en élévation « Disney Village » de 1368 places.

<sup>2</sup> La maison d'arrêt de Fleury Mérois (la plus grande d'Europe) accueille 4000 détenus et comporte 600 places de stationnement, soit environ une place pour 7 détenus.

## La dérive de l'offre

Dans un marché non régulé par les prix ou au moins par les quantités, l'offre ne peut que s'accroître sans fin, au gré des surenchères perpétuelles de la demande.

En France, le stationnement est en effet pratiquement toujours considéré comme gratuit. Quand ils stationnent, les Français n'occupent une place tarifée que dans 2,1 % des cas (voir le tableau 6). En cas de non paiement, les contrôles sont si peu fréquents et l'amende est si faible que la plupart des automobilistes préfèrent tout simplement ne pas payer leur place (Perez-Diaz, 1996).

Tableau 6. Le stationnement à destination des déplacements en voiture, un jour de semaine, dans un rayon de 80 km autour du domicile

Sur la voie publique - stationnement gratuit	28,8
Sur un parking public ou commercial gratuit	16,5
Sur un emplacement privé	48,0
Sur la voie publique - stationnement payant	1,3
Sur un parking public ou commercial payant	0,8
Autre	0,2
Pas de stationnement	2,8
Non déclaré	1,4
Ensemble	100,0

Source : ENTD, 2008.

À Paris, où pourtant l'espace est particulièrement convoité, la ville constatait qu'en 2004, trois PV sur quatre n'étaient pas payés, soit 4,4 millions de PV qui représentaient près de 200 millions d'Euros (*Le Parisien* du 12 décembre 2005). La situation tend cependant à s'améliorer depuis 2009 avec la généralisation progressive du PV électronique qui a le double avantage de supprimer les passe-droits et de réduire les erreurs.

De plus, le prix du PV est resté bloqué pendant 25 ans à seulement 11 €. Il a même baissé de 3,8 % en 2002, lors du passage à l'Euro (de 75 F à 11 €). Et sa récente réévaluation à 17 € (+ 55 %) au 1<sup>er</sup> août 2011 ne permet même pas de retrouver sa valeur initiale, compte tenu d'une évolution du pouvoir d'achat nominal (c'est-à-dire sans tenir compte de l'inflation) de plus de 60 % sur cette même période (source INSEE). La France est encore loin du prix moyen de l'amende en Europe qui est de 24 € (source CERTU).

En conséquence, sans doute moins de 1 % des Français payent effectivement leur place de stationnement. Cette proportion est du même ordre aux États-Unis, selon Donald Shoup (2005, annexe B). Certes, la plupart des automobilistes qui stationnent leur véhicule au domicile sur un emplacement privé utilise un garage qu'ils ont acheté ou parfois qu'ils louent, mais ce sont pour eux des frais d'établissement normaux et ils considèrent à tort qu'ils y stationnent « gratuitement ».

La quasi gratuité apparente du stationnement pousse les automobilistes à demander toujours plus de places de stationnement à proximité immédiate de chaque point de destination. L'offre pléthorique qui en découle justifie en retour la quasi gratuité du stationnement. Un cercle vicieux s'installe liée à l'absence de toute régulation par les prix. Shoup le dit ainsi : « ...s'il y a plus de places qu'il n'en faut pour satisfaire la demande de pointe à un prix nul, pourquoi les payer ? Le stationnement gratuit conduit ainsi à une "demande" que les planificateurs [the planners] observent pour tous les types de stationnement, et ses besoins perpétuent dès lors la gratuité du stationnement. Une fois ce processus amorcé, les planificateurs reconduisent indéfiniment les erreurs passées et la programmation des parkings ressemble à un cheminement le long d'un ruban de Moebius. » (2005, p. 87)

## Une évaluation de l'offre globale de stationnement

Un précédent travail (Héran et Ravalet, 2008) a tenté une évaluation globale de l'offre de places de stationnement dans l'agglomération parisienne et des surfaces correspondantes. Hors Paris, les résultats restent fragiles et il ne s'agit que d'une estimation (voir le tableau 7). Ils sont toutefois parfaitement plausibles. Il y aurait environ 8 millions de places de stationnement en Île-de-France, dont plus de la moitié en Grande couronne (4,7), un tiers en Petite couronne (2,5), et 10 % à Paris (0,8). Sur l'ensemble de ces résultats, le nombre de places en garages et box est le plus fragile.

Tableau 7. Les places de stationnement dans l'agglomération parisienne (milliers de places)

	Paris	PC	GC	Agglo.
Stationnement sur voirie	191	426	596	1 213
Parkings en surface	35	741	2 004	2 780
Garages et box des particuliers	315	1 009	1 788	3 112
Parkings en ouvrage	240	301	305	846
Total	781	2 477	4 693	7 951

La répartition de ces places selon les zones indique qu'à Paris, le quart des places de stationnement se trouve sur voirie, 4 % seulement en parkings en surface et plus de 70 % en parkings en ouvrage, garage ou box. A l'inverse, en Grande couronne, les places sur voirie sont deux fois plus rares (13 %), celles en parkings en surface 10 fois plus nombreuses et celles en parkings en ouvrage 5 fois moindres (voir le tableau 8).

Tableau 8. La répartition des places de stationnement en Ile de France

	Paris	PC	GC	IdF
Stationnement sur voirie	24%	17%	13%	15%
Parkings en surface	4%	30%	43%	35%
Garages et box des particuliers	40%	41%	38%	39%
Parkings en ouvrage	31%	12%	6%	11%
Total	100%	100%	100%	100%

Ces résultats peuvent être traduits en termes de consommation d'espace (voir le tableau 9). La superficie des parkings en surface et du stationnement sur voirie en Ile de France serait d'environ 82 km<sup>2</sup>, soit l'équivalent de 85 % de l'espace urbanisé de Paris. Quant à l'offre totale d'espace (y compris le stationnement en garage et en ouvrage), elle serait de 181 km<sup>2</sup>, soit plus du double de la seule superficie des parkings en surface et du stationnement sur voirie. Ainsi, il y a trois fois plus d'espace de stationnement par surface urbanisée et trois fois moins d'espace de stationnement par habitant à Paris qu'en Grande couronne, car la densité de population à l'espace urbanisé y est 9 fois supérieure, mais la motorisation des habitants 1,7 fois moindre et l'usage de la voiture bien moindre.

Une évaluation similaire mais utilisant une toute autre méthode est en cours pour l'agglomération de Lille. Les premiers résultats sont en annexe 2. Les résultats complets seront intégrés dans l'ouvrage issu de ce rapport.

Tableau 9. L'offre d'espace de stationnement pour les VP et VU selon les zones

	Paris	PC	GC	Agglo.
Espace de stationnement sur voirie (km <sup>2</sup> )	1,9	4,3	6,0	12,1
Espace pour les parkings en surface (km <sup>2</sup> )	0,9	18,5	50,1	69,5
Espace pour les garages et box des particuliers (km <sup>2</sup> )	7,9	25,2	44,7	77,8
Espace pour les parkings en ouvrage (km <sup>2</sup> )	6,0	7,5	7,6	21,4
Offre totale de places (milliers)	781	2 477	4 693	7 951
Offre totale d'espace y compris en structure (km <sup>2</sup> )	16,7	55,5	108,4	180,6
Offre totale d'espace en surface pour le station <sup>1</sup> (km <sup>2</sup> )	2,8	22,8	56,1	81,6
Surface urbanisée (km <sup>2</sup> )	95	550	1 876	2 521
Population 1999 (milliers)	2125	4038	4 787	10 952
Densité à l'espace urbain	224	73	26	43
Motorisation (voitures / habitant)	0,29	0,39	0,50	0,42
Espace de stationnement par surface urbanisée	17,5%	10,1%	5,8%	7,2%
Surface de stationnement par surface urbanisée	2,9%	4,1%	3,0%	3,2%
Espace de stationnement par habitant (m <sup>2</sup> )	8	14	23	16
Surface de stationnement par habitant (m <sup>2</sup> )	1,3	5,6	11,7	7,5

NB : le terme « espace » est utilisé pour toutes les formes de stationnement, y compris en structure. Le terme surface est utilisé pour l'emprise au sol.

### *L'offre d'espace-temps de stationnement*

Un mot pour finir sur l'intérêt d'utiliser le m<sup>2</sup>.h pour aborder l'offre de stationnement. Les espaces de stationnement sont généralement réservés à ce seul usage. Il existe cependant quelques exceptions, par exemple :

- une place occupée par un marché de plein air une ou deux demi-journées par semaine ou par des manifestations exceptionnelles et le reste du temps par du stationnement,
- un terrain agricole (pré, champ après récolte...) mobilisé ponctuellement pour le stationnement des véhicules lors d'événements rares (manifestations sportives ou culturelles).

Mis à part ces cas particuliers, l'offre d'espace de stationnement se confond avec l'offre d'espace-temps de stationnement et il paraît incongru de les distinguer.

Par exemple, un parking d'un ha (soit environ 450 places) pendant un an (soit 8760 h) correspond à une consommation d'espace-temps d'un ha.an, ou 87,6 km<sup>2</sup>.h. Le gain en information est faible !

Dans le cas d'un marché bihebdomadaire occupant 0,2 ha pendant 8 h (de 7 h à 15 h, nettoyage des lieux compris), toutes les semaines de l'année, la consommation d'espace-temps annuel du marché est de 1,7 km<sup>2</sup>.h et celle du parking de 15,8 km<sup>2</sup>.h, soit un total de 17,5 km<sup>2</sup>.h. Il est cependant plus simple de retenir la part de temps utilisée par le marché, soit 16 h / 168 h = 4,7 %.

\* \* \*

Il est impossible d'adapter finement et en permanence l'offre de stationnement une demande soumise à l'évolution continuelle de nombreuses variables qui l'influencent. Faute de mécanisme de régulation et pour éviter toute pénurie, l'offre ne peut être que surdimensionnée et c'est bien ce que l'on constate le plus souvent.

## *Chapitre 3. Le taux d'occupation des espaces de stationnement. Gaspillages*

Les difficultés de stationnement dans certains quartiers et particulièrement les centres-villes exaspèrent les usagers et font régulièrement l'actualité. Mais l'existence de vastes parkings largement vides, certes pas tout à fait aux mêmes heures ni dans les mêmes lieux, est peut-être encore plus surprenant et n'émeut pourtant pas grand monde<sup>1</sup>. Il est donc probable que les espaces de stationnement ne soient pas globalement très utilisés et que l'offre soit finalement largement surdimensionnée. Pour estimer plus précisément ce qu'il en est, il convient de détailler d'abord le taux d'occupation de chaque type de lieux de stationnement, puis d'évaluer le ratio global qu'est le nombre de places de stationnement nécessaires par véhicule individuel motorisé. On verra que ce ratio est finalement plutôt faible, mais tend à augmenter.

### ***Le taux d'occupation des divers lieux de stationnement***

Même si les places sur voirie sont souvent saturées, de nombreux parkings sont aujourd'hui à l'évidence sous-occupés (sur la définition des termes, voir l'encadré 3).

#### Encadré 3. Quelques définitions concernant le stationnement

Le taux d'occupation d'un lieu de stationnement est le rapport de la demande de places à l'offre de places. Il peut être calculé à un moment donné : c'est alors le rapport entre le nombre de véhicules sur places autorisées et le nombre de places autorisées (source CERTU). Il peut aussi être calculé sur toute une période (l'heure, le jour, la semaine, le mois, l'année...) : c'est alors le rapport entre la demande et l'offre d'espace-temps de stationnement calculés en  $m^2.h$  ou places.heures. Le taux d'occupation est par définition toujours inférieur à 100 %, car l'offre de places de stationnement est très rigide et la demande beaucoup plus variable. Mais si on tient compte du stationnement illicite, ce taux peut dépasser les 100 %.

Le taux de rotation est le rapport entre le nombre de véhicules relevés en stationnement sur places autorisées, et le nombre de places autorisées (source CERTU).

La banalisation des places est une méthode d'exploitation qui consiste à donner aux usagers abonnés un droit d'entrée dans un parc de stationnement, sans que soit précisée la place de stationnement qu'ils doivent utiliser (source Sareco).

Le foisonnement est le phénomène selon lequel tous les titulaires d'un abonnement dans un parc de stationnement ne sont pas présents simultanément. Le coefficient de

---

<sup>1</sup> A propos des « aménagements liés au stationnement », l'architecte André Scobeltzine constate qu'« On ne s'inquiète que quand il y a pénurie. Mais quand il y a pléthore, quand les espaces sont mal aménagés, dissuasifs pour tout autre usage que le stationnement, qui s'en soucie ? » (2001, p. 166).

foisonnement relatif à une catégorie d'abonnés est le rapport entre le nombre maximum d'abonnés présents simultanément et le nombre total d'abonnés. Exemple : le coefficient de foisonnement de la catégorie « employés de bureau » est fréquemment de l'ordre de 0,65 (source Sareco).

### *Les places de stationnement sur voirie*

Ce sont les places les plus utilisées, souvent de jour comme de nuit. Cette performance est due au triple avantage qu'elles ont presque toujours sur les places hors voirie et surtout en ouvrage. Elles sont d'abord accessibles directement par la rue et bien visibles sans qu'il soit besoin de s'aventurer dans le dédale d'un parking ou dans un espace clos pour certains oppressant. Elles sont ensuite banalisées donc mutualisées, chacun pouvant les utiliser pour quelque motif que ce soit. Elles sont enfin le plus souvent, soit gratuites, soit sous-tarifées surtout pour les résidents, c'est-à-dire moins chères que les places en ouvrage.

### *Les parkings hors voirie*

Les taux d'occupation des parkings hors voirie sont très bas quand on tient compte de la totalité du temps disponible, soit les 8760 heures de l'année. C'est à la fois lié à leur caractère spécialisé et à leur dimensionnement pour les périodes de pointe. Voici le palmarès des taux d'utilisation les plus médiocres. En tête, les parkings des grands équipements sportifs qui ne servent complètement que lors des rares grandes manifestations, mais aussi ceux des cimetières qui ne sont saturés que le premier novembre et lors des grands enterrements...

Puis viennent les parkings des grandes surfaces spécialisées (les « GSS ») qui ne sont pleins qu'en fin de semaine et en saison : la saison des plantations pour les jardinerie, des travaux dans la maison pour les magasins de bricolage, des activités sportives et de plein air pour les magasins de sport... Par exemple, pour les grandes surfaces de bricolage, les données assez complètes fournies par leur organisation professionnelle permettent de calculer un taux d'occupation moyens de leurs parkings de seulement 8 %, car pour faciliter le transport des objets lourds et encombrants, les responsables de ces magasins estiment que l'accès en voiture et l'assurance d'une place de parking sont particulièrement cruciaux (voir le tableau 10).

Suivent ensuite les parkings des hypermarchés dimensionnés pour les samedis après-midi, les veilles de vacances et les week-ends d'avant Noël. Parce qu'ils regroupent des activités plus variées, les centres commerciaux ont des parcs de stationnement un peu mieux utilisés.

Les parkings des employeurs sont quant à eux mieux remplis, mais seulement en journée et les jours ouvrables, ce qui ne fait qu'environ 1900 heures par an. S'il existe une place par salarié, il faut tenir compte du fait que les salariés ne sont jamais là tous ensemble à cause d'absences pour divers motifs (déplacements professionnels, maladie...). L'expérience montre qu'en moyenne 80 % seulement des salariés sont présents. Si bien qu'au total, le taux d'occupation n'est souvent que de 18 % environ.

Le tableau 11 résume ce palmarès.

Tableau 10. Le taux d'occupation des places de stationnement dans les grandes surfaces de bricolage en 2004

	Résultats
Nombre de magasins*	3054
Surface totale de vente*	6 705 597 m <sup>2</sup>
Surface de vente par magasin	2196 m <sup>2</sup>
Nombre de places de parking par magasin*	169
Surface d'une place dégagements compris	25 m <sup>2</sup>
Surface du parking par magasin	4225 m <sup>2</sup>
Surface commerciale par place de parking	19,5 m <sup>2</sup>
CA total des grandes surfaces de bricolage*	11 460 M€
CA par magasin	3 752 505 €
Dépense moyenne par client par visite*	30 €
Nombre de clients par magasin et par an	125 083
Pourcentage de clients venus en voiture**	90%
Nombre de clients venus en voiture par magasin et par an	112 575
Temps moyen passé par le client en magasin*	1 h
Temps moyen passé par le client à marcher sur le parking ou à charger son véhicule**	0,1 h
Temps moyen passé par une voiture de client sur une place de parking	1,1 h
Offre annuelle d'espace-temps de stationnement	37 112 400 m <sup>2</sup> .h
Demande annuelle d'espace-temps de stationnement	3 095 817 m <sup>2</sup> .h
Taux d'occupation annuel des parkings	8 %

Sources : \* données fournies par la profession, \*\* hypothèses.

Tableau 11. Estimation du taux d'occupation annuel de quelques types de parking

Place de stationnement	Taux d'occupation annuel
– au lieu de travail si chaque salarié a sa place	≈ 18 %
– au centre commercial	≈ 14 %
– à l'hypermarché – au parc de loisir	≈ 10 %
– aux grandes surfaces spécialisées	≈ 8 %
– au grand stade	≈ 5 %

### *Les garages des particuliers*

Dans le garage d'une maison individuelle, une voiture qui sert tous les jours à aller au travail, à ramener parfois des achats, à se rendre à quelques autres activités et à partir en vacances ou certains week-end, reste environ 60 % de son temps. À condition toutefois que le garage soit systématiquement utilisé, ce qui est loin d'être toujours le cas.

Pour en avoir une idée, nous avons réalisé sur ce sujet une enquête dans un quartier résidentiel de la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq (Nord), où l'offre de stationnement gratuit dans la rue est abondante<sup>1</sup>, malgré l'existence d'un garage dans chaque maison. Résultat : « 15 % des ménages déclarent avoir transformé leur garage en atelier ou salle de bricolage, 10 % en pièce à vivre (salon ou chambre d'amis) et 70 % des ménages utilisent leur garage comme entrepôt ou débarras, mais partagent cette utilisation avec la fonction de garage. Seuls 5 % ne déclarent rien à propos de l'utilisation de leur garage. » (Estigaribia, 2010)

<sup>1</sup> Délimité par la rue de Fives, la rue Emile Zola et la rue Charles Lebon.

Cet exemple tend à montrer que les garages servent souvent à tout autre chose qu'à leur fonction première, mais il est difficile d'en avoir une estimation globale faute de statistiques disponibles sur ce sujet. Ce comportement se développe quand il existe une offre de stationnement à la fois gratuite et supérieure à la demande.

Dans les garages collectifs des copropriétés, le taux d'utilisation des places attribuées à chaque propriétaire ou locataire devrait être similaire à celui d'un garage individuel (60 %). Mais il est en fait très variable, selon que le lieu est utilisé uniquement ou non par les résidents, perçu comme plus ou moins attrayant et surtout jugé ou non sécurisé. Pour mieux comprendre cette situation, le PUCA a lancé, à la fin des années 90, un programme de recherches sur les liens entre le logement des ménages et le stationnement de leur véhicule.

À Paris, à cause en outre de la concurrence du métro pour les déplacements, « les maîtres d'ouvrage qui réalisent des logements sociaux, constatent dans les quartiers périphériques une vacance des places de parking qui peut atteindre 70 % dans certains immeubles. » (Picard et Delacourt, 2001, p. 148). Dans certains grands ensembles de banlieue, l'insécurité est telle dans les parkings souterrains qu'ils sont largement délaissés et le coût d'un gardiennage ou d'une vidéosurveillance apparaît trop élevé (Barthélémy, 2001, p. 105). De façon plus générale, estime un autre architecte, « le contexte actuel de surproduction » « induit une vacance pouvant aller jusqu'à 20 % des places en Île-de-France et 30 % en province » (Dehan, 2001, p. 155).

### *Les parkings sauvages*

Il s'agit vraiment d'une catégorie à part, au caractère flou : du provisoire qui dure, plus ou moins officialisé. Ils sont installés sur des glacis de fortifications, des quais abandonnés, d'anciennes friches urbaines rasées... en attendant que de nouveaux projets se concrétisent. Ils sont fréquents dans les anciennes villes industrielles, mais existent aussi dans des villes tertiaires en limite de centre-ville, entre deux quartiers ou deux communes. Leur taille est parfois impressionnante : jusqu'à plusieurs milliers de places. Cette abondance de places ne peut que déstabiliser la politique de stationnement aux alentours.

À Strasbourg, jusqu'en 2011, il existait un parking sauvage et gratuit de 750 places, en limite sud du centre-ville – au lieu dit Heyritz –, à proximité immédiate de plusieurs gros employeurs publics : la Communauté urbaine, l'Hôpital civil, l'Hôtel de police... Des projets d'urbanisation enfin aboutis ont conduit à la fermeture de ce parking. À Lille, la ville a laissé se développer un parking sauvage de près de 1000 places sur les deux terre-pleins latéraux du boulevard Lebas, avant d'y installer un parc urbain en 2004. À Lyon, jusqu'en 2005, les 5 km de quais de la rive gauche du Rhône ont peu à peu accueilli jusqu'à 1700 places de stationnement, progressivement organisées, avant qu'elles laissent place à une promenade et à la construction de divers équipements (piscine, parc, gradins...). À Rouen, un parking de 3000 places, finalement officialisé, occupe toujours les quais rive gauche de la Seine en attendant qu'un projet de requalification soit enfin élaboré et décidé.

### *Le cas de La Défense*

C'est un cas d'école qui mérite qu'on s'y attarde, car il montre une forte évolution des pratiques dans un contexte de baisse sensible de la part modale de la voiture pour accéder au site.

En 2006, le site de La Défense concentrait 150 000 emplois dans 3 millions de m<sup>2</sup> de bureaux (soit 20 m<sup>2</sup> par emploi), 20 000 résidents et 230 000 m<sup>2</sup> de commerces, dont 130 000 pour le centre commercial des Quatre temps. Il existe environ 40 000 places de parking en souterrain, soit 100 ha d'espaces de stationnement, en moyenne sur 4 étages, soit 25 ha pour un site de 160 ha.

- 24 700 places sont publiques (gérées par Vinci Park) accueillant aussi bien des véhicules d'employés, de visiteurs, de clients ou de résidents.
- 15 300 places sont privées appartenant à certaines tours de bureaux ou de logements. Toutes les tours n'ont pas leur propre parking, pour des raisons essentiellement techniques (présence en sous-sol de réseaux).

Selon leur gestionnaire, Vinci Park, les parkings publics connaissent un taux d'occupation d'environ 50 % en journée et très faible la nuit. Leur fréquentation fluctue au gré des constructions ou rénovations des tours, mais baisse tendancielle grâce à l'amélioration de la desserte en transports publics et à la réduction sensible de l'usage de la voiture. Certains parkings sont peu utilisés, comme le PA-PB sous les Quatre temps dont deux étages entiers, soit 1500 places, sont fermés depuis des années, y compris lors des plus fortes pointes de fréquentation du centre commercial, les week-ends avant Noël.

On peut considérer que les 20 000 résidents, soit 8300 ménages, ont besoin – dans cette zone très bien desservie en transports publics – d'une seule place par logement, soit 8300 places. Or 20 % d'entre eux prennent leur voiture en journée pour aller au travail libérant ainsi 1700 places pour des employés. Et les commerces ont peut-être besoin tout au plus d'un millier de places en semaine aux heures de bureau. Il reste donc au moins 32 000 places pour les employés et visiteurs, soit une place pour 100 m<sup>2</sup> de SHON (deux fois moins que la norme en Petite couronne).

En 2006, 85 % des employés sont venus en transports publics et seulement 13 % en véhicule individuel motorisé<sup>1</sup> : 10,4 % en automobile et 2,5 % en deux-roues motorisés. Cette répartition modale n'a rien à voir avec une quelconque pénurie de places de stationnement, mais semble liée tout à la fois à l'excellente desserte en transports publics et aux difficiles conditions de circulation alentour.

10,4 % des 150 000 employés venus en voiture ne représentent que 15 600 automobilistes (conducteurs et passagers). Avec un taux d'occupation des véhicules de 1,15, cela suppose environ 13 600 voitures, soit, compte tenu d'un taux de présence simultanée de 80 % habituel pour les bureaux, 11 000 voitures tout au plus réellement présentes. Auxquels s'ajoutent – moyennant un taux d'occupation de 1,05 et un même taux de présence simultanée de 80 % – 3000 deux-roues motorisés au maximum, soit une demande de places équivalente à 700 voitures.

Bref, à l'heure de pointe, une demande équivalente à 11 700 places pour voiture, à laquelle il faudrait ajouter peut-être 1000 ou 2000 places pour les visiteurs, se partage une offre de 32 000 places. Conclusion : il existe actuellement à La Défense environ 18 000 places de stationnement excédentaires, soit 45 % des places<sup>2</sup>. À 15 000 € 2011 le coût d'investissement dans une place, cela représente 270 millions d'€. Les besoins ont été largement surestimés, alors qu'aujourd'hui une place pour 200 m<sup>2</sup> de SHON suffirait.

La construction de parkings a très fortement ralenti puisque les tours de la seconde moitié des années 2000 comportent trois à quatre fois moins de places de stationnement que les tours des années 80, 20 ans auparavant. La tour First récemment inaugurée, qui se veut particulière-

---

<sup>1</sup> Cette part de marché était de 17 % en 1998, mais pour 50 000 salariés de moins qu'en 2006. Tout se passe comme si la presque totalité des déplacements supplémentaires engendrés par ces nouveaux salariés avait été absorbée par les transports publics.

<sup>2</sup> Mais le taux d'occupation global par an est encore bien inférieur. Selon leur gestionnaire, les 25 000 places publiques connaissent un taux d'occupation d'environ 50 % en journée et 5 % la nuit, soit 50 % le tiers des heures de l'année et 5 % les deux tiers restants, correspondant à un taux d'occupation de 20 %. Pour les places privées, ce taux est sans doute du même ordre.

ment respectueuse de l'environnement, comprend même 10 fois moins de places (voir le tableau 12).

Tableau 12. Les places de stationnement dans quelques tours de La Défense

Tour	Année	SHON (m <sup>2</sup> )	Places de parking	SHON par place (en m <sup>2</sup> )
Michelet	1985	77 750	2042	38
Total Coupole	1985	130 000	2290	57
Initiale	1988*	33 796	447	76
Descartes	1988	71 932	1200	60
Egée	1999	53 000	810	65
EDF	2001	57 000	?	
Cœur Défense	2001	214 700	2810	76
Adria	2002	53 000	608	87
CBX	2005	42 800	?	
Exaltis	2006	21 500	229	94
T1	2007	69 600	581	120
Granite	2007	68 000	500	136
First	2011**	87 000	141	617

\* Construction : 1966, rénovation : 1988. \*\* Construction : 1974, complète transformation : 2011. Sources : EPAD (2006), entretiens auprès de responsables des parkings et divers sites Internet sur les tours de La Défense.

### *En résumé*

On peut estimer globalement que les espaces de stationnement sont aujourd'hui très excédentaires. Mais cette appréciation dépend de nombreux facteurs : de la tolérance à la marche à pied des automobilistes, de la propension à accepter de payer son stationnement, du risque de dégradation du véhicule dans des parkings éloignés, etc.

### *Le nombre de places de stationnement par véhicule*

Au cours d'une journée, un véhicule a besoin de plusieurs places de stationnement, au domicile et dans les divers lieux de destination : au lieu de travail, d'achat, de loisir... Certains auteurs en déduisent qu'il lui faut donc autant de places que de lieux de destination.

Le GART estime grossièrement, sans préciser sa source ou son mode de calcul, qu'en France, chaque voiture a besoin de plusieurs « aires de stationnement : en moyenne, trois emplacements de 20 m<sup>2</sup> chacun (domicile, travail, loisirs). » (1991, p. 8) et d'en déduire un peu vite le nombre de places de stationnement nécessaires dans une agglomération selon le nombre de véhicules existants. L'urbaniste américain Victor Gruen considère, sans plus de précisions, qu'aux États-Unis chaque voiture utilise au moins une place de parking au domicile et trois ou quatre ailleurs (Gruen, 1973, p. 89). Faute de mieux, Donald Shoup fait l'hypothèse qu'il ne faut qu' « une place de parking par voiture au domicile et seulement deux ailleurs (au travail, à l'école, au supermarché, etc.) ou trois places de parking par véhicule. » (2005, p. 209). L'économiste Erik Verhoef fait la même hypothèse pour les Pays-Bas (1996, p. 97).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gabriel Dupuy signale qu'en Île-de-France, entre 1982 et 1994, à chaque automobile supplémentaire ajoutée au parc a correspondu 170 m<sup>2</sup> de nouvelle surface de stationnement (1999, p. 37, d'après les données MOS de l'IAURIF). Ce type de raisonnement à la marge ne permet pas de répondre à la question car il mesure surtout la tendance croissante à la fonctionnalisation des espaces et à la création de parkings dévolus à un seul usage.

Pourtant, ces 3, 4 ou 5 places de stationnement ne sont pas toutes réservées à un seul véhicule et tous les véhicules ne circulent pas chaque jour. Il est donc sûrement erroné de croire qu'il faut autant de places par voiture que de lieux de destination.

Pour en avoir le cœur net, nous avons tenté d'évaluer ce ratio pour l'agglomération parisienne. À l'issue d'un difficile travail de compilation de nombreuses sources statistiques complété par divers raisonnements croisés visant à pallier les données manquantes et à assurer une cohérence d'ensemble, nous estimons qu'il existe environ 8 millions de places de stationnement pour 4,6 millions de véhicules individuels motorisés, soit seulement 1,75 place par véhicule, soit deux fois moins que l'estimation ordinaire (voir le tableau 13).

Tableau 13. Estimation du taux d'occupation des places de stationnement pour VP + VU par jour ouvrable

		Paris	PC	GC	Agglo.	P/GC
Sur voirie	Offre de places (milliers)	191	426	596	1213	
	Demande de places (milliers)	189	405	477	1070	
	Taux d'occupation	99 %	95 %	80 %	88%	
Hors voirie	Offre de places (milliers)	590	2051	4097	6738	
	Demande de places (milliers)	433	1188	1809	3430	
	Taux d'occupation	73 %	58 %	44 %	51%	
Total	Offre de places (milliers)	781	2477	4693	7951	
	Demande de places (milliers)	622	1593	2286	4501	
	Taux d'occupation	80 %	64 %	49 %	57%	1,6
Nombre moyen de places pour une voiture		1,25	1,55	2,05	1,75	
Part des voitures qui n'ont pas bougé dans la journée		49%	29 %	22 %	28 %	
Nombre moyen de places pour une voiture mobile		1,5	1,8	2,3	2	

Source : Héran et Ravalet, 2008.

Ce résultat est sans doute un peu sous-estimé, mais plusieurs arguments peuvent l'expliquer. Il faut d'abord réaliser que chacune des places nécessaires n'est pas forcément réservée à un utilisateur donné. En fait, il existe trois grands types de mode d'affectation des places aux usages et usagers :

- les places banalisées, utilisables par n'importe qui et pour n'importe quel motif. Par exemple : les places de stationnement sur la voirie utilisées aussi bien pour les achats, les affaires professionnelles ou comme stationnement résidentiel, par les habitants comme par les salariés ou les visiteurs (même si des durées limitées ou des tarifs différenciés tentent de spécialiser les usages) ;
- les places réservées en principe à un seul usage (ou motif de déplacement) et utilisables par un seul type d'usagers : clients, salariés, visiteurs, usagers des transports publics... Exemples : parkings d'hypermarché, d'université, d'hôpital ou parcs relais ;
- les places privatives, attribuées exclusivement au véhicule d'une personne pour un usage particulier, cette personne en étant le plus souvent locataire ou propriétaire. Exemples : garage au domicile ou certaines places de stationnement au lieu de travail.

Or, trois phénomènes se conjuguent pour réduire le nombre de places nécessaires par véhicule.

- Les « voitures immobiles » (celles qui n'ont pas été utilisées dans la journée) sont plus nombreuses que l'on croit : la moitié, dans les centres des grandes villes, autour de 20 % en périphérie. Par définition, le taux d'occupation de leur place ce jour-là est de 100 %.
- Les places à fort taux d'occupation (le long de la voirie, au domicile ou dans une moindre mesure au travail) sont beaucoup plus nombreuses que les places moins occupées (près des

centres commerciaux ou des centres de loisir...). Ainsi, les grands parkings des centres de loisir, vides la plupart du temps, laissent une forte impression mais sont rares.

- Une certaine mixité des fonctions urbaines existe malgré tout dans les villes européennes – notamment par rapport aux villes américaines – ce qui favorise le foisonnement des places de stationnement le long de la voirie et dans les parcs publics<sup>1</sup>.

Le taux d'occupation est cependant 1,6 fois supérieur à Paris qu'en Grande couronne, car les « voitures immobiles » y sont relativement plus nombreuses, les places à fort taux d'occupation aussi et la mixité des fonctions urbaines bien plus grande. L'offre d'espace de stationnement varie donc surtout selon les milieux : il faut 1,25 place pour une voiture à Paris et plus de deux places en Grande couronne.

On peut aussi raisonner à partir des seules « voitures mobiles » (celles qui se déplacent dans la journée). Les taux d'occupation se réduisent alors : il faut à ces voitures en moyenne 2 places : 1,5 place à Paris et 2,3 en Grande couronne. *A contrario*, les « voitures immobiles » n'ont bien sûr besoin plus que d'une seule place.

À Lille, les premiers calculs partiels, utilisant une tout autre méthode, montrent toutefois une offre de places plus importante, peut-être parce que les voitures sont plus utilisées (voir l'annexe 2).

En Amérique du Nord, compte tenu du suréquipement en automobiles – 800 voitures pour 1000 habitants aux États-Unis contre 590 en France (source OCDE) –, les « voitures immobiles » sont certainement encore plus nombreuses qu'en Europe, mais les places à fort taux d'occupation sont sans doute plus rares et la mixité des fonctions urbaines moins développée. Aussi, il est probable que leur ratio soit proche de celui qui existe en Grande couronne parisienne, soit seulement 2 places par voiture.

### ***L'évolution du nombre de places de stationnement par véhicule***

Ainsi, l'étalement urbain et la fonctionnalisation des espaces contribuent à augmenter sensiblement le nombre de places de stationnement par véhicule. Comme ces deux évolutions séculaires ralentissent mais sont encore loin de s'inverser, il est probable que la croissance du nombre de places de stationnement soit encore aujourd'hui un peu plus rapide que celle du nombre de véhicules.

Ce type de ratio, s'il s'avère suffisamment stable, devrait permettre d'évaluer directement l'offre globale de stationnement à partir du nombre de véhicules possédés par les habitants d'une agglomération.

\* \* \*

Loin des discours habituels sur le manque de places de stationnement, l'étude du taux d'occupation des places de parking révèle au contraire que de nombreux parkings sont finalement sous-utilisés, et tout particulièrement ceux du grand commerce et des parcs de loisir.

Pour autant, la situation ne doit pas être noircie à l'excès, car de nombreux véhicules ne circulent pas de toute la journée et les places très occupées sont plus nombreuses que les places peu utilisées.

---

<sup>1</sup> Une certaine mixité existe même en périphérie. Beaucoup de multiplexes se sont installés à proximité d'un centre commercial pour pouvoir partager le parc de stationnement (Desbouis, Laurent et Medeville, 1999, p. 192).

## *Chapitre 4. La demande d'espace de circulation. La vitesse spatiophage*

La consommation d'espace est plus difficile à appréhender pour la circulation que pour le stationnement. Plusieurs méthodes sont en effet envisageables. La première, la plus utilisée, consiste à aborder la question par le débit de la voie selon sa largeur. Malheureusement, cette approche ne tient pas compte de la vitesse qui nécessite un espace intervéhiculaire supplémentaire non négligeable. L'idée est alors d'utiliser plutôt les courbes débit-vitesse. Mais elles ne tiennent pas compte de l'emprise des voies qui elle aussi varie fortement avec la vitesse, du moins pour les modes non guidés. L'approche par la surface dynamique, peu connue, a le mérite de mieux tenir compte de cette emprise, mais c'est à nouveau la distance intervéhiculaire qui est alors mal prise en compte. Finalement, la seule manière d'appréhender pleinement et correctement le problème est d'utiliser l'approche par la demande d'espace-temps de circulation en calculant les variations de cette demande selon la vitesse grâce à l'unité de mesure qu'est le  $m^2.h$  (voir le tableau 14).

Tableau 14. Les quatre approches de la consommation d'espace de circulation

		Prise en compte de l'espace intervéhiculaire	
		nulle ou partielle	totale
Prise en compte de l'emprise	partielle	1. Approche par le débit	2. Approche par la courbe débit-vitesse
	totale	3. Approche par la surface dynamique	4. Approche par la consommation d'espace-temps de circulation

Comme pour le stationnement, il convient de distinguer la demande et l'offre de circulation. Cette précaution permet d'éviter de considérer que la « consommation » d'espace de circulation est plus élevée en période creuse qu'en période de pointe. Il est plus simple d'affirmer que, pour une vitesse donnée, la demande d'espace de circulation est plus faible en période creuse qu'en période de pointe, et que l'offre d'espace de circulation est difficile à modifier selon ces périodes.

### *Le débit selon la largeur*

Dès les années 50, les premiers analystes de la circulation urbaine ont déterminé les débits maximum des divers modes de transport selon la largeur de voirie (ou d'emprise pour les modes guidés) et depuis lors de très nombreux auteurs ont produit leur propre estimation. Les évaluations distinguent en général la marche, la bicyclette, l'automobile en ville et sur autoroute, l'autobus sur voie réservée ou non, le tramway, le métro, le train de banlieue et le RER et sont ramenées le plus souvent à une bande de 3 à 3,50 m de large (par exemple : Banque mondiale, 1975, p. 82 ; Direction générale des transports de la Commission européenne ; Beaucire, 1996...) ou parfois à une bande d'un mètre (ou d'un pied) de large (Smeed, 1961, p. 18 ; United Nations, 1984 ; Lowe, 1989, p. 22...). Cette largeur d'un mètre est moins facile

à appréhender, mais autorise des comparaisons plus rigoureuses. Le tableau 15 synthétise les données les plus souvent rencontrées.

Tableau 15. Débits maximaux selon les modes par mètre de largeur de voirie

Mode de déplacement	Véhicules par heure et par sens	Intervalle entre 2 véhicules en min	Taux d'occupation	Débit horaire par sens	Largeur de la voie	Débit horaire par mètre de largeur	Par rapport à l'automobile
Marche				9 000	3	3 000	8,0
Bicyclette	5 000		1	5 000	3	1 667	4,4
Bus de 12 m en circulation générale	20	3,0	70	1 400	3	467	1,2
Bus de 18 m sur voie réservée (BHNS)	25	2,4	100	2 500	3,5	714	1,9
Tramway	30	2,0	300	9 000	3	3 000	8,0
Métro	40	1,5	800	32 000	3,5	9 143	24,4
Train de banlieue	20	3,0	1000	20 000	4	5 000	13,3
RER	30	2,0	2000	60 000	4	15 000	40,0
Auto sur autoroute urbaine	2 400		1,25	3 000	3,5	857	2,3
Auto en circulation urbaine	900		1,25	1 125	3	375	1,0

Source : synthèse de diverses sources.

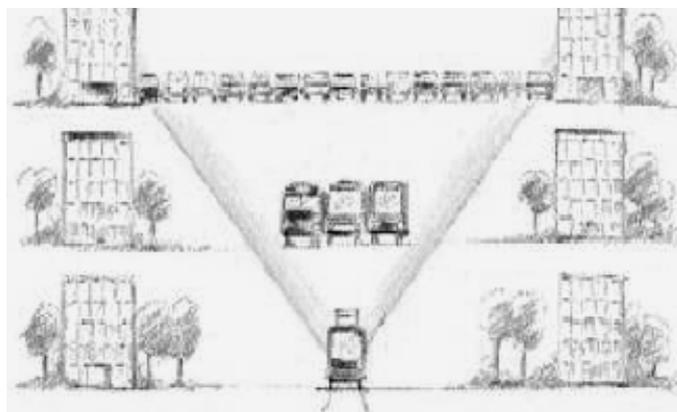
De ces chiffres, on peut déduire, par exemple, qu'une 2 x 3 voies consacrée au trafic automobile n'écoule au maximum que 9000 personnes par sens à l'heure de pointe. Alors que si la voie de gauche est utilisée par un tramway, la voie centrale est utilisée par les voitures et celle de droite par les cyclistes (cas que l'on peut rencontrer à Copenhague), l'infrastructure écoule 17 000 personnes, soit près du double.

À l'inverse, on peut aussi calculer la largeur nécessaire pour un même débit selon chaque mode. L'UITP (2001, p. 8) rappelle ainsi que : « Pour transporter 50 000 personnes par heure et par direction, il faut :

- 175 m de largeur de routes pour les voitures, ou
- 35 m de largeur de routes pour les bus, ou seulement
- une emprise de 9 m de large pour un métro ou un RER. »

Cette façon d'appréhender la question autorise une représentation assez pédagogique pour les élus ou la population, comme l'indique le schéma de la figure 2.

Figure 2. Représentation de l'espace occupé par les divers modes à capacité égale



Source : GART, 1991.

En 1989, pour persuader les habitants du bien fondé du choix du tramway et s'inspirant d'initiatives similaires précédentes, la communauté urbaine de Strasbourg a utilisé un procédé équivalent en réalisant une affiche éloquent montrant trois photos de la même artère 1/ saturée de 177 voitures, 2/ sillonnée par trois bus et 3/ accueillant une rame de tramway dessinée au sol. Elle a mobilisé 244 figurants un dimanche matin pour y parvenir. L'affiche précisait que pour transporter ces 244 personnes, les 177 voitures occupaient 1600 m<sup>2</sup> et une rame de tramway seulement 112 m<sup>2</sup>, soit 14 fois moins (voir la figure 3).

Figure 3. Affiche de la campagne de communication pour le tramway à Strasbourg en 1989



Source : Communauté urbaine de Strasbourg.

Quelle que soit la manière de représenter le débit par largeur de voirie, la voiture individuelle apparaît comme le mode le plus consommateur d'espace de circulation. Les écarts avec les transports publics sont considérables, surtout avec les modes guidés. Mais évidemment, les services rendus ne sont pas identiques, notamment sur le plan du confort et de la vitesse de porte à porte.

Malgré son intérêt, cette approche par le débit a le double défaut de ne pas tenir compte de l'emprise réelle d'une voirie qui, pour les modes non guidés, est bien plus large quand les vitesses autorisées sont élevées, et du temps d'occupation de la voirie qui diminue au contraire avec la vitesse. Ainsi, un bus englué dans la circulation consomme bien moins d'espace qu'un bus sur voie réservée, mais roule aussi nettement moins vite et de façon moins régulière, ce qui a d'importantes conséquences (voir l'encadré 4). De même, un piéton a besoin de très peu d'espace mais se déplace lentement.

#### Encadré 4. Les couloirs bus sont-ils justifiés ?

« Quant à la priorité aux autobus par couloir réservé, elle est justifiée si leur capacité dépasse celle des automobiles exclues, soit 2000 voyageurs sur autoroute par voie et 1000 sur une voie urbaine à feux tricolores (80 et 40 autobus à l'heure respectivement avec 25 passagers par bus à l'heure de pointe). » (Merlin, 1984, p. 80)

Un raisonnement de ce type est trop limité, car il ne tient compte que du seul critère du débit. Les autobus ont bien d'autres mérites : par passager transporté, leurs nuisances, à technologie similaire, sont toutes plus réduites que pour l'automobile, qu'il s'agisse de la pollution, du bruit, de l'encombrement visuel de l'espace ou de l'effet de coupure. De plus, la vitesse et la régularité qu'autorise le site propre dans la partie la plus congestionnée de la ville, rendent les bus à la fois plus attractifs pour la clientèle très sensible à ces critères et plus rentables pour l'exploitant car la rotation des bus étant

plus rapide, le parc peut aussi être réduit ou redéployé (voir les études de l'ADEME et du GART).

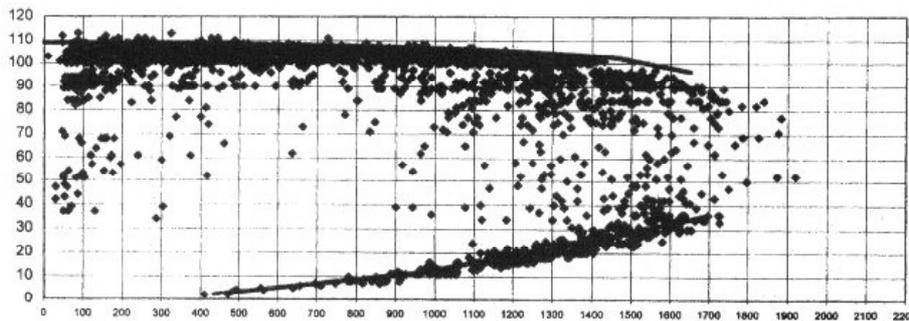
Une certaine souplesse dans les raisonnements est donc de mise.

### *Les courbes débit-vitesse*

Les courbes débit-vitesse relèvent d'une démarche purement empirique. Elles sont élaborées sur la base de comptages effectués grâce à des capteurs noyés dans les chaussées. Il s'agit d'un simple constat qui ne peut faire l'objet de contestation, sauf à mettre en doute la fiabilité des capteurs.

Ces courbes démontrent qu'il existe, sur les autoroutes et voies rapides, un maximum de capacité estimé habituellement aux alentours de 2000 unités de véhicules particuliers<sup>1</sup> par heure et par voie et pour une vitesse d'environ 50 km/h. Car, une vitesse accrue tend au départ à augmenter la capacité, mais la distance intervéhiculaire s'accroissant fortement à grande vitesse finit par contrecarrer cet avantage (voir l'exemple de la figure 4).

Figure 4. Un exemple de courbe débit-vitesse sur l'A6a, sens sud-nord au Pk 0,960 en janvier 1995



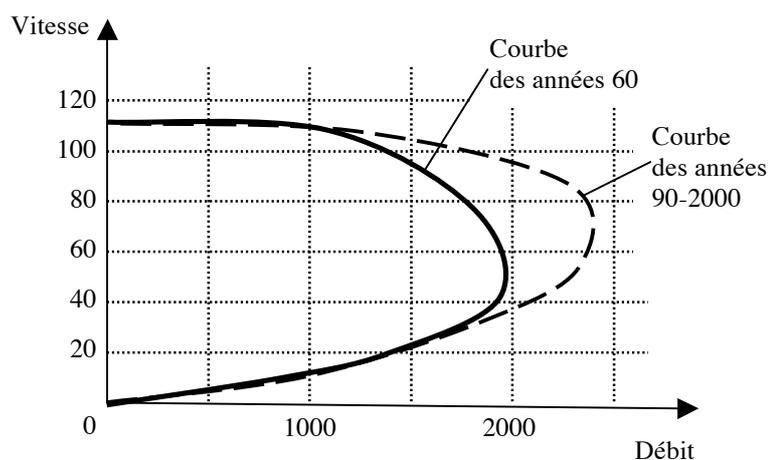
Source : SIER, URF.

Simon Cohen, chercheur à l'INRETS et spécialiste reconnu, a toutefois démontré que la capacité maximale d'une voie autoroutière serait plutôt d'environ 2400 uvp / h / voie et la vitesse critique d'environ 60 à 90 km/h, soit une augmentation non négligeable d'à peu près 20 %<sup>2</sup> (voir la figure 5). Par exemple, sur le boulevard périphérique sud (trois voies par sens), la capacité maximale serait passée en 15 ans, entre juin 1979 et juin 1994, de 6690 à 7360 uvp, soit + 10 %, avec désormais 2450 uvp / h / voie. Sur les quatre voies du tronçon commun A4-A86, l'autoroute la plus congestionnée de France et comportant 10 % de poids lourds, la vitesse critique était en 2003 de 66 km/h avec une capacité de 2250 uvp / h / voie (Cohen, 2004).

<sup>1</sup> L'encombrement de chaque mode est ramené à une unité unique, en général selon les coefficients suivants : un véhicule particulier = 1, un poids lourd = 2 et un deux-roues motorisé = 0,5.

<sup>2</sup> « Les capacités de base des sections homogènes des autoroutes américaines étaient, de 1965 à 1990, évaluées à 2000 unités de voitures particulières par heure et par voie (uvp / h / voie) dans des conditions de circulation qualifiées d'idéales. Depuis lors, diverses observations ont mis en évidence une augmentation sensible de cette valeur nominale. Depuis l'an 2000, cette capacité de base est passée à 2400 uvp / h / voie, soit un gain significatif de 20 %. » (Cohen, 2006, p. 61) En 1954, le polytechnicien et urbaniste Ricardo Humbert estimait que « Pour une circulation normale, le débit maximum plafonne autour de 35 km/h. » (Humbert, 1954, p. 30)

Figure 5. Evolution de la courbe débit-vitesse



Source : Cohen, 2006.

Cette évolution s'explique par une réduction équivalente d'environ 20 % du temps intervéhiculaire (TIV) sur les voiries saturées de trafic (Cohen, 2006), sans doute à cause de l'efficacité accrue du freinage : généralisation de l'ABS, meilleure qualité des pneumatiques et des revêtements de chaussée. Aussi, malgré les conseils de prévention, ces améliorations techniques et l'expérience aidant ont peut-être un peu trop mis en confiance les automobilistes et entraîné une dérive dans leur comportement, et cela d'autant plus que le non respect des distances de sécurité n'est jamais sanctionné.

Peut-on, dès lors, utiliser ces courbes pour réguler la capacité ?

Sur les voies rapides et autoroutes, la vitesse correspondant à leur capacité maximale étant d'environ 60-90 km/h, la réduction de la vitesse limite devrait logiquement permettre d'augmenter leur capacité. Or les systèmes de régulation de la vitesse se développent depuis au moins deux décennies en Europe et particulièrement en Allemagne, mais leurs objectifs concernent surtout l'amélioration de la sécurité et la réduction des nuisances, et l'impact sur la capacité est loin d'être évidente<sup>1</sup>. Jean-Baptiste Lesort, de l'INRETS, indique prudemment : « des expérimentations récentes montreraient que la capacité pourrait être améliorée de cette façon par l'homogénéisation des vitesses individuelles (...) qui conduirait à une réduction des perturbations et donc à un retard d'apparition des situations de congestion » (2006, pp. 44-45).

Sur les artères, la présence de nombreux carrefours à niveau rend le problème plus complexe en réduisant par deux ou trois le débit. La solution a consisté à mettre en place des plans de circulation. Leur principe est de simplifier et coordonner la gestion des carrefours, ce qui suppose la généralisation des sens uniques, la limitation des mouvements tournants, la multiplication des carrefours à feux et leur gestion centralisée par des systèmes de régulation. L'objectif principal est de réaliser des « ondes vertes », technique consistant à « décaler le passage au vert des carrefours pour que le flot des véhicules démarrant au premier feu ne rencontre que des carrefours au vert, le long de son trajet sur l'axe » (Cohen, 1986).

En d'autres termes, tous ces dispositifs permettent de retrouver, sur les axes limités à 50 km/h, les conditions de circulation en vigueur sur une autoroute, au moins le temps d'une onde verte. Et pour améliorer le débit, compte tenu du diagramme fondamental et problèmes

<sup>1</sup> En 1999, S. Care-Colin et P. Gendre, auteurs d'une synthèse sur les systèmes de régulation de la vitesse sur autoroute précisait : « L'augmentation de capacité n'a pas pu être réellement prouvée, mais il est certain qu'une meilleure utilisation des voies (celle de droite en particulier) et une apparition retardée des bouchons font que l'infrastructure semble plus débiter avec régulation des vitesses que sans régulation. » (p. 45)

de sécurité mis à part, la vitesse de coordination – c’est-à-dire la vitesse à laquelle sont censés se déplacer les véhicules pour bénéficier de l’onde verte – doit être la plus élevée possible. Ainsi à Lyon, elle est de 45 km/h sur le cours Lafayette, ce qui amène certainement les automobilistes qui passent un feu à l’orange à dépasser les 50 km/h pour rattraper le peloton (source : Grand Lyon).

En France, avant que la vitesse limite en ville ne soit abaissée de 60 à 50 km/h en 1990, divers auteurs invoquaient l’existence d’un maximum de capacité vers 45-50 km/h pour justifier le souhait d’abaisser les vitesses en ville. Aujourd’hui, avec la hausse de la vitesse correspondant à la capacité optimale, cet argument ne tient plus. Et d’autres auteurs préconisent au contraire – en s’appuyant notamment sur les courbes débit-vitesse actuelles – le relèvement des vitesses à 70 km/h sur les grands axes urbains (les nationales non déclassées). Quant aux zones 30, elles apparaissent de moins en moins pertinentes, puisqu’elles réduiraient de façon plus du tout négligeable la capacité de la voirie.

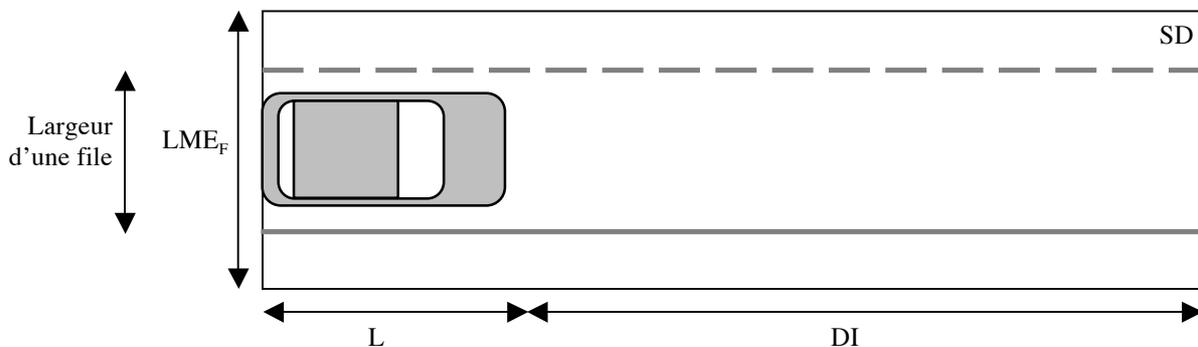
Quoi qu’il en soit, comme la précédente, cette approche oublie, en ce qui nous concerne, que, pour les modes non guidés, des vitesses élevées imposent des emprises de voirie très larges. C’est avec la surface dynamique que cette question peut être aisément traitée.

### *La surface dynamique*

Pour parvenir à calculer la surface consommée par un véhicule en mouvement (SD), il faut multiplier la somme de la longueur du véhicule (L) et de la distance intervéhiculaire (DI) par la largeur moyenne d’emprise par file de circulation (LME<sub>F</sub>) (voir la figure 6). Cette surface variant avec la vitesse, on l’appelle surface dynamique.

$$SD = (L + DI) \times LME_F$$

Figure 6. Schéma représentant le calcul de la surface dynamique



### *La longueur des véhicules*

Les véhicules particuliers ont une longueur qui va de 2,50 m pour une Smart ForTwo à 4,50 m pour une Renault Espace ou un break. On adoptera comme longueur moyenne : 4 m. À noter que la longueur des véhicules n’a aucune incidence sur leur distance d’arrêt qui détermine la distance intervéhiculaire. C’est pourquoi, les petits véhicules n’ont qu’un faible intérêt pour réduire la congestion (Lamure, 1995). Un bus a en général 12 m de long et un bus

articulé 18 m. Un deux-roues motorisé a une longueur moyenne de 2 m et une bicyclette 1,8 m.<sup>1</sup>

### *La distance intervéhiculaire*

Un véhicule en circulation a besoin de maintenir une distance de sécurité avec le véhicule précédent pour pouvoir s'arrêter à temps en cas d'urgence. En principe, cet espace est au minimum égal à la distance d'arrêt (DA) qui comprend une distance de réaction (DR) puis une distance de freinage (DF) (Lechner, 1986 ; CETUR, 1989, p. 13).

$$DA = DR + DF$$

On sait bien sûr calculer cette distance d'arrêt théorique (voir l'annexe 3), mais en pratique, quand le trafic se densifie, les conducteurs observent souvent une distance entre véhicules bien inférieure à la distance d'arrêt, au prix d'une attention soutenue pour diminuer le temps de réaction. De plus, comme déjà signalé, le temps intervéhiculaire (TIV) moyen pratiqué sur des voiries saturées de trafic s'est même réduit en quelques décennies d'environ 20 % (Cohen, 2006). Que faut-il alors retenir comme distance intervéhiculaire ? Le décret du 30 novembre 2001 précise que les automobilistes doivent respecter un TIV de deux secondes. Sachant, que leur temps de réaction avant de commencer à freiner est d'environ une seconde, il ne leur reste qu'une seconde pour parvenir à s'arrêter. C'est suffisant en dessous de 60 km/h, mais il faudrait deux fois plus de temps vers 120 km/h : à cette vitesse, même un temps de réaction très rapide ne peut suffire. *A contrario*, la stricte observation de ces deux secondes réduirait le débit maximal d'une voie à 1600 uvp/h, précise Cohen (2006).

C'est pourquoi, il est finalement préférable de retenir une distance intervéhiculaire correspondant aux TIV pratiqués et au débit maximal aujourd'hui constaté sur le boulevard périphérique parisien de 2450 uvp / h / voie. La relation suivante, estimée empiriquement, permet de rendre compte de ces pratiques (voir le détail dans l'annexe).

$$DI = V + 0,01371 V^2$$

### *La largeur moyenne d'emprise par file de circulation*

On peut distinguer trois types de largeurs nécessaires à la circulation.

1/ La largeur d'une file de circulation. Elle est nécessaire aux véhicules non guidés en circulation pour éviter de se heurter en se croisant ou en se dépassant. Elle comprend, outre la largeur du véhicule c'est-à-dire son gabarit, une distance latérale de sécurité de chaque côté.

2/ La largeur d'emprise en section courante par file de circulation. En fait, comme on l'a vu plus haut, la largeur de la file ne suffit pas pour rouler à des vitesses élevées. Ainsi, sur une autoroute ou une voie rapide, un terre-plein central, une bande d'arrêt d'urgence et des accotements sont nécessaires. Cette largeur d'emprise divisée par le nombre de files de circulation donne une idée déjà plus exacte de la largeur nécessaire pour se déplacer rapidement en voiture.

3/ La largeur moyenne de l'emprise totale par file de circulation ( $LME_F$ ). Là encore, la largeur d'emprise par file en section courante ne reflète pas complètement le besoin d'espace d'une circulation rapide. Il convient d'ajouter la consommation d'espace des carrefours élargis, dotés de giratoires ou dénivelés qu'impose la vitesse :

---

<sup>1</sup> Toutes les longueurs standards retenues dans ce paragraphe sont aussi les valeurs utilisées par la Sécurité routière dans ses algorithmes de calcul des temps intervéhiculaires à partir des interdistances repérées par les cinémomètres. Voir leur site Internet.

- en zone 30, aucun élargissement de carrefours n'est nécessaire : des priorités à droite, des plateaux ou des mini giratoires suffisent ;
- dans les zones limitées à 50 km/h, des voies spécifiques pour faciliter les mouvements tournants, ou de petits giratoires peuvent être utiles ;
- dans les zones limitées à 70 ou 90 km/h, un terre-plein central, des voies spécifiques facilitant les mouvements tournants, des rayons de courbure plus larges, de grands giratoires, des passages dénivelés des voies centrales sont souvent de mise ;
- sur les voies rapides et les autoroutes, non seulement un terre-plein central, une bande d'arrêt d'urgence et des accotements, mais aussi de vastes et fréquents échangeurs s'avèrent indispensables.

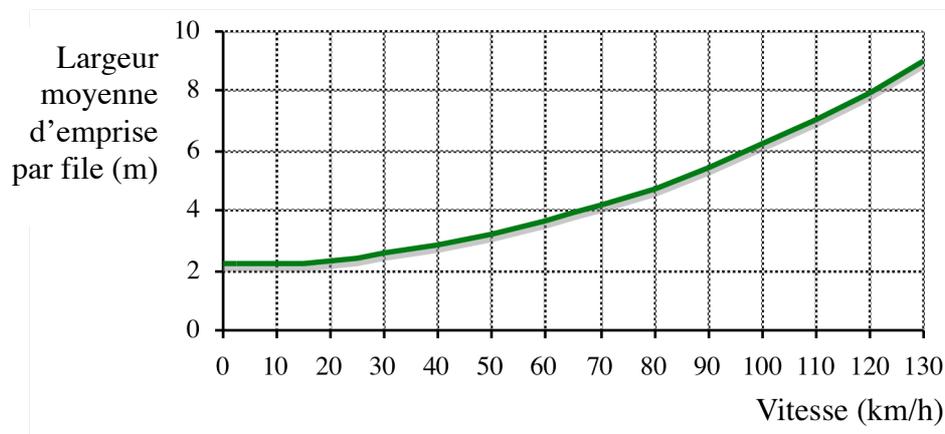
Cette largeur moyenne d'emprise par file (en m) dépend du carré de la vitesse et de la fréquence des carrefours<sup>1</sup>. La formule suivante – le tableau 16 qu'on peut en tirer et la figure 7 qui la représente – en donne une approximation empirique acceptable en milieu urbain pour toutes les vitesses (en m/s) :

$$LME_F = 2,2 + 0,0052 V^2$$

Tableau 16. La largeur moyenne d'emprise par file selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Largeur moyenne d'emprise par file (m)	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,1	8,0	9,0

Figure 7. Relation entre la vitesse et la largeur moyenne d'emprise totale par file



Il faut donc, en réalité, 9 m d'emprise totale pour circuler en voiture à 130 km/h, alors que 3,2 m suffisent à 50 km/h.

*A contrario*, ce résultat démontre tout l'intérêt des modes lents – la marche et la bicyclette – et des modes guidés – ferroviaires ou non –. Parce que les premiers ont des vitesses peu variables et parce que les seconds maîtrisent leurs déplacements latéraux à toutes les vitesses, la largeur d'emprise de leurs infrastructures ne varie pas en fonction des vitesses<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> A noter qu'en toute rigueur, au croisement entre deux chaussées, il faudrait déduire un polygone correspondant à la superposition des chaussées. Cet aspect est difficile à calculer et peut être négligé, puisque cela diminuerait de 2 à 5 % tout au plus la surface totale.

<sup>2</sup> Du moins en milieu urbain : à grande vitesse un TGV a besoin d'une ligne d'emprise triple.

### La surface dynamique qui en résulte

On obtient enfin la surface en mouvement appelée aussi « surface dynamique » (SD en m<sup>2</sup>) en multipliant la somme de la distance intervéhiculaire et de la longueur du véhicule, par la largeur moyenne d'emprise par file :

$$SD = (L + DI) \times LME_f$$

En remplaçant chaque terme par sa valeur, on obtient le fonction polynomiale suivante :

$$SD = 8,8 + 2,2 V + 0,050962 V^2 + 0,0052 V^3 + 0,000071292 V^4$$

La surface dynamique est une fonction fortement croissante de la vitesse, car DI et LE augmentent tous deux principalement avec le carré de V. Ainsi, comme l'indique le tableau 17 présentant les résultats, la surface dynamique passe de 34 m<sup>2</sup> à 30 km/h, à 66 m<sup>2</sup> à 50 km/h, soit déjà le double, à 205 m<sup>2</sup> à 90 km/h, soit 6 fois plus, et à 521 m<sup>2</sup> à 130 km/h, soit 15 fois plus<sup>1</sup>. D'où l'intérêt du guidage (voir l'encadré 5).

Tableau 17. La surface dynamique selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Distance d'arrêt (m)	3,3	7,5	13	19	26	34	44	54	65	77	90	104	119
Distance intervéhiculaire (m)	2,9	6,0	9,3	13	17	20	25	29	34	38	43	49	54
Largeur d'emprise par file (m)	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9
Largeur moyenne d'emprise totale par file (m)	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,1	8,0	9,0
Surface dynamique (m <sup>2</sup> )	15	24	34	48	66	89	119	157	205	263	334	419	521
par rapport à 30 km/h			1	1,4	1,9	2,6	3,5	4,6	6,0	7,7	9,8	12	15

### Encadré 5. De l'intérêt du guidage

Le guidage économise beaucoup d'espace en largeur et aussi en longueur en jouant sur les deux composantes de la surface dynamique. D'une part, il réduit la largeur de l'emprise, en évitant les embardées – écarts brusques d'un véhicule suite à une perte de contrôle – et les chocs frontaux ou sur des obstacles fixes latéraux qui pourraient en résulter. D'autre part, il permet de réaliser de longs trains de voitures (400 m de long...) sans phénomène d'ondulation en ligne droite ou de déport dans les courbes. De plus, les arrêts sont aussi économes en espace grâce à un accostage parfait des véhicules. (Clément *et alii*, 1994, p. 7)

Un tramway moderne au gabarit pourtant plus généreux qu'un bus – 2,65 m contre 2,50 m – ne nécessite qu'une emprise de 6 m au lieu de 7 m pour un site propre bus. Une double voie ferrée n'occupe que 12 m de large, accotements compris (Merlin, 1984, p. 78), quand une autoroute à 2 x 2 voies réclame au moins 30 m.

<sup>1</sup> En Suisse, le mode de calcul des surfaces dynamiques est le suivant (Jeanrenaud, 1993, p. 73) :  $SD = (LONG + 2V) \times LARG$ , avec SD = surface dynamique en m<sup>2</sup>, V = vitesse de croisière exprimée en m/s, LONG = longueur du véhicule en m, LARG = largeur de la bande de roulement (1 m pour les motocycles, 3,50 m pour les autres catégories). Cette formule simple surestime la consommation d'espace à faible vitesse et la sous-estime fortement à vitesse élevée. Ainsi, un véhicule de 4 m de long, circulant à 30 km/h, aurait besoin d'une surface dynamique de 72 m<sup>2</sup> et s'il roule à 130 km/h, il lui faudrait 267 m<sup>2</sup>, soit seulement 3,7 fois plus.

Toutefois, si pour les modes non guidés les écarts de consommation d'espace sont considérables selon la vitesse, le temps de déplacement est bien moindre à vitesse élevée, d'où l'intérêt de raisonner en consommation d'espace-temps, pour tenir compte non seulement des inconvénients, mais aussi des avantages de la vitesse.

### *La demande d'espace-temps de circulation*

Il convient de la préciser pour chaque mode.

#### *Pour les automobiles*

Si la demande d'espace-temps de circulation en automobile (D) augmente très rapidement avec la vitesse, le gain de temps permis par une vitesse accrue, limite en revanche cette progression. Par km parcouru, cette demande est, en effet, le produit de la surface dynamique par le temps nécessaire pour parcourir un km qui lui-même est une fonction inverse de la vitesse.

$$D_k = SD / (3,6 V)$$

Connaissant la valeur de la surface dynamique en fonction de la vitesse, on en déduit que la demande d'espace-temps de circulation en automobile par km parcouru est une fonction polynomiale de ce type :

$$D_k = 2,444 V^{-1} + 0,611 + 0,014156 V + 0,001444 V^2 + 0,0000198 V^3$$

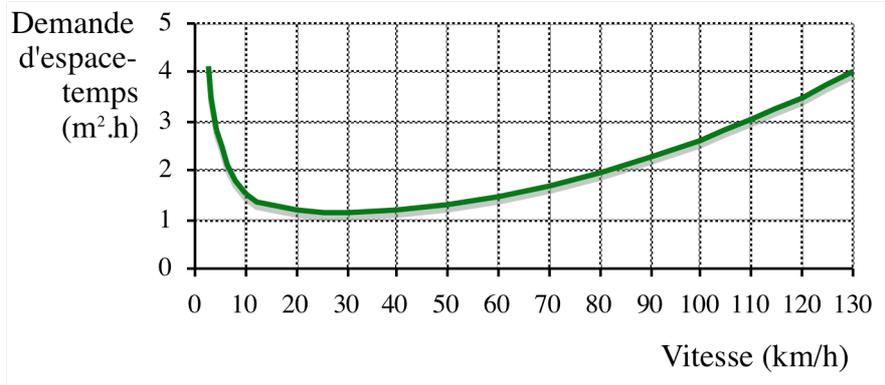
La vitesse reste encore un facteur important d'accroissement de la demande d'espace-temps, et cela malgré le temps qu'elle permet de gagner<sup>1</sup>, comme l'indiquent le tableau 18 et la figure 8 correspondant suivants.

Tableau 18. La demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Surface dynamique (m <sup>2</sup> )	15	24	34	48	66	89	119	157	205	263	334	419	521
par rapport à 30 km/h			1		1,9	2,6	3,5	4,6	6,0	7,7	9,8	12	15
Temps pour parcourir un km (min)	6	3	2	1,5	1,2	1,0	0,86	0,75	0,67	0,60	0,55	0,50	0,46
Consommation d'espace-temps par km parcouru selon la vitesse (m <sup>2</sup> .h)	1,5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0
par rapport à 30 km/h	1,4	1,0	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5

<sup>1</sup> « Tout surcroît de vitesse d'un véhicule augmente son coût de propulsion, le prix des voies de circulation nécessaires et, ce qui est plus grave, la largeur de l'espace que son mouvement dévore », précisait déjà I. Illich en 1973.

Figure 8. La relation entre la vitesse et la demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru



Ainsi, entre 20 et 40 km/h la circulation d'une voiture n'exige qu'1,2 m<sup>2</sup>.h par km, alors qu'à 130 km/h, il lui faut 4 m<sup>2</sup>.h par km soit 3,5 fois plus d'espace-temps. La stricte prise en compte des temps d'arrêt nécessaires à la place des TIV pratiqués doublerait presque cet écart.

Autrement dit, il existe une vitesse se situant aux environs de 30 km/h qui minimise la demande d'espace-temps de circulation. Ce résultat est très différent de celui obtenu avec la relation débit-vitesse qui montre que la capacité d'une voirie est maximale quand les véhicules circulent aux alentours de 60-90 km/h. En tenant compte de l'impact de la vitesse sur la largeur d'emprise des voies de circulation, la vitesse qui minimise la demande d'espace-temps est en réalité deux fois moindre. Si les distances intervéhiculaires étaient respectées, l'écart serait encore supérieur.

Cependant, en milieu urbain, la situation est plus complexe. La vitesse moyenne chute à cause des nombreux carrefours. En milieu dense, elle n'est que de 15 à 20 km/h (16 km/h à Paris), avec de grandes variations de vitesse : les véhicules roulant parfois à 50 km/h et, à d'autres moments, restant à l'arrêt environ le tiers du temps global. Il est donc nécessaire d'augmenter la demande d'espace correspondant à la vitesse moyenne d'environ 50 % pour parvenir à une demande moyenne d'espace-temps de 1,8 m<sup>2</sup>.h / véh.km.

#### *Pour les deux-roues motorisés*

Le raisonnement est quasi identique à celui concernant les véhicules particuliers. Les usagers en 2RM n'ont pas à minimiser leur effort et ont, comme les automobilistes, des vitesses beaucoup plus disparates que les cyclistes. C'est pourquoi, alors que le cycliste bénéficie d'aménagements particuliers (bandes, pistes et contresens cyclables), le 2RM peut et doit s'insérer dans la circulation générale au milieu des files de circulation, conformément au code de la route. Il utilise donc en principe la même largeur et la même distance intervéhiculaire qu'une voiture.

Certes, la pratique est assez différente. Sur les voiries rapides, de nombreux 2RM ont pris l'habitude de slalomer entre les deux files les plus à gauche, au mépris de la loi et sans jamais être verbalisés, et cela au détriment de leur sécurité<sup>1</sup>. En ville, les 2RM circulent environ deux fois plus rapidement que les voitures (source : mairie de Paris) en dépassant couramment les

<sup>1</sup> Sur le périphérique parisien où cette pratique est très répandue, les 2RM ne représentent que 5 % des usagers, mais les 2/3 des victimes d'accidents (source : *Bilan des déplacements à Paris* de ces 7 dernières années). Il y est donc 38 fois plus dangereux de circuler en 2RM qu'en voiture...  $[(95 / 1/3) / (5 / 2/3) = 38]$ .

files de voitures ralenties ou à l'arrêt, là encore à leurs risques et périls<sup>1</sup>. Ils peuvent également circuler à deux de front à faible vitesse. Tous ces comportements délictueux réduisent assurément leur demande d'espace, mais en l'absence de données, il est très difficile de dire dans quelle proportion et on se contentera de rester dans le cadre légal.

En revanche, un 2RM est deux fois moins long qu'une voiture (2 m au lieu de 4 m). Cette seule différence ne modifie pratiquement pas les résultats concernant les véhicules particuliers : la demande d'espace par un 2RM est donc assimilable à celle d'une voiture.

#### *Pour les modes non motorisés*

Pour les piétons, leur vitesse dépend de leur nombre par unité de surface. Selon le spécialiste américain John Fruin (1987), un piéton va à la vitesse de 4 km/h (soit 1 km en 15 min ou 0,25 h) quand il dispose dans une foule d' $1,2 \text{ m}^2$  en moyenne. En effet, le gabarit d'un piéton est de 0,6 m, mais il a besoin pour se mouvoir et pour limiter la promiscuité d'une interdistance de 1,5 m et d'une distance latérale de 0,1 m de chaque côté, soit une superficie d'environ  $0,8 \times 1,5 = 1,2 \text{ m}^2$ . Ce qui représente une demande d'espace-temps de  $1,2 \times 0,25 = 0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$  par km que l'on considèrera pour simplifier comme indépendante de la vitesse. Cette valeur est conforme au débit de 3600 piétons par heure et par mètre de largeur de trottoir fourni par les travaux des Nations Unies cités plus haut.

Pour les cyclistes, on estimera de même que leur vitesse est peu variable, car, pour minimiser leur effort, les cyclistes cherchent, quoi qu'il arrive, à maintenir leur allure (Carré, 1999). Selon diverses sources (Bracher, 1987 ; Douay et Hasiak, 1994 ; Agence de la mobilité, 2007), cette vitesse est de 14 km/h en ville de porte à porte, soit 1 km en 0,07 h. Le gabarit du cycliste en mouvement ou « gabarit dynamique » est de 1 m (CERTU, 2000). Mais le cycliste a besoin pour sa sécurité d'une distance latérale supplémentaire de 0,2 m de chaque côté et d'une distance intervéhiculaire d'environ 4 m – du même ordre que celle des voitures à la même vitesse – à laquelle s'ajoute la longueur du vélo qui est d'un peu moins de 2 m, soit une superficie d'environ  $1,40 \times 6 = 8,4 \text{ m}^2$ . Sa demande d'espace-temps est donc de  $8,4 \times 0,07 = 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{h}$  par km.

#### *Pour les bus urbains*

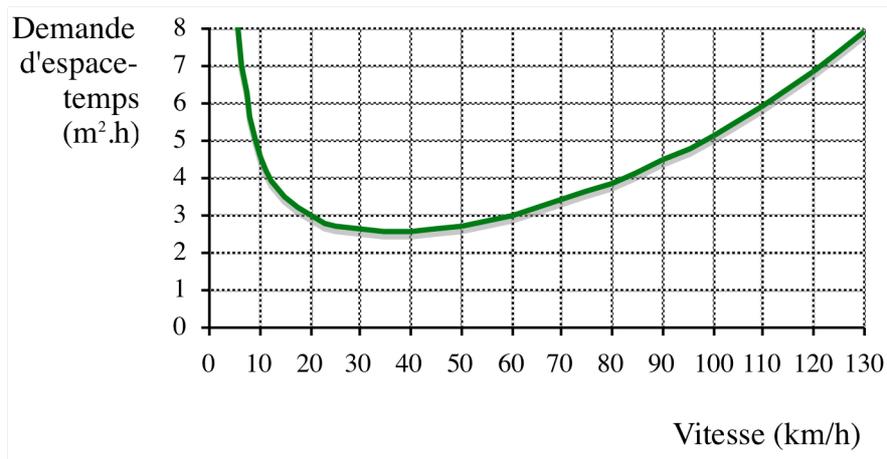
Pour un bus de 12 m x 2,50 m d'emprise au sol et qui ne dépasse pas les 50 km/h dans ses déplacements, la demande d'espace-temps varie surtout aux faibles vitesses (voir la figure 9). Par rapport à un véhicule particulier, un bus est à la fois plus long et plus large et respecte sans doute un peu mieux les distances de sécurité. Aussi utilise-t-il environ 2,5 fois plus d'espace-temps qu'une voiture. Pour un bus articulé de 18 m, la demande d'espace-temps est un peu plus importante : environ 3 fois plus qu'une voiture.

En milieu urbain, la fréquence des arrêts aux stations et aux carrefours double environ ces résultats, soit une demande moyenne d'espace-temps d'environ 7 et 10  $\text{m}^2 \cdot \text{h}$  / véh.km respectivement pour les bus de 12 et 18 m.

---

<sup>1</sup> A Paris, hors voies rapides urbaines, le risque d'être tué ou blessé grave en 2RM est également de l'ordre de 30 à 40 fois supérieur qu'en voiture (selon nos propres calculs non encore publiés).

Figure 9. Demande d'espace-temps de circulation d'un bus par km parcouru selon la vitesse



### Comparaisons entre modes

Connaissant la demande d'espace-temps de chaque mode par véh.km, il est maintenant possible de l'envisager aussi par personne en tenant compte des taux d'occupation et d'effectuer des comparaisons (voir le tableau 19).

Tableau 19. Demande d'espace-temps de circulation par mode et par personne selon la vitesse

	m <sup>2</sup> .h / véh.km	Taux d'occupation	m <sup>2</sup> .h / voy.km	Ecart / bus
Piéton à 5 km/h	0,3	1	0,3	6
Cycliste à 14 km/h	0,6	1	0,6	12
Deux-roues motorisé				
– à 10 km/h	1,1	1,05	1,1	22
– à 30 km/h	1,0	1,05	1,0	20
– à 50 km/h	1,2	1,05	1,1	22
– à 70 km/h	1,6	1,05	1,5	30
– à 90 km/h	2,2	1,05	2,1	42
– à 130 km/h	3,9	1,05	3,8	75
Voiture				
– à 10 km/h	1,5	1,3	1,2	24
– à 30 km/h	1,1	1,3	0,9	18
– à 50 km/h	1,3	1,3	1,0	20
– à 70 km/h	1,7	1,3	1,3	26
– à 90 km/h	2,3	1,3	1,8	36
– à 130 km/h	4,0	1,3	3,1	62
Bus de 12 m				
– à 10 km/h	4,6	50	0,09	2
– à 30 km/h	2,6	50	0,05	1
– à 50 km/h	2,7	50	0,05	1
Bus articulé de 18 m				
– à 10 km/h	6,4	70	0,09	2
– à 30 km/h	3,3	70	0,05	1
– à 50 km/h	3,2	70	0,05	1

Plusieurs constats s'imposent.

- Un piéton a besoin de deux fois moins d'espace-temps qu'un cycliste, car malgré une vitesse moyenne trois fois plus importante, le cycliste a besoin de bien plus d'espace devant lui pour circuler et sa bicyclette a aussi une certaine emprise.

- Un cycliste consomme deux fois moins d'espace-temps qu'un automobiliste sur voirie limitée à 50 km/h, surtout parce que son gabarit est plus étroit.
- Un deux-roues motorisé utilise au moins autant d'espace-temps qu'un automobiliste, car c'est un mode très fragile à grande vitesse, qui doit, en principe, bien rester dans sa file et respecter les distances de sécurité.
- Selon sa vitesse, l'usager d'un bus à l'heure de pointe consomme trois à six fois moins d'espace-temps qu'un piéton et 6 à 12 fois moins qu'un cycliste, car si la demande d'espace de cet usager est supérieure à celle d'un piéton, il occupe en revanche moins longtemps l'espace, allant plus vite.
- L'usager d'un bus à l'heure de pointe a besoin d'environ 15 fois moins d'espace-temps qu'un automobiliste circulant sur voirie limitée à 50 km/h. Toutefois, l'usager d'un bus ne transportant que 15 voyageurs utilise autant d'espace-temps que l'usager d'une voiture transportant 4 personnes. Or en Île-de-France, le taux d'occupation moyen des bus RATP n'est que de 17,4 voyageurs par bus (Servant, 2005, p. 4).

Pour faciliter les calculs, on peut enfin retenir des valeurs moyennes indépendantes de la vitesse, comme l'ont fait initialement Louis Marchand et tous les autres contributeurs à sa suite. Mais cette simplification ne se justifie qu'à des vitesses inférieures à 50 km/h. Ainsi, on retiendra que sur des voiries limitées à 50 km/h, l'usager d'un véhicule individuel motorisé apparaît en moyenne 5 fois plus consommateur d'espace de circulation que le piéton, 3 fois plus que l'usager d'un bus et 2,5 fois plus que le cycliste (voir le tableau 20).

Tableau 20. Demande moyenne d'espace-temps de circulation par mode et par personne pour des vitesses inférieures à 50 km/h

	m <sup>2</sup> .h / véh.km	Taux d'occupation	m <sup>2</sup> .h / voy.km	Ecart / piéton
Piéton	0,3	1	0,3	1
Cycliste	0,6	1	0,6	2
Deux-roues motorisé	1,7	1,05	1,6	5
Voiture	1,8	1,3	1,4	5
Bus de 12 m	7	17	0,3	1,4
à l'heure de pointe	7	50	0,15	0,5
Bus articulé de 18 m	10	23	0,3	1,4
à l'heure de pointe	10	70	0,15	0,5

À partir de ces résultats par mode, la consommation d'espace-temps de circulation de tous les déplacements multimodaux est ensuite aisément calculable.

\* \* \*

Non seulement les voies rapides urbaines contribuent à accroître l'étalement urbain puisque le temps qu'elles permettent de gagner est en fait utilisé pour aller plus loin, argument bien connu, mais elles sont aussi très consommatrices d'espace en elles-mêmes, argument sous-estimé, car la vitesse impose une géométrie des voies généreuse et des dispositifs de sécurité importants. Le guidage et la modération de la vitesse évitent, au contraire, toutes ces difficultés.

## *Chapitre 5. L'offre d'espace de circulation. Excès et pénurie*

Pour appréhender avec précision l'offre d'espace de circulation, il est préférable de s'intéresser d'abord à la largeur d'emprise des voies selon les modes, puis à leur linéaire et enfin à leur superficie. Cette démarche analytique, certes un peu fastidieuse, révèle quelques surprises que masquerait une approche plus directe en terme de superficie.

### *La largeur d'emprise des différents espaces de circulation*

Ces largeurs varient selon les modes de déplacements en fonction de leurs gabarits et de leurs vitesses. Aussi, pour chaque mode, on rappellera d'abord leur gabarit, les dispositions juridiques ou les recommandations pour en tenir compte et enfin les pratiques.

#### *Les trottoirs*

Le gabarit d'un piéton adulte de corpulence moyenne est de 50 cm et celui d'un fauteuil roulant de 70 cm. Pour permettre le croisement sans difficultés des diverses catégories de piétons<sup>1</sup>, le législateur a pris ces dernières années quelques dispositions. Selon le décret du 31 août 1999 « relatif aux prescriptions techniques concernant l'accessibilité aux personnes handicapées de la voirie publique ou privée ouverte à la circulation publique », « La largeur minimale du cheminement doit être de 1,40 mètre hors mobilier urbain ou autre obstacle éventuel : elle peut toutefois être réduite à 1,20 mètre lorsqu'il n'y a aucun mur de part et d'autre du cheminement ». Ces obligations ont été confirmées par la « loi handicap » du 11 février 2005 (loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées).

Mais les trottoirs ne servent pas qu'aux déplacements. Ils doivent pouvoir accueillir bien d'autres usages : les chalands qui s'arrêtent devant les vitrines, les touristes qui flânent, les enfants et leur jeux, des terrasses et des étalages, des plantations et du mobilier urbain (bancs, kiosques, abris bus, poubelles, etc.)... C'est pourquoi, en pratique, chaque fois que les flux de piétons sont importants comme sur les artères des centres-villes ou dans les rues commerçantes, les trottoirs sont souvent bien plus larges qu'1,40 m.

En revanche, il est fréquent qu'ils aient moins d'1,40 de large, faute de place dans les rues étroites où le trafic automobile a été maintenu, à cause de la pression du trafic dans les radiales traversant les faubourgs ou par économie d'espace dans les rues de desserte des quartiers pavillonnaires, anciens comme plus récents. Et il arrive qu'ils soient inexistantes, comme en périphérie et dans les villes à croissance rapide où les aménagements ne suivent pas (villes du Sud, villes balnéaires...).

---

<sup>1</sup> Le CERTU distingue les piétons valides, les piétons valides encombrés (transportant des objets lourds ou volumineux, utilisant une poussette...), les piétons vulnérables (enfants et personnes âgées) et les personnes déficientes (déficients visuels, auditifs, moteurs ou cognitifs).

### *Les aménagements cyclables*

Afin que le cycliste bénéficie d'un « dégagement latéral confortable », le CERTU (2000, p. 36) préconise pour les bandes cyclables, une largeur minimale d'1,50 m hors marquage. La largeur des bandes peut être ponctuellement limitée à 1,20 m faute de place. En pratique, c'est assez souvent cette largeur insuffisante qui est retenue.

Pour les pistes cyclables unidirectionnelles, le CERTU recommande une largeur minimale de 2 m, « pour laisser passer les engins mécaniques nécessaires à l'entretien ». Et pour les pistes cyclables bidirectionnelles une largeur minimale de 2,50 m. En pratique, elles n'ont souvent que 2 m de large, ce qui est peu confortable pour se croiser.

### *Les chaussées*

Les largeurs des files de circulation dépendent des vitesses pratiquées par les véhicules et aussi de la fréquence et du gabarit des poids lourds. Le tableau 21 présente les largeurs les plus souvent utilisées.

Tableau 21. Largeur des files de circulation selon la vitesse limite autorisée

Voirie limitée à	Largeur d'une file de circulation
30 km/h	2,50 m
50 km/h	3,00 m
70 km/h	3,20 m
90, 110, 130 km/h	3,50 m

Sources : divers documents du CERTU.

Les voiries communales, qui sont pour l'essentiel des voies de desserte, ne comportent en général qu'une ou deux files de circulation, soit une chaussée (roulable) avec un gabarit de 3 à 6 m, hors stationnement.

Les voiries départementales comportent presque toujours au moins deux files de circulation (une dans chaque sens) et supportent souvent des poids lourds (bus et camions). Le gabarit de leur chaussée est donc souvent d'au moins 7 m.

Les avenues et boulevards communaux et certaines départementales peuvent comporter, surtout dans les grandes villes, 2 x 2 ou 3 files, soit 12 à 20 m de largeur de chaussée auxquels s'ajoute souvent la largeur d'un terre-plein central séparant les flux.

Le cas des voiries rapides et des échangeurs est plus complexe et mérite quelques développements. Pour autoriser des vitesses élevées en préservant les automobilistes comme les riverains des risques d'accident, il est nécessaire d'isoler la voirie de son environnement. Aussi, outre les files de circulation, l'emprise d'une autoroute ou d'une voie rapide urbaine comprend un terre-plein central, une bande d'arrêt d'urgence, des accotements comportant une partie engazonnée pour dégager la vue, et un fossé indispensable pour le bon écoulement des eaux de pluie, avec parfois des barrières de sécurité, des talus ou des murs de soutènement. De plus, la vitesse impose des carrefours dénivelés (échangeurs et bretelles), tous les un à trois kilomètres en agglomération, qui augmentent encore la largeur moyenne de l'emprise.

Ainsi, selon les données fournies par la mairie de Paris, la superficie du boulevard périphérique est de 100 ha pour 30 km à l'air libre (plus 5 km couverts ou sous des ponts) auxquels s'ajoutent 38 ha d'échangeurs et bretelles pourtant très compacts (plus une partie en souterrain), soit 38 % d'espace supplémentaire nécessaire. La largeur moyenne d'emprise est de 33 m, mais en comptant les échangeurs, elle est de 46 m.

Pour les autoroutes d'Île-de-France et plus généralement en milieu urbain, l'emprise est plus large (environ 36 m), malgré un nombre moyen de voies inférieur, car le terre-plein central,

les bandes d'arrêt d'urgence et les accotements sont plus généreux pour autoriser des vitesses supérieures. Les échangeurs sont un peu plus fréquents en proche périphérie, mais bien plus étalés en grande périphérie : les deux effets se compensent. Pour tenir compte de l'emprise des échangeurs, on peut estimer qu'il faut augmenter la largeur moyenne de l'emprise d'au moins 50 %, soit environ 55 m d'emprise moyenne<sup>1</sup> (voir le tableau 22).

La largeur nécessaire pour qu'un véhicule circule à 130 km/h, n'est donc pas de 3,5 m par file, mais d'environ 9 m par file, soit 2,5 fois plus (comme le chapitre précédent l'a formalisé).

Tableau 22. Largeur d'emprise par file de quelques autoroutes en Île-de-France en tenant compte des échangeurs et bretelles

Voirie rapide	Vitesse limite km/h	Nombre moyen de files par sens	Largeur d'emprise m	Distance moyenne entre échangeurs km	Largeur d'emprise avec échangeurs m	Largeur d'emprise avec échangeurs par file m
Périph. parisien	80	3,75	33,0	1,1	45,5	6,1
A86	90	2,5	31,5	1,6	47,3	9,5
A1 > Roissy	110	3,2	36,4	1,8	54,6	8,5
A3	130	3,2	36,9	1,6	55,4	8,6
A4 > Disneyland	130	4	42,5	2,2	63,8	8,0
A13 > Orgeval	70-110	3	35,5	3,4	53,3	8,9

Sources : pour la fréquence des échangeurs, <http://wikisara.free.fr> ; pour les largeurs moyennes, *Google Earth*.

### *Les giratoires*

Les places et carrefours ont des formes très variées. On n'en tiendra pas compte en considérant que l'emprise des voiries qui s'y croisent suffit à rendre compte de leur consommation d'espace. Les grands giratoires, de diamètre supérieur à 50 m, constituent cependant une exception, tant leur emprise est grande.

Il existe, en effet, divers types de giratoires (CERTU, 1999) :

- les mini-giratoires, dont l'îlot central est franchissable et le diamètre extérieur (qui ne comprend pas les trottoirs) inférieur à 24 m, surtout adaptés aux zones 30 ;
- les petits giratoires, dont le diamètre extérieur est inférieur à 30 m, plus spécialement indiqués en milieu urbain ;
- les giratoires ordinaires, dont le diamètre extérieur se situe entre 30 et 50 m ;
- les grands giratoires, dont le diamètre extérieur va de 50 à 70 m ;
- les giratoires exceptionnels (ou maxi giratoires), dont le diamètre extérieur est supérieur à 70 m, destinés surtout aux carrefours supportant un fort trafic, avec de nombreux poids lourds et ayant un grand nombre de voies d'accès.

### *Les couloirs bus*

Ils sont de plus en plus souvent ouverts aux vélos, même quand ils ne peuvent pas être élargis. Car il est très dangereux et quasi impossible d'imposer aux cyclistes de rouler coincés

<sup>1</sup> Selon Michel Labrousse, adjoint au directeur de la DDE des Yvelines, qui s'exprimait lors du Débat public sur le projet de prolongement de l'A12, le 30 mars 2006 : « la largeur de l'autoroute sera de 33 m tout compris. En outre, un échangeur autoroutier s'inscrit dans un carré de 200 mètres de côté. ». Cela signifie, qu'à raison d'un échangeur probable tous les 2 km, l'autoroute aura 167 m de largeur supplémentaire pendant 200 m tous les 2 km, soit une largeur moyenne supplémentaire de 16,7 m, soit exactement 50 %. Ce qui confirme notre estimation.

entre les bus à droite et les voitures à gauche. Les couloirs bus ont en général une largeur de 3,50 m. Pour faciliter le dépassement des cyclistes par les bus dans les couloirs très fréquentés, il est recommandé d'élargir ces couloirs à 4,20 m (CERTU, 2000) ou même 4,50 m à Paris. Ils sont, en outre, de plus en plus souvent protégés par une bordure ou une banquette de 30 à 50 cm de large.

### *Les voies ferrées*

Les modes guidés utilisent une emprise bien moindre qu'une voirie rapide. On peut considérer qu'une voie ferrée utilise une plateforme de 3,50 m à laquelle s'ajoute des accotements et des quais en station, soit une emprise moyenne de 6 m (Merlin, 1984, p. 78 parvient au même chiffre).

Les bifurcations et les accès à des installations ferroviaires (gares, dépôts, garages, ateliers, triages, embranchements particuliers) peuvent nécessiter des sauts-de-mouton pour éviter des cisaillements entre voies, qui s'inscrivent à peu près dans cette emprise de 12 m.

### *Le linéaire des infrastructures*

Le linéaire brut n'est pas si facile à connaître et il ne prend tout son sens que ramené à la surface urbanisée.

#### *Le linéaire de chaque type d'infrastructure*

L'information est le plus souvent dispersée dans chaque institution en charge d'un type de voirie et il n'est pas simple de la compiler.

- La voirie communale reste souvent à la charge directe des communes, mais elle est de plus en plus prise en charge, en totalité ou en partie, par les groupements de communes (communauté d'agglomération, communauté urbaine ou communauté de communes).
- La voirie départementale a été récemment augmentée par les « routes nationales d'intérêt local » transférées de l'État aux Départements en 2007. Il convient de vérifier que le linéaire en tient compte.
- Les autoroutes et nationales comportent souvent de nombreuses bretelles de raccordement, parfois très longues. Le linéaire ne précise pas toujours si elles sont comprises ou non.

Les SIG des agglomérations recensent le réseau principal de voirie, mais pas forcément tout le réseau secondaire. Et les linéaires disponibles dans les banques de données ne correspondent pas toujours à la réalité du fait notamment de l'existence d'arcs multiples pour décrire une voirie dotée de chaussées séparées ou de contre-allées.

Enfin, seules les voies publiques sont généralement prises en compte, alors que le linéaire de voiries privées peut parfois être non négligeable, comme par exemple à Nantes.

En pratique, ce sont ceux qui ont besoin de ramener certaines données à la longueur de la voirie qui calculent ce linéaire, en particulier les spécialistes de sécurité routière.

Le tableau £ fournit les résultats trouvés pour l'agglomération parisienne, par zone et par type de voirie. On obtient un total de 29 600 km de voiries urbaines en Ile-de-France, dont 5 % à Paris, le 23 % Petite couronne et 72 % en Grande couronne (voir le tableau 23).

Tableau 23. Le linéaire de voirie en zone urbaine en agglomération parisienne (en km)

	75	PC	GC	Agglo.
Voirie communale	1567	5500	19 412	26 444
Voirie départementale*	0	976	1 419	2 395
Voirie nationale*	0	155	133	323
Voirie totale	1567	6631	20 964	29 162
Part dans l'agglo.	5 %	23 %	72 %	100 %

\*NB : en zone urbaine. Le mode de calcul du linéaire de voirie est expliqué en annexe 4.

En ce qui concerne les voies ferrées destinées au trafic voyageur et les lignes de métro, l'information n'existe pas en fonction des seules zones urbanisées, mais il est possible d'en avoir une idée assez précise en la mesurant directement sur plan. Quant aux sites propres pour les transports en commun sur voirie, ils comportent les voies de tramway, les couloirs bus protégés par des bordures et les couloirs bus en sens inverse de la circulation. On constate ainsi, que l'agglomération parisienne comporte au total 1139 km de voies ferrées et autres sites propres en zone urbanisée, avec des parts beaucoup plus fortes que pour la voirie en zone dense (voir le tableau 24).

Tableau 24. Le linéaire de voies ferrées ouvertes au trafic voyageur en zone urbaine en agglomération parisienne (en km)

	75	PC	GC	Agglo.
Voies ferrées (train)	72	284	452	808
Voies de métro	166	44	0	210
Voies de tramway	9	12	0	20,8
Couloirs protégés	61	33	6	100,4
Total	308	373	458	1139
Part dans l'agglo.	27%	33%	40%	100 %

Mode de calcul : le linéaire de chaque ligne de métro, de RER et de Transilien a été mesuré et additionné selon les zones. Ce linéaire comprend les voies du T4 (Bondy - Aulnay) et de la partie du T2 (La Défense - Porte de Versailles) qui sont d'anciennes voies ferrées reconverties. Sources des données pour les voies de tramway et les couloirs bus protégés : Mairie de Paris et RATP. L'information sur ces derniers en banlieue est sans doute incomplète.

### *Le linéaire d'infrastructures selon la surface urbanisée et la densité de population*

Le linéaire de voirie urbaine dépend principalement de la surface urbanisée. Il peut varier cependant du simple au double par hectare urbanisé, selon la qualité du maillage du réseau qui est en général bien meilleure au centre qu'en périphérie.

Ainsi comme l'indique le tableau 25, Paris – où le maillage est ancien et dense – dispose de 165 m de voirie par hectare de surface urbanisée contre seulement 98 m dans les Yvelines (1,7 fois moins). La moyenne est de 128 m en Petite couronne et de 116 m en Grande couronne.

Or, un bon maillage du réseau est essentiel pour favoriser les déplacements des usagers non motorisés, mais aussi des usagers des transports publics dont les déplacements de rabattement sur les stations ou les gares sont très souvent effectués à pied ou à vélo. Car tous ces usagers restent très sensibles à la distance et non seulement au temps<sup>1</sup>. Et un bon maillage raccourcit les trajets et réduit les effets de coupure (Héran, 2011, chapitre 3). Cependant, il faut bien

<sup>1</sup> Il est d'usage aujourd'hui d'insister sur les temps de parcours et de considérer que les distances ne comptent plus. C'est là un raisonnement applicable uniquement aux déplacements exclusivement motorisés, ce qu'oublie souvent de préciser les auteurs.

construire de la voirie pour assurer un minimum de desserte et, à l'inverse, un excès de voirie serait du gaspillage. Aussi les écarts entre les bons et mauvais maillages ne peuvent être démesurés. En résumé, pour desservir un territoire urbanisé, il faut au moins 100 m de voirie par ha et pour bien le desservir, au moins 150 m. C'est tout l'avantage de la grille américaine que de garantir un maillage correct du territoire au fur et à mesure de l'extension urbaine (Trocmé, 1994)<sup>1</sup>.

En revanche, le linéaire de voirie urbaine varie beaucoup plus avec la densité de population, c'est-à-dire en fonction de l'étalement urbain.

Il existe des écarts très importants entre Paris qui n'a besoin que de 0,74 m/hab. et la Seine-et-Marne avec 6,05 m/hab. (soit 8,1 fois plus). La moyenne est de 1,64 m/hab. en Petite couronne et de 4,38 m/hab. en Grande couronne. Ainsi, Paris a 2,2 fois moins de voiries par habitant qu'en Petite couronne et 5,9 fois moins qu'en Grande couronne. En tenant compte des emplois et des visiteurs (touristes...), ces écarts seraient encore plus importants. On comprend mieux pourquoi Paris peut se permettre des aménagements de voirie de qualité.

Tableau 25. Le linéaire de voirie par surface urbanisée et par habitant en zone urbaine en agglomération parisienne

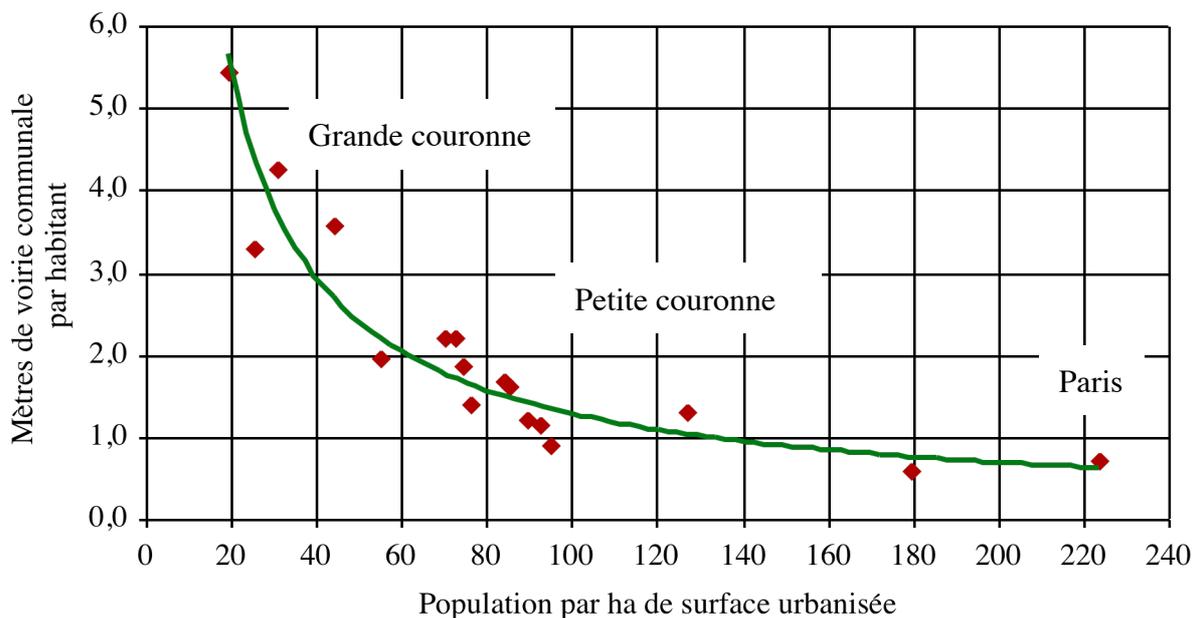
	Unité	75	92	93	94	PC	77	78	91	95	GC	Agglo.
Superficie	km <sup>2</sup>	106	176	236	245	657	5915	2284	1804	1246	11 249	12 013
Surface urbanisée	km <sup>2</sup>	95	150	208	192	550	666	488	408	314	1 876	2 521
Population	milliers	2125	1429	1382	1227	4038	1194	1354	1134	1105	4 787	10 952
Densité à l'espace urb.	hab./ha	224	95	66	64	73	18	28	28	35	26	43
Voirie totale	km	1567	2182	2355	2094	6631	7222	4578	5376	3788	20 964	29 162
– par surface urbanisée	m/ha	165	146	113	109	121	114	98	135	123	116	119
– par habitant	m/hab.	0,74	1,53	1,70	1,71	1,64	6,05	3,38	4,74	3,43	4,38	2,66

La surface urbanisée est fournie par le MOS 2003, la population par le RGP 1999.

Avec quelques rares données sur les linéaires de voirie communale glanées sur les sites officiels des communes ou communautés d'agglomération d'Île-de-France, il est possible de tracer une courbe reliant le linéaire de voirie communale par habitant à la densité à l'espace urbain (voir la figure 10). Le choix des villes est exclusivement lié à la disponibilité des données et n'est donc pas *a priori* lié à cette relation. Les écarts à la courbe obtenue sont remarquablement faibles, ce qui démontre la robustesse de la relation (et la prise en compte de la part urbaine des départementales la renforcerait encore). Pourtant, divers facteurs qui devraient également jouer sont ignorés, comme l'importance des emplois et la présence de zone d'activités, la taille des ménages ou celle des logements. Comme on pouvait s'en douter, la densité est donc un facteur explicatif essentiel de la longueur de la voirie. Cette relation est similaire à la fameuse courbe de Newman et Kenworthy (1989) reliant la consommation annuelle de carburant à la densité urbaine, et l'explique en partie (voir la figure 11).

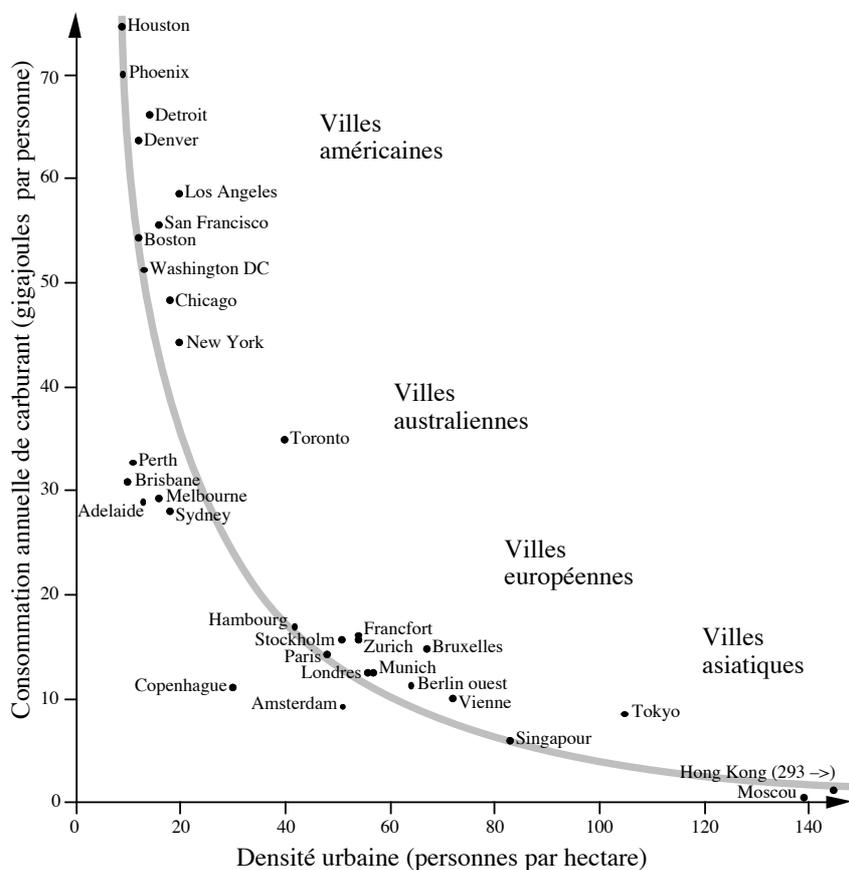
<sup>1</sup> Ainsi, à New York sur l'île de Manhattan, les rues sont espacées de 80 m et les avenues de 290 m, soit une moyenne de 159 m de voirie par ha  $[10\,000 \times (80 + 290) / (80 \times 290)]$  auxquels s'ajoutent Broadway qui traverse la ville en biais et quelques ruelles au cœur de certains îlots.

Figure 10. Le linéaire de voirie communale par habitant selon la densité de population par surface urbanisée dans quelques communes d'Île-de-France



Le détail des données utilisées est fourni en annexe 5.

Figure 11. La consommation de carburants selon la densité urbaine



Source : Newman et Kenworthy (1989).

Pour les voies ferrées et autres sites propres, le linéaire par habitant est finalement très semblable selon les zones, ce qui signifie que l'effort a été finalement assez bien réparti, avec tout de même une petite prime pour Paris. En revanche, le linéaire par surface urbanisée, c'est-à-dire le maillage du réseau, est très supérieur dans la zone centrale qu'en périphérie : 32 m/ha à Paris, contre seulement 7 m/ha en Petite couronne et 2 m/ha en Grande couronne (voir le tableau 26). C'est une façon de plus de montrer que seule la densité permet de justifier et de réaliser un maillage correct des transports publics en site propre.

Tableau 26. Le linéaire de voies ferrées et autres sites propres, par surface urbanisée et par habitant, en zone urbaine de l'agglomération parisienne

	Unité	75	92	93	94	PC	77	78	91	95	GC	Agglo.
Superficie	km <sup>2</sup>	106	176	236	245	657	5915	2284	1804	1246	11 249	12 013
Surface urbanisée	km <sup>2</sup>	95	150	208	192	550	666	488	408	314	1 876	2 521
Population	milliers	2125	1429	1382	1227	4038	1194	1354	1134	1105	4 787	10 952
Densité à l'espace urb.	hab./ha	224	95	66	64	73	18	28	28	35	26	43
Total des sites propres	km	308	111	135	126	373	92	120	135	111	458	1139
- par surface urbanisée	m/ha	32	7	7	7	7	1	2	3	4	2	5
- par habitant	m/hab.	0,14	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,10	0,10	0,10

La surface urbanisée est fournie par le MOS 2003, la population par le RGP 1999.

### *La surface de circulation*

Par multiplication des largeurs moyennes d'infrastructures par la longueur des réseaux, on obtient la surface consacrée à la voirie et aux voies ferrées. Il faut cependant estimer ces largeurs moyennes. Le résultat reste certes un peu fruste, mais il est tout de même plus précis que ce que fournissent actuellement les SIG.

Ainsi, dans le cas de l'agglomération parisienne, les résultats des calculs de superficie révèlent que la voirie au sens strict (c'est-à-dire hors parkings) occupe 336 km<sup>2</sup>, dont les deux tiers en Grande couronne, le quart en Petite couronne et 7 % à Paris. Cet espace viaire est consommé à 79 % par la voirie communale, à 16 % par la voirie départementale urbaine et à 5 % par les voies express et nationales (voir le tableau 27).

Tableau 27. Largeur moyenne et surface d'emprise des voiries (au sens strict)

		Paris	PC	GC	Agglo.
Autoroutes et voies rapides urbaines (pour Paris, BP assimilé à autoroute)	- Longueur km	35	127	90	252
	- Largeur m	46	52	55	
	- Surface km <sup>2</sup>	1,6	6,6	5,0	13,2
Nationales urbaines	- Longueur km	0	28	43	71
	- Largeur m		30	35	
	- Surface km <sup>2</sup>	0	0,8	1,5	2,3
Voirie départementale urbaine (pour Paris ≈ voiries principales)	- Longueur km	240	976	1 419	2 635
	- Largeur m	30	20	20	
	- Surface km <sup>2</sup>	7,2	19,5	28,4	55,1
Voirie communale (pour Paris : autres voiries)	- Longueur km	1 292	5 500	19 412	26 204
	- Largeur m	12,6	10	10	
	- Surface km <sup>2</sup>	16,3	55,0	194,1	265,4
Linéaire total de la voirie urbaine	km	1 567	7 031	20 964	29 562
Surface totale de la voirie urbaine (au sens strict)	km <sup>2</sup>	25	86	229	336
Surface des places de stationnement sur voirie	km <sup>2</sup>	2,0	4,3	6,0	12,3
Part de la voirie dans l'espace urbanisé	%	26	15	12	13
Surface de voirie par habitant	m <sup>2</sup>	12	21	48	31

La part de la voirie (hors parkings) dans l'espace urbanisé s'élève donc à 26 % de la surface de Paris (24 % si on enlève la surface des places de stationnement sur voirie). C'est une valeur plutôt élevée qui s'explique par l'importance des espaces publics dans la capitale, notamment grâce aux nombreuses percées réalisées. Ainsi, il y a deux fois plus de voirie dans l'espace urbanisé à Paris qu'en Grande couronne, car la densité du réseau est 1,4 fois supérieure (voir ci-dessus) et les trottoirs plus larges. Mais la surface de voirie par habitant est 4 fois moindre à Paris qu'en Grande couronne, grâce à une densité 9 fois supérieure.

En ce qui concerne la surface d'emprise des divers sites propres destinés aux transports publics, leur part apparaît en Île-de-France très modeste, grâce à la possibilité de réaliser des infrastructures de transports publics en souterrain en zone dense et grâce aussi au sous-développement des sites propres en proche périphérie (voir le tableau 28). Cependant, de nombreux projets de tramways et de BHNS devraient prochainement être mis en service en Petite couronne.

Tableau 28. Largeur moyenne et surface d'emprise des voies ferrées et autres sites propres

		Paris	PC	GC	Agglo.
Voies ferrées (train) en surface	- Longueur	36	270	446	751
	- Largeur	12	12	12	12
	- Surface	43	324	535	901
Voies de métro en surface	- Longueur	8	7		15
	- Largeur	6	6		6
	- Surface	5	4		9
Voies de tramway en surface	- Longueur	9	12		21
	- Largeur	6	6		6
	- Surface	5	7		12
Couloirs bus protégés	- Longueur	61	33	6	100
	- Largeur	7	7	7	7
	- Surface	43	23	4	70
Linéaire total des voies en site propre	km	114	322	452	888
Surface totale des voies en site propre	ha	96	358	539	993
Part des sites propres dans l'espace urbanisé	%	1,0	0,7	0,3	0,4
Surface de site propre par habitant	m <sup>2</sup>	0,5	0,9	1,1	0,9

#### *La répartition de la voirie selon les modes*

Pour les trottoirs, mis à part Paris qui connaît avec précision leur superficie, on en est réduit, pour le reste de l'Île-de-France, à des hypothèses assez sommaires sur leur largeur moyenne (voir le tableau 29). La superficie totale serait de l'ordre de 76 km<sup>2</sup>. Malgré leurs faibles largeurs, les trottoirs de la Grande couronne représentent les 3/5 de la superficie des trottoirs de la région, grâce à son important linéaire de voiries communales.

Tableau 29. Estimation de la superficie des trottoirs en Île-de-France

	Paris	PC	GC	Agglo.
Nationales urbaines (km)	0	28	43	71
Largeur moyenne des trottoirs (m)		2,5	2,0	
Surface des trottoirs (km <sup>2</sup> )	0	0,14	0,17	0,31
Voirie départementale (km)	0	1168	8 440	9 608
Largeur moyenne des trottoirs (m)	7,4	2,0	2,0	
Surface des trottoirs (km <sup>2</sup> )	3,6	3,9	5,7	13,1
Voirie communale (km)	1292	5400	19 412	26 204
Largeur moyenne des trottoirs (m)	2,5	1,5	1,0	
Surface des trottoirs (km <sup>2</sup> )	6,5	16,5	38,8	61,8
Surface totale des trottoirs (km <sup>2</sup> )	10,0	20,5	44,7	75,2
Répartition selon les zones	13 %	27 %	60 %	100 %

Enfin, la répartition de la voirie selon les modes montre bien le poids des trottoirs à Paris et leur faiblesse en périphérie et inversement pour les chaussées (voir le tableau 30).

Tableau 30. Répartition de la voirie (hors parking) selon les modes

	Paris		PC		GC		Agglo.	
Chaussées (km <sup>2</sup> )	12,4	49%	57,1	70%	178,3	78%	248	74%
Couloirs bus (km <sup>2</sup> )	0,7	3%	?		?		1	0%
Stationnement (km <sup>2</sup> )	1,9	8%	4,3	5%	6,0	3%	12	4%
Trottoirs (km <sup>2</sup> )	10,0	40%	20,5	25%	44,7	19%	75	22%
Total voirie urbaine (km <sup>2</sup> )	25	100%	82	100%	229	100%	336	100%

A noter aussi, la part trois fois plus importante accordée au stationnement sur la voirie à Paris qu'en Grande couronne, à cause à la fois du peu d'espace disponible pour construire des parkings en surface et du coût élevé du stationnement en ouvrage.

\* \* \*

Les résultats de ce chapitre montrent en creux l'incapacité des transports individuels motorisés à desservir correctement les zones denses. Malgré la place dominante que leurs infrastructures occupent, ils ne satisfont qu'une part mineure des déplacements en centre-ville, un résultat bien connu, nous y reviendrons.

Ces résultats masquent aussi une réalité contrastée qui a affleuré à diverses reprises. Il existe en périphérie, un certain excès de voirie liée aux autoroutes urbaines qui, pour permettre des vitesses élevées, sont largement dimensionnées, et en même temps, une insuffisance dans le maillage du réseau viaire, c'est-à-dire à la présence de grands îlots infranchissables, que l'on peut interpréter par un certain manque de voiries intermédiaires et sans doute aussi par un réseau de desserte trop souvent en impasses. A cela s'ajoute une pénurie de trottoirs en proche et grande périphéries.

## *Chapitre 6. Le taux d'occupation des espaces de circulation. Dimensions généreuses*

Pour aborder correctement ce sujet, quelques questions de méthode doivent d'abord être précisées. Puis on montrera que les voiries comme les carrefours sont souvent largement dimensionnées. On notera cependant que le maillage des réseaux est insuffisant en périphérie.

### *Questions de méthode*

Evaluer le taux d'occupation des espaces de circulation est plus compliqué que pour les espaces de stationnement, car les véhicules ne sont plus statiques dans quelque garage ou parking une bonne partie du jour ou de la nuit, mais parcourent plus ou moins vite les réseaux de transport à divers moments de la journée, donc forcément de façon très variable dans le temps comme dans l'espace. Certaines infrastructures sont ainsi saturées à certaines heures et d'autres toujours peu utilisées.

Il faut donc, d'une part, convenir de s'intéresser essentiellement au réseau principal et admettre que le réseau secondaire et les ramifications du réseau de transport public sont nécessairement moins utilisés, mais néanmoins indispensables. Et il est logique, d'autre part, de se focaliser surtout sur les heures de jour pendant lesquelles se concentrent les activités humaines, soit par exemple le créneau de 7 h à 19 h.

Par ailleurs, l'attention se focalise d'ordinaire – et c'est bien normal – sur les problèmes de congestion : voiries saturées, transports collectifs bondés ou pistes cyclables et trottoirs trop étroits aux heures de pointe. Mais, ce genre de parallèle entre modes suppose implicitement que chaque mode contribue également à la congestion. Or il n'en est évidemment rien, tant les consommations d'espace diffèrent selon les modes. Pour absorber la pointe, il convient logiquement de faire appel aux modes les plus économes en espace. Autrement dit, pour des raisons tant urbanistiques qu'économiques, la voirie automobile doit être dimensionnée en fonction de l'heure creuse de jour – et non de l'heure de pointe – et seuls les espaces destinés aux modes alternatifs doivent l'être en fonction de l'heure de pointe (Le Gal *et alii*, 2002).

C'est ce principe qui doit guider une évaluation du taux d'utilisation des espaces de circulation. Il est normal que la voirie soit très utilisée une bonne partie de la journée et que les transports collectifs, les aménagements cyclables et les trottoirs ne soient surtout utilisés qu'aux heures de pointe.

### *De larges voiries*

Dans de nombreux cas qui sont loin d'être marginaux, les voiries en section courante ont une emprise bien trop large pour le trafic écoulé ou les vitesses pratiquées.

### *Les autoroutes urbaines*

Il n'est pas nécessaire que les autoroutes urbaines autorisent des vitesses très élevées au risque de favoriser l'étalement urbain. Dès lors, on peut considérer qu'elles ont à la fois des files de circulation trop larges et des bandes d'arrêt d'urgence qui pourraient servir, par exemple, à des couloirs bus. C'est la démarche entreprise par l'Agence d'urbanisme de la région grenobloise avec ses réflexions sur les « autoroutes apaisées » (AURG, 2009).

Certaines pénétrantes desservant directement des centres-villes ou des antennes autoroutières, embryon de réseau autoroutier jamais terminé, peuvent être transformées en boulevard urbain. C'est le cas, par exemple, de l'A801 (2,3 km) et de l'A811 (3,3 km) à Nantes, ou de l'A103 à Rosny-sous-Bois et de l'A186 (2 km) à Montreuil qui devait desservir Fontenay-sous-Bois et qui est restée inachevée.

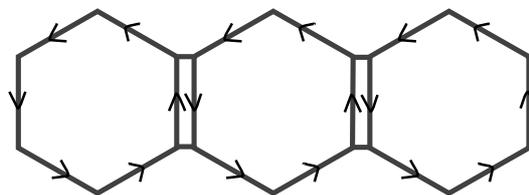
Des autoroutes ou voies rapides situées en centre-ville peuvent même être purement et simplement supprimées au profit d'autres usages que le transport. C'est le sort que devrait subir progressivement les voies sur berges à Paris et qui a déjà été réservé, dès 1974, à l'*Harbor Drive* à Portland remplacé par un parc urbain en bord de rivière, ou en 2003, à une autoroute dans le centre de Séoul, pour restaurer la rivière *Cheonggyecheon*.

### *Les voies dans les quartiers neufs*

Les villes nouvelles et certains quartiers en périphérie ont été aménagés dans les années 50-70 selon les préceptes de la Charte d'Athènes, avec des 4 voies dont beaucoup sont aujourd'hui bien trop larges pour le trafic écoulé. Elles devaient souvent faire partie d'un vaste réseau qui n'a finalement jamais été achevé. Leur réduction à 2 x 1 voie n'a aucune incidence sur la circulation, comme l'a, par exemple, démontré Lorient en réaménageant l'avenue du Général de Gaulle.

Autre exemple : le quartier de HautePierre, créé à l'ouest de Strasbourg dans les années 60-70, est constitué de grosses mailles hexagonales monofonctionnelles d'environ 400 m de diamètre entourées par des avenues à 2 voies à sens unique qui en se longeant sur certains barreaux aboutissent à créer des 2 x 2 voies avec circulation à gauche et vaste terre-plein central pour éviter tout accident... (voir la figure 12). Difficile de trouver plus compliqué et plus consommateur d'espace.

Figure 12. Schéma de principe d'organisation des circulations dans le quartier de HautePierre à Strasbourg



### *Les files de circulation trop larges*

Pour des raisons d'écoulement plus rapide du trafic, certaines villes ont hérité de rues ou de boulevards avec des files de circulation trop larges – de 3,50 m ou plus – pour la limitation actuelle à 50 km/h en milieu urbain, alors que 3 m ou 3,20 m suffisent (voir les dimensions préconisées par le CETUR, 1989).

C'est le cas de Lille dont 3,7 km de boulevards (Montebello, Vauban et Victor Hugo) étaient à 4 voies de 3,50 m de large. En 1995, la ville a revu leur profil en travers en créant

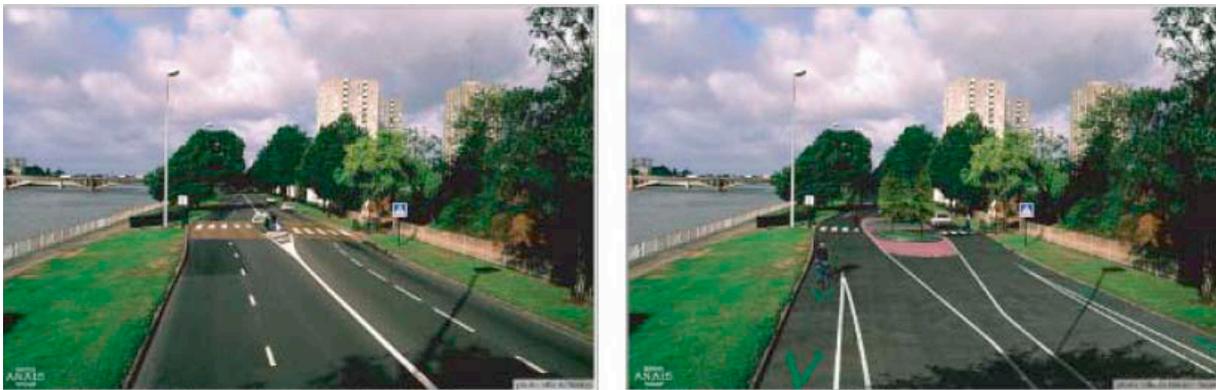
dans chaque sens une bande cyclable d'1,20 m tout à droite, une file automobile de 3 m à droite et une file de gauche de 2,80 m seulement pour éviter les dépassements trop rapides.

### *Les voies à gabarit uniforme*

Il est habituel de considérer que pour écouler correctement la circulation, le profil en travers d'une voirie doit rester uniforme sur tout son profil en long. C'est ce que suggère une gestion du trafic reposant sur une modélisation du réseau en arcs et nœuds où chaque arc a une capacité donnée sur toute sa longueur. En fait, ce sont principalement les franchissements de carrefours qui déterminent la capacité d'écoulement du réseau et non la largeur des voiries. Aussi, pour assurer une bonne circulation, il suffit d'élargir les voies uniquement à proximité des carrefours et non sur tout le profil en long.

Par exemple, il est fréquent d'imposer 2 x 2 files sur tout un boulevard, alors que les parties en section courante, éloignées des carrefours peuvent parfaitement être ramenées à 2 x 1 file. C'est ce qu'a réalisé Nantes sur le boulevard de Sarrebruck. Cet axe écoulait un trafic de 42 000 véhicules par jour dans les deux sens, dont 2200 en entrant, à l'heure de pointe du matin. En 1998, la ville a réduit sa largeur à 2 x 1 voie, sauf à l'approche des carrefours sur 50 m, mais le volume du trafic a été maintenu à 42 000 véhicules par jour dans les deux sens, avec désormais au maximum 1800 véhicules entrant à l'heure de pointe (- 18 %). On constate seulement un étalement de la pointe sur une plage horaire plus large. La vitesse moyenne a été sensiblement réduite de 5 à 15 km/h selon les endroits (données fournies par le District, voir Peroy et Héran, 1999) (voir la figure 13).

Figure 13. Aménagement du boulevard de Sarrebruck à Nantes



Source : Le Gal, 2002.

### *Les rues à sens unique à plusieurs files*

Grâce aux plans de circulation mis en place dans les années 70, la mise en sens unique du maximum de rues et l'équipement des carrefours en feux de signalisation gérés de façon centralisée ont permis d'accroître le trafic tout en facilitant son écoulement. Mais de nombreuses voiries sont désormais trop larges pour écouler le trafic qu'elles supportent et le stationnement en double file y est d'ailleurs souvent toléré parce que non gênant.

Par exemple, jusqu'en juin 2010, la rue Louis Blanc, à Paris 10<sup>e</sup>, était à deux voies en sens unique sur 500 m pour un trafic de seulement 6000 véhicules par jour. Elle a été depuis ramenée à une seule voie à l'occasion de la réalisation d'un double-sens cyclable, sans affecter en rien le trafic.

### *Les rues de desserte à double sens*

À elles seules, les rues de desserte consomment un espace urbain important, car elles représentent couramment plus de 60 % du linéaire de voirie. Dans de nombreuses villes américaines, l'instauration systématique d'un double sens dans ces voies explique, pour l'essentiel, la part très importante occupée par les transports dans ces villes (voir le chapitre 9). Pourtant, les voies de desserte n'écoulent qu'un très faible trafic et il n'est donc pas nécessaire qu'elles soient à double sens pour les voitures.

En revanche, il est indispensable qu'elles le restent pour les cyclistes parce que les détours que leur imposent les sens uniques généralisés ne sont pas négligeables – la distance à parcourir est accrue de 15 à 20 % –, alors qu'ils se déplacent par leur seule force musculaire (Héran, 2011, chapitre 3).

### *De vastes carrefours*

Eux aussi sont souvent trop largement dimensionnés.

#### *Les places vouées au trafic*

Les voitures à chevaux, qui manœuvraient plus difficilement que ne le font aujourd'hui les automobiles, réclamaient un aménagement des places en vastes ronds-points pour permettre un écoulement satisfaisant du trafic. Les lignes de tramway qui se croisaient sur ces places nécessitaient aussi des stations de correspondance sur leurs rives, comme par exemple place de la République à Paris. Eugène Hénard l'explique en détail en 1906 : le « carrefour à giration » a le grand avantage d'« éviter de faire rencontrer à angle droit deux voitures ». Les véhicules hippomobiles et les tramways y circulant lentement (moins de 15 km/h), ces grands espaces ne posaient pas vraiment de difficultés pour les piétons qui n'hésitaient pas à les traverser en biais (voir la figure 14).

Figure 14. Des piétons traversant la place Clichy en 1900



Avec l'essor de l'automobile et la disparition des tramways, ces gabarits généreux, à l'origine justifiés et sans trop de conséquences pour les piétons, ont entraîné des surfaces de chaussée excessives et désormais infranchissables à cause des vitesses mécaniques<sup>1</sup>. Le cas le plus manifeste est sans doute celui de la place de la Concorde à Paris, où ses 8,6 ha sont occupés aux deux tiers par les chaussées, avec 10 files de circulation (non marquées) tournant

<sup>1</sup> Les problèmes de traversée commencent déjà avec la montée du trafic hippomobile et Hénard propose dès 1906 des passages souterrains pour les piétons sous les places (Hénard, 1982. Voir aussi Alonzo, chapitre 6).

autour de l'obélisque. Parfois, les contraintes du trafic automobile ont encore accru les chaussées au détriment des trottoirs. C'est le cas par exemple pour la traversée centrale de la place de la République à Paris qui n'existait pas à l'origine. Et souvent, le stationnement a conquis les espaces centraux et latéraux.

Il n'est donc pas étonnant que les projets de réaménagement des grandes places parviennent à y maintenir le trafic tout en réduisant l'espace dévolu à l'automobile de 20 à 50 % et parfois plus.

À Paris, les projets se multiplient. À trafic égal, la surface de chaussée de la place Léon Blum dans le 11<sup>e</sup> a été réduite en 2007 d'environ 20 %, celle de la place de Clichy en 2010 également de 20 %, celle de la place de la République en 2012 de 40 % et, selon certains projets, celle de la place de la Bastille comme celle de la place du Colonel Fabien pourraient être réduites d'environ 30 %... Quant à la place de la Concorde, il est probable qu'une réduction des 2/3 de la surface de la chaussée ne nuirait en rien au trafic : en 2000, un projet du maire de Paris de l'époque (Jean Tibéri) prévoyait de réduire de 80 % l'espace consacré à la circulation en ne réduisant le trafic que de 20 %.

### *Les maxi giratoires*

Ils sont en principe construits pour écouler un important trafic et faciliter les mouvements tournants des poids lourds. Mais ils ont parfois acquis des tailles démesurées, bien au-delà des besoins manifestes : plus de 90 m de diamètre extérieur, plus d'1 ha d'emprise.

Le carrefour Jean Moulin au nord de Chilly-Mazarin (91), construit récemment à proximité d'une zone industrielle, est un maxi giratoire de 102,50 m de diamètre extérieur, avec 4 branches et 3 files de circulation. Il représente, avec les accotements, une emprise d'1,3 ha. Sur la D 310 à Grigny (91), trois maxi giratoires successifs, à 4 branches et seulement 2 files, font plus de 95 m de diamètre. Autour de Disneyland Paris (77), six immenses giratoires de plus de 95 m de diamètre accueillent les visiteurs. Le plus grand, au sud du centre commercial du Val d'Europe, a 125 m de diamètre extérieur et 4 branches, soit une superficie avec les accotements de 1,8 ha. Sans doute sont-ils destinés à marquer symboliquement l'entrée dans le domaine, mais c'est aussi une manière de signifier que les visiteurs motorisés sont particulièrement bienvenus. Le rond-point ovale à 5 branches Amédée Gordini<sup>1</sup> de 120 m x 150 m à la sortie de l'A6 vers Viry-Châtillon détient sans doute le record en banlieue. À Paris, les trois giratoires des portes d'Aubervilliers, de la Villette et de Montreuil ont environ 150 m de diamètre mais comportent chacun 8 branches.

L'espace central des maxi giratoires n'est guère utilisable, car difficile et coûteux à rendre accessible et surtout très bruyant. Les parcs parfois aménagés en leur centre sont peu agréables et souvent déserts. Au cœur de l'extension de Barcelone réalisée par Cerdà, la place des Gloires catalanes – un immense giratoire de 240 m de diamètre extérieur – est notamment célèbre pour son parc aménagé en son centre par l'architecte Arriola en 1992, mais l'auto-pont qui l'entoure et le surplombe reste source de nuisances<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Un nom tout désigné pour cet anneau de vitesse, Amédée Gordini étant un célèbre constructeur de voitures de course dans les années 50...

<sup>2</sup> L'urbaniste Éric Alonso, grand spécialiste des ronds-points, considère pourtant à propos de ce giratoire que « L'infrastructure tend vers une forme de congestion programmatique qui parvient à concilier la tranquillité d'une halte paysagère au cœur d'un puissant tourbillon circulatoire. » (2005, p. 154) Un jugement qui paraît bien optimiste...

### *Les échangeurs*

Enfin, certains échangeurs sont bien peu économes en espace, surtout en grande périphérie où il est moins coûteux d'acheter du terrain que de réaliser des ouvrages sophistiqués. On reste ainsi stupéfait de constater que l'échangeur à trois branches entre l'A5a et la Francilienne, situé à l'ouest de Lieusaint au sud-est de Paris et construit en 1995, a nécessité pas moins de 23 ha de terres agricoles.

Même en zone dense, où les échangeurs sont tout de même beaucoup plus compacts, des efforts restent à faire. Celui de l'arrivée de l'A1 sur le boulevard périphérique n'occupe que 9 ha (l'équivalent tout de même de l'île Saint-Louis). Son réaménagement et son enfouissement partiel est prévu à l'occasion des projets d'urbanisation du secteur et il devrait perdre à cette occasion 2 ou 3 ha.

### *Une expansion autoentretenu*

L'extension du réseau viaire attire un trafic automobile qui en retour pousse à étendre encore le réseau. Ce cercle vicieux ou vertueux, selon le point de vue, a souvent été souligné. Il suppose d'admettre qu'il existe un trafic induit par les infrastructures de transport, c'est-à-dire que la demande n'est pas totalement exogène.

Dès les années 60, le lobby des travaux publics américains remarquait le cercle vertueux de l'asphalte : plus de routes permet d'augmenter le trafic et donc les revenus des États qui en retour peuvent réaliser plus de routes. Mais il faut attendre la table ronde de la Conférence européenne des ministres des transports de 1998, qui demande cette année-là à des chercheurs de renom de plancher sur ce sujet, pour qu'il soit pleinement reconnu (CEMT, 1998 et notamment la présentation de Phil Goodwin). C'est que l'affaire dérange. La portée des modèles de prévision du trafic en quatre étapes, pierre angulaire de l'économie des transports, s'en trouvent singulièrement limitée. À quoi sert de développer des modèles sophistiqués si de toutes façons la voirie risque d'être rapidement saturée par le trafic induit ?

Une distinction préalable s'impose entre trafic généré et trafic induit (Litman, 2011). Les modèles de trafic évaluent le trafic généré par l'augmentation de capacité des infrastructures ou la vitesse accrue qu'elles autorisent : les usagers peuvent être tentés de changer de trajet, de mode, de destination ou de fréquence de déplacement. Le trafic induit concerne, en revanche, un accroissement de la mobilité (fréquence et portée des déplacements) liée à de meilleures infrastructures, sans qu'il y ait de report de trafic. Pour cela, il faut admettre que l'évaluation de la demande ne se résume pas à une analyse comparative du coût généralisé des déplacements, mais qu'entrent en ligne de compte bien d'autres paramètres et, en particulier, le signal que donne des voiries sans cesse améliorées à la population en la confortant dans l'idée que se déplacer en voiture est devenue une norme incontournable.

Le cas du vélo permet d'illustrer cette question. Le critère du coût généralisé devrait amener les citoyens à l'utiliser massivement, puisque c'est en général le mode le plus rapide en zone dense. Le critère de confort est peut-être pénalisant, mais c'est aussi un mode qui permet de se maintenir en forme, les deux aspects se compensent. Et le critère du risque ne semble pas non plus décisif, puisque le risque objectif est assez faible et que la plupart des dangers sont maîtrisables (angle mort des poids lourds et ouverture intempestive de portière). Bref, la pratique du vélo reste en partie une question d'image et de norme sociale.

### *Mais un maillage insuffisant des réseaux de transport en périphérie*

Les considérations précédentes ne signifient pas cependant que l'espace viaire est partout abondant. En périphérie, le maillage du réseau de voiries est nettement insuffisant.

En proche couronne parisienne, comme en général dans les grandes villes, les voies radiales dominent et il n'existe pas suffisamment de voies en rocade. Et les quelques rocades existantes font souvent des baïonnettes empruntant un bout de radiale. C'est même le cas des autoroutes, telles que l'A86 qui emprunte une partie de l'A4 à l'est de Paris. Il est en effet difficile de rajouter des rocades dans un tissu urbain existant qui s'est développé à l'origine le long des radiales.

En grande couronne parisienne, comme là encore dans la plupart des autres grandes villes, ce sont surtout les voies intermédiaires qui manquent pour passer des voies rapides aux voies de desserte (Wiel, 2007, p. 97). Cette situation s'explique par l'absence d'institutions capables et désireuses de prendre en charge les voiries intermédiaires. Ces voies semblent de peu d'utilité puisqu'elles ne desservent pas directement les équipements et les logements et ne permettent pas non plus des déplacements rapides. Elles constituent pourtant des voies structurantes majeures, constitutives de l'urbanité parce que conciliant circulation et vie locale.

Ce diagnostic s'avère tout aussi valable pour les transports publics. Les lignes en rocades sont trop peu nombreuses et les solutions intermédiaires entre les transports lourds (de type train ou métro) et le bus trop peu développées, d'où le développement des tramway et plus récemment des lignes de BHNS.

\* \* \*

En résumé, on peut estimer grossièrement qu'à niveau de trafic donné, les espaces de circulation accordés à l'automobile sont aujourd'hui surdimensionnés d'environ 10 à 30 % dans le centre où pourtant l'espace est jugé particulièrement rare, et dans une proportion au moins aussi grande en périphérie. De nombreuses villes (dont Paris) en ont pris conscience et se sont lancées dans une reconquête de ces espaces en les réaménageant et en profitant souvent de l'occasion, il est vrai, pour réduire en outre le trafic (Le Gal et alii, 2002). Il faudra des décennies pour y parvenir.

En périphérie, toutefois, il manque des rocades et des voies intermédiaires pour mailler correctement le territoire et éviter trop de détours (Héran, 2009).

## *Chapitre 7. Les raisons des espaces automobiles surdimensionnés*

Les chapitres 3 et 6 ont révélé un phénomène inquiétant et pourtant peu analysé : l'importance des espaces accordés à l'automobile au regard de ses besoins actuels, et donc l'existence d'un gaspillage conséquent, constat très éloigné de la saturation de certains espaces qui focalise habituellement l'attention. Il ne s'agit pas ici de nier l'existence de lieux congestionnés mais de relativiser ce problème en changeant complètement de perspective. Il ne s'agit pas non plus, pour l'instant, de considérer qu'il existe un certain excès de trafic automobile en milieu urbain. L'objectif est seulement de dégager les multiples raisons de ce gaspillage, raisons qui n'ont été jusqu'ici que brièvement évoquées et qu'il est maintenant intéressant de détailler. La plupart d'entre elles concernent à la fois les espaces de stationnement et de circulation.

### *Une insuffisance de régulation par les prix*

Pour un économiste, l'absence de tarification de la consommation d'espace conduit inévitablement à des dysfonctionnements graves dans l'ajustement entre l'offre et la demande.

En l'absence de toute régulation, la situation ne peut que dériver vers des aménagements pléthoriques et sous-utilisés. Si l'espace est gratuit et non limité, la demande s'accroît indéfiniment au gré du trafic induit par l'augmentation de l'offre. Cette fuite en avant qui tourne au cercle vicieux est aujourd'hui bien documentée. Elle joue, on l'a vu, pour la voirie comme pour les parkings et cela y compris pour le stationnement au domicile, ce dernier point n'étant pas encore tout à fait admis.

En cas de régulation uniquement par les quantités et non par les prix, on sait, depuis au moins les travaux du prix Nobel William Vickrey dans les années 50, qu'apparaissent divers effets pervers. La régulation par les quantités concerne notamment la limitation des espaces viaires, des places de parkings ou de leur utilisation dans le temps, ou encore l'attribution d'autorisation à certains professionnels. Elle peut, en effet, aboutir à compliquer les déplacements de ceux qui ont le plus besoin de leur voiture ou à sanctionner des dépassements horaires involontaires (Vickrey, 1996, p. 250). Au contraire, une tarification au coût marginal bien pensée, avec des tarifs de stationnement ou un péage modulés selon le taux d'utilisation des espaces, limite la congestion des places de stationnement comme de la voirie, optimise l'utilisation des espaces délaissés, comme les parkings souterrains, tout en libérant des espaces reconvertis à d'autres usages. Ces questions seront étudiées en détail dans une partie consacrée aux solutions.

Mais ce manque de régulation par les prix ne suffit pas à expliquer toutes les difficultés d'ajustement, loin s'en faut, car bien d'autres facteurs interfèrent, peu sensibles à une telle régulation.

### ***Une forte spécialisation des espaces***

Quand un espace est réservé à un mode particulier, il n'est pas toujours utilisé au mieux, surtout pour les modes de déplacement peu développés ou en développement. C'est souvent le cas des pistes cyclables, de certains couloirs bus, des trottoirs et chaussées séparés dans les voies de desserte, des parcs vélos et deux-roues motorisés différents... Ces aménagements paraissent déserts ou sous-utilisés et les habitants, comme les élus s'interrogent alors sur leur pertinence.

De même, quand un espace est réservé à un usage particulier, il n'est presque jamais utilisé en permanence. C'est le cas, par exemple, des parkings des centres commerciaux bien remplis surtout les samedis après-midi, des parkings des employeurs occupés seulement en journée et les jours ouvrables, des parkings des établissements scolaires délaissés en période de vacances, des voies d'accès à des équipements particuliers ou de certaines radiales dimensionnées pour les départs en week-end, etc.

De plus, la gestion privée pour compte propre ou pour compte d'autrui tend à attribuer les places à des particuliers ou à des groupes pour un usage spécifique. qu'il s'agisse d'un garage au domicile ou de places de stationnement amodiées à un employeur dans un parc en ouvrage. Ces places sont dès lors assez peu utilisées, sauf au domicile où les voitures restent 60 % de leur temps. L'intervention publique dans la gestion des places de stationnement permet, au contraire on le verra, de les banaliser et de les foisonner, comme c'est le cas pour les places de stationnement sur voirie.

La spécialisation est certainement une raison majeure de la sous-utilisation des espaces, même si elle est parfois inévitable.

### ***Des capacités conçues pour les périodes de pointe***

Les modes économes en espace sont, par définition, bien adaptés aux périodes de pointe : un afflux de piétons, de cyclistes ou de voyageurs peut être absorbé sans trop de difficultés. À l'inverse, pour la voiture très consommatrice d'espace, le dimensionnement des aménagements en fonction de ces périodes entraîne d'importants gaspillages.

En ce qui concerne le stationnement, les parkings de la grande distribution sont conçus pour les périodes d'afflux maximal des clients : le samedi après-midi pour les grandes surfaces alimentaires, les quelques week-ends avant Noël pour les centres commerciaux, les week-ends de printemps pour les jardineries, les mois de mai à juillet pour les grandes surfaces de bricolage, le dimanche pour les grandes surfaces d'ameublement, etc. Idem pour les parkings des employeurs souvent dimensionnés pour l'ensemble des salariés et des visiteurs même s'ils ne sont pratiquement jamais là en même temps.

En ce qui concerne les espaces de circulation conçus pour l'automobile, ils sont adaptés pour l'essentiel aux heures de pointe du matin et du soir et aux heures de départ et de retour des week-ends et des vacances. L'étalement de l'heure de pointe est, certes, l'expression d'une congestion croissante, mais c'est aussi le signe d'une meilleure utilisation des capacités viaires.

### ***Un traitement local sans vision globale suffisante***

La course à l'augmentation des espaces dévolus à l'automobile a conduit à une offre mal répartie sur le territoire. Dans les années d'après-guerre et jusque dans les années 80, toutes les occasions étaient bonnes pour accroître les capacités d'écoulement du trafic et les parkings.

Chaque fois que possible, les voiries et les places ont été élargies, les immeubles alignés, les trottoirs rognés, des plantations parfois supprimées..., mais pour diverses raisons – manque de financements, résistance d’associations de riverains... – bien des projets n’ont pas complètement abouti laissant des goulots d’étranglement. De nombreux espaces en amont ou en aval de ces goulots sont donc aujourd’hui surdimensionnés. Dans l’espoir qu’un jour les projets se concrétisent, les ingénieurs trafic justifient ces espaces en parlant de la nécessité de stocker les véhicules en cas de congestion. L’argument ne tient guère, car cette voirie excédentaire contribue aussi à attirer les véhicules (trafic induit).

Dans le domaine du stationnement, la situation est encore pire car des normes minimales ont été fixées pour chaque type d’immeuble (habitations, bureaux, commerces, établissements d’enseignement, hôpitaux, etc.) avec une adaptation très sommaire au contexte local et aux évolutions de la demande (voir le chapitre 2). Le principe sous-jacent est d’assurer en toutes circonstances un stationnement au plus près du lieu de destination. Dans une maison individuelle, le garage doit jouxter la cuisine, pour éviter tout transport excessif de charges lourdes. Dans un immeuble, un ascenseur doit permettre de passer directement du parking aux étages. Dans un centre commercial, le parking, qu’il soit en surface, sur le toit ou en souterrain, doit être situé au plus près de l’entrée. Dans une ville, les parkings publics doivent minimiser les distances à pied : pas plus de 100 m dans les villes de moins de 50 000 habitants, de 150 m dans les villes de 100 000 à 250 000 habitants, de 250 m dans les villes de plus de 250 000 habitants, selon Baker et Funaro (1958, p. 103).

Résultat : certains parkings sont saturés, alors que d’autres bien plus nombreux et parfois tout proches sont sous-utilisés. C’est le cas, par exemple, sur le campus de Lille 1 à Ville-neuve d’Ascq, une ville nouvelle en périphérie de Lille : les places de stationnement y sont en nombre largement suffisant, mais chaque automobiliste se plaint pourtant de ne pas disposer d’une place devant le bâtiment où il travaille.

Enfin, l’ajustement entre les offres de stationnement et de circulation pose lui aussi des difficultés : il n’est pas rare que les parkings soient largement suffisants mais peu accessibles faute d’une voirie bien dimensionnée ou plus rarement qu’il soit facile d’accéder en un lieu mais difficile d’y stationner.

### *Une compétition pour offrir un maximum d’espace*

Il ne faut pas négliger non plus la compétition que se livrent les divers acteurs de la ville pour améliorer l’accessibilité de leurs équipements ou de leurs territoires. Les promoteurs vont au-delà des normes en places de stationnement exigées par les PLU pour attirer les sociétés de services. Les centres commerciaux rivalisent dans la construction de vastes parkings pour séduire les clients assurés de trouver une place et le moindre supermarché n’est pas en reste (« No parking, no business ! », pensent-ils). Les communes elles-mêmes améliorent les voies d’accès à leur centre-ville ou à tel équipement pour soigner leur attractivité. Et les agglomérations cherchent toutes à réaliser de grandes infrastructures de transport pour désenclaver leur territoire. Et tous espèrent générer ainsi de la richesse.

Ces effets économiques des infrastructures de transport sont un mythe expliquent plusieurs auteurs (Plassard, 1977 ; Offner, 1993 ; Crozet, 2011). Car, c’est en fait largement un jeu à somme nulle : certes, certains territoires mieux desservis attirent plus de richesses, mais au détriment d’autres territoires qui en perdent. De même, les nouveaux moyens de transport plus performants dévalorisent les autres qui se retrouvent sous-utilisés.

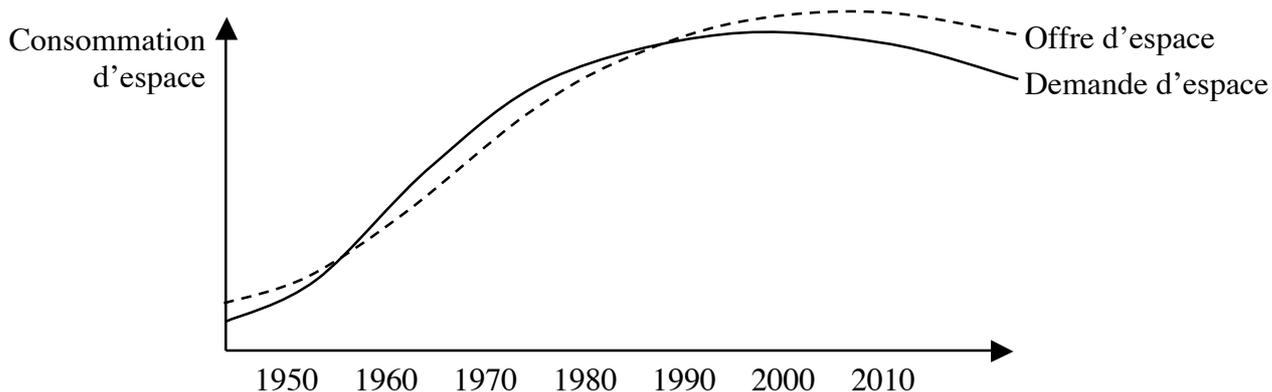
La création de larges espaces de mobilité peut aussi relever tout simplement d’une politique de prestige. Comment expliquer autrement, par exemple, les six immenses giratoires de plus

de 95 m de diamètre, déjà cités, qui accueillent les visiteurs du site de Disneyland à Marne-la-Vallée ?

### ***Des erreurs dans l'ajustement de l'offre à la demande***

Dans les années 50-70, l'évolution très rapide du parc automobile et de son usage a entraîné une forte demande d'espace de circulation et de stationnement. L'offre d'espace a d'abord eu quelques difficultés à suivre provoquant une congestion accrue. Puis elle s'est efforcée d'y répondre dans l'urgence, de façon pas toujours très rationnelle : tout était bon pour faire place au symbole de la modernité qu'était la voiture. Dans les années 60 où l'on imaginait couramment un doublement de la population urbaine à l'horizon 2000, il était fortement recommandé de prévoir grand : « Il faut à tout prix éviter de faire preuve de malthusianisme dans l'approche des problèmes de conception des réseaux de voirie rapide urbaine. », affirmait, par exemple, Jean Poulit, chef de la section urbaine du SETRA, en 1971 (p. 61). Avec le ralentissement de la croissance de la demande, l'amélioration de l'offre s'est poursuivie pendant quelques années, tant l'inertie des projets est forte, et a peu à peu réduit le phénomène. Mais la ville a hérité d'espaces surdimensionnés peu cohérents (voir la figure 15).

Figure 15. Schéma de l'évolution de l'ajustement progressif de l'offre à la demande



Ainsi, les premiers parcs relais d'Île-de-France, presque tous en ouvrage, inaugurés au début des années 70, étaient gigantesques, mais « mal intégrés dans leur environnement, de capacité trop élevée, souvent trop proches du centre de l'agglomération » (Peyron, 2009, p. 32) Par exemple, en 1971, à l'occasion du prolongement de la ligne 3 du métro de Paris jusqu'à la station Gallieni à Bagnolet, un parc de 2300 places est construit, mais dès 1973, il se révèle finalement peu utilisé, car situé en aval de la congestion et trop éloigné du métro et de la station d'autobus (*ibid.*).

### ***Divers blocages pour requalifier les espaces excédentaires***

Tous ces espaces surdimensionnés attendent souvent indéfiniment d'être requalifiés. C'est d'abord parfois impossible. La suppression d'un parking souterrain n'est pas techniquement faisable et on se contente de condamner les étages inférieurs, comme c'est le cas du plus grand des parkings de La Défense : le PA-PB. Elle n'est pas toujours non plus économiquement réalisable et on se contente de le recouvrir de terre, comme c'est le cas du parking jamais terminé situé sous le jardin Villemin dans le 10<sup>e</sup> arrondissement de Paris.

C'est ensuite presque toujours un manque de moyens financiers. Il est généralement plus facile de trouver de l'argent pour innover que pour améliorer l'existant. Dans l'agglomération

lilloise, par exemple, la création de la voie rapide urbaine Lille-Roubaix-Tourcoing, dans les années 90, a pu être financée sans trop de difficultés, mais la réhabilitation du Grand Boulevard qui lui est parallèle et qui a été transformé en voie rapide au cours des années 70 avec la création de carrefours dénivelés, n'est toujours pas financée.

Toutefois, le principal blocage provient surtout de la difficulté d'accepter de défaire ce qui a été réalisé quelques décennies plus tôt. Il faut attendre que les équipes changent, tant les responsables politiques que techniques, pour qu'un tel changement soit accepté. C'est sans doute le problème principal dans le cas de la réhabilitation du Grand Boulevard reliant Lille, Roubaix et Tourcoing.

\* \* \*

L'existence d'espaces de circulation et de stationnement surdimensionnés ne fait aucun doute. Certes, l'appréciation globale de cet excès est bien difficile et des études au cas par cas s'imposent. Cela signifie malgré tout qu'il est possible, dans une certaine mesure, de réduire ces espaces pour les affecter à d'autres usages, sans limiter en rien les capacités utiles de la voirie ou des parkings. Ce résultat est essentiel, car il prouve qu'il n'existe pas seulement un problème de gestion optimale des espaces viaires mais aussi d'affectation de ces espaces.

Si la régulation par les prix apporte, on le verra, d'importants bénéfices et peut même contribuer à libérer des espaces de l'emprise automobile, elle ne peut pas se substituer à une réflexion d'ensemble sur le partage des espaces publics selon les modes et les usages.

## *Chapitre 8. Le coût de la consommation d'espace par les transports en milieu urbain*

Ce n'est pas parce que les espaces de circulation et de stationnement sont le plus souvent gratuits qu'ils ne coûtent rien ! Leur coût n'est cependant pas toujours bien connu, car ils comportent une triple dimension : 1/ un coût initial d'investissement à peu près cerné, mais parfois intégré dans une opération plus vaste et difficile alors à isoler, 2/ un coût d'exploitation très variable, souvent supporté par d'autres financeurs, et 3/ le coût du terrain, c'est-à-dire de l'espace public urbain proprement dit, fort différent selon les zones.

Le but de ce chapitre n'est pas de proposer des données précises et définitives sur le coût de la consommation d'espace par les transports, mais de fournir des ordres de grandeur suffisants pour les utilisations ultérieures qui en seront faites, grâce à une synthèse des études existantes sur le sujet. Le cas du coût des terrains réclame des réflexions particulières.

### *Les coûts d'investissement et d'exploitation des parkings*

On distinguera trois types de parc : au sol, en élévation et en souterrain.

#### *Les coûts d'investissement*

Pour les parcs de stationnement au sol, ces coûts par place peuvent déjà varier du simple au triple, selon l'importance des terrassements et des travaux d'assainissement, du type de revêtement choisi, de l'existence ou non de clôtures ou de plantations.

Pour les parcs en élévation, les coûts d'investissement dépendent beaucoup des techniques de construction utilisées : simple structure métallique d'un étage ou structure en béton pour plusieurs étages..., mais aussi du système de rampes et de la qualité architecturale du bâtiment (Henley, 2007).

Pour les parcs souterrains, les coûts d'investissement dépendent essentiellement des terrassements, du système de ventilation et des postes d'incendie. Il existe de grandes différences entre les coûts des parcs souterrains, selon la nature des terrains (type de matériaux, présence d'une nappe phréatique...), l'importance des réseaux à déplacer, l'exiguïté des lieux (comme pour les parcs situés sous des artères) ou les facilités d'accès au chantier. Entre les parcs privés et public, les coûts sont eux-mêmes très variables, car les services rendus ne sont pas les mêmes : « le parc public réalisé par la collectivité ou ses concessionnaires est ouvert à tous les usagers, il comprend un système de surveillance et un système de facturation. Il prend en charge dans son coût des aménagements divers, qu'il s'agisse d'équipements publics, d'aménagements de voirie ou de places en surface. » expliquent Jean-Roland Barthélémy *et alii* (2001, p. 25).

Ces coûts d'investissement peuvent être ramenés à un coût annuel d'amortissement en tenant compte de leur durée de vie et du taux d'intérêt du marché. La durée de vie dépend cependant beaucoup de la qualité de l'entretien. Par exemple, sans entretien, le revêtement d'un parc au sol peut rapidement se dégrader sous l'effet des intempéries. C'est le cas de

nombreux parcs relais gratuits en grande périphérie d'Île-de-France : « En l'absence de recettes, les investissements de régénération ne sont pas réalisés et la durée de vie des équipements s'en trouve considérablement diminuée. » (Peyron, 2009, p. 35) La durée de vie peut ainsi varier de 20 à 50 ans, en retenant éventuellement une valeur résiduelle.

Pour le calcul des coûts d'amortissement, on retiendra une durée de vie de 50 ans, sans valeur résiduelle, avec un taux d'intérêt annuel de 4 %.

### *Les dépenses d'exploitation*

Elles comprennent de nombreux postes et varient fortement selon les parcs publics et privés et notamment selon le niveau de surveillance. Car les frais de personnel varient en fonction de l'amplitude des périodes d'ouverture (en journée ou 24 h sur 24, les jours ouvrables ou toute l'année...) et constituent, en général, l'essentiel des charges. Les frais d'entretien (nettoyage, travaux de réfection...) et d'énergie (éclairage, eau, ventilation, pompage...) ne sont pas négligeables surtout pour les parcs souterrains. À cela s'ajoutent encore les frais généraux (administration...), les frais d'assurance et les impôts (charges foncières) et taxes (TVA sur les éventuelles recettes qui sont très variables selon les tarifs pratiqués et le taux d'occupation).

### *Synthèse*

À partir de sources différentes, deux auteurs proposent des tableaux de synthèse des coûts d'investissement et d'exploitation des parkings : Jean-Roland Barthélémy en s'appuyant sur des données issues d'entretiens avec des gestionnaires de parkings de six villes françaises (voir le tableau 31) et le STP à l'issue d'une enquête sur les parcs relais en Île-de-France (voir le tableau 32). Leurs résultats se révèlent assez proches.

Tableau 31. Coût des parkings résidentiels publics et privés (en 1999)

	Coût d'investissement par place		Coûts de gestion par place	
	En F 1999	En € 2012	En F 1999	En € 2012
Parking public en surface avec espace vert	20 600	≈ 4 000	gratuit 120 à 300	≈ 40
			payant 3 000 à 3 500	≈ 650
Parking privé en surface	11 000 à 25 000	≈ 3 000	500	≈ 100
Parking public en souterrain	70 000 à 110 000	≈ 18 000	3 000 à 5 000	≈ 800
Parking privé en souterrain	40 000 à 70 000	≈ 11 000	1000	≈ 200

Source des données : Barthélémy, 2001, p. 114. Nous avons ajouté les conversions en Euros.

Tableau 32. Coût d'investissement et d'exploitation d'un parc relais en Île-de-France, au 1<sup>er</sup> janvier 1999

Configuration du parc	Coût d'investissement par place hors taxes et charges foncières		Coûts d'exploitation par place hors impôts et taxes	
	En F 1999	En € 2012	En F 1999	En € 2012
Parc au sol	10 000 à 15 000	≈ 2 500	200 à 400	≈ 60
Parc en élévation	40 000 à 60 000	≈ 10 000	2 000 à 4 000	≈ 600
Parc en souterrain	70 000 à 150 000	≈ 22 000	3 000 à 5 000	≈ 800

Source : STP, 1999, pp. 20 et 25. Nous avons ajouté les conversions en Euros.

Le coût des parcs relais a également fait l'objet de nombreuses études en province, dont les résultats concordent avec ceux du STIF en étant plutôt supérieur, compte tenu de leur taille souvent plus petite (Frenay, 2001 ; Le Gac, 2007...).

On peut ajouter à ces synthèses, quelques exemples qui montrent que les coûts peuvent être encore bien plus élevés, dès que des contraintes particulières s'ajoutent. En Rhône-Alpes, les parcs relais à proximité des gares TER ont des coûts d'investissement plus proches de 5000 € la place, car ils sont de petite taille (source : Nicolas Mercat, responsable des études à Indiggo-Altermodal). Le Grand Lyon estime quant à lui que « La construction d'une place de parking public en sous-sol coûte entre 33 000 et 40 000 € ! » (2005, p. 7), à cause principalement de la nature alluviale des terrains gorgés d'eau.

Le tableau 33 résume les ordres de grandeur retenus pour le coût des parcs de stationnement. Ainsi, entre un parc au sol et un parc souterrain public, les coûts d'investissement peuvent varier du simple au décuple. Un parc souterrain public coûte lui-même presque deux fois plus cher qu'un parc privé ou qu'un parc en élévation. Et il apparaît que l'investissement dans une place de stationnement en ouvrage coûte autant que le coût d'achat du véhicule lui-même (comme le remarque Shoup), mais avec tout de même une durée de vie trois fois plus longue (ce qu'il oublie de préciser). En tenant compte d'un taux d'occupation idéal de 90 %, soit 7900 heures par an, on obtient un coût minimum du m<sup>2</sup>.h.

Tableau 33. Ordre de grandeur du coût des parcs de stationnement, hors terrain, par place, en € HT 2012

	Coût d'investissement initial	Coût d'amortissement annuel (4 % sur 30 ans)	Coût d'exploitation annuel	Coût total annuel	Surface d'1 place (m <sup>2</sup> )	Nombre d'heures par an (h)	Coût du m <sup>2</sup> .h (en c€)
Parc au sol	2 500	145	50	200	25	7 900	0,10
Parc en élévation	12 000	694	700	1400	25	7 900	0,71
Parc souterrain privé	12 000	694	220	900	25	7 900	0,46
Parc souterrain public	20 000	1157	900	2050	25	7 900	1,04

### *Les coûts d'investissement et d'exploitation des garages*

Le coût des garages individuels ou collectifs est mal connu, car, pour des raisons commerciales, il est d'habitude inclus dans le coût de la maison ou de l'appartement. Donald Shoup a tenté de le cerner à partir de cinq études américaines qui ont cherché à isoler ce coût pour diverses raisons particulières. Il serait de l'ordre de 15 000 € (Shoup, 2005, chapitre 5).

Avec un taux d'intérêt de 4 % sur 30 ans, cela représente un coût d'amortissement annuel de 867 € par an auxquels s'ajoutent des frais d'exploitation de peut-être 30 € par an (éclairage, nettoyage, maintenance de la porte...), soit au total environ 900 € par an, comme pour les parcs souterrains privés.

### *Les coûts d'investissement et d'exploitation des places de stationnement dans la rue*

Les sources sont rares. Le coût d'investissement dans une place de stationnement le long d'un trottoir n'est jamais isolé du coût de réalisation d'une chaussée. Ce coût est certainement bien plus élevé que pour une place de parking, car les contraintes sont tout autres : présence de multiples réseaux, travail sur les profils en long et en travers, revêtement qui doit pouvoir supporter une plus grande variété d'usages... En revanche, il est assimilable au coût d'investissement dans la chaussée roulante, chiffré grossièrement ci-après à 400 €/m<sup>2</sup>, soit donc 4000 € pour une place de 10 m<sup>2</sup> le long du trottoir.

Le coût d'exploitation varie selon que les places sont gratuites ou payantes. Barthélémy, dans la même étude déjà citée (2001, p. 114), retient 250 F 1999 (soit 50 € 2012) dans le premier cas et 3000 F 1999 (soit 600 € 2012) dans le second.

La ville de Nantes a calculé « Le coût annuel global d'une place de stationnement payant située sur la chaussée » avec des données de la fin des années 90. Il s'élève « à 2430 F HT qui se décomposent comme suit :

- 884 F de frais de personnel en régie (gestion, surveillance, traitement des PV),
- 931 F de fonctionnement (y compris collecte des horodateurs),
- 615 F d'amortissement des investissements et travaux (signalisation, marquage au sol, horodateurs, etc.). » (Frenais, 2001, p. 30) Soit un coût total assez proche du chiffre avancé par Barthélémy (3000 F).

Le tableau 34 résume les ordres de grandeur retenus pour le coût d'une place le long du trottoir. En tenant compte d'un taux d'occupation de 95 %, soit 8300 heures par an, on obtient un coût du m<sup>2</sup>.h.

Tableau 34. Ordre de grandeur du coût d'une place le long d'un trottoir, hors terrain, en € HT 2012

	Coût d'investissement initial	Coût d'amortissement annuel (4 % sur 30 ans)	Coût d'exploitation annuel	Coût total annuel	Surface d'1 place (m <sup>2</sup> )	Nombre d'heures par an (h)	Coût du m <sup>2</sup> .h (en c€)
Place gratuite	4 000	231	50	280	10	8 300	0,34
Place payante	4 000	231	600	830	10	8 300	1,00

### *Les coûts d'investissement et d'exploitation des dispositifs de stationnement pour cycles*

Les coûts d'investissement dans les matériels sont bien connus, mais très variables selon la diversité des solutions proposées. Les trois cas distingués dans le tableau 35 suffisent pour en avoir une idée. Mais, comme pour la voiture, il faut tenir compte en outre de la préparation du terrain et de son revêtement. Ces coûts sont cependant bien moindres. Pour la solution la plus simple – les arceaux – ils ne sont pas négligeables dans le total.

Les coûts d'exploitation sont en revanche très mal connus : la littérature est muette sur ce sujet. Aussi l'estimation proposée reste très grossière. Pour les arceaux, on a retenu le même coût d'exploitation au m<sup>2</sup> que les places de stationnement automobiles gratuites dans la rue. Pour les parcs vélos automatiques et les boxes individuels, les coûts d'exploitation représentent pour l'essentiel la gestion administrative des badges, l'entretien et l'éclairage. En tenant compte d'un taux d'occupation de 90 %, soit 7900 heures par an, on obtient un coût du m<sup>2</sup>.h.

Tableau 35. Ordre de grandeur du coût d'une place de stationnement pour cycle, hors terrain, en € HT 2012

	Coût d'investissement initial	Coût d'amortissement annuel (4 % sur 30 ans)	Coût d'exploitation annuel	Coût total annuel	Surface d'1 place (m <sup>2</sup> )	Nombre d'heures par an (h)	Coût du m <sup>2</sup> .h (en c€)
Arceau posé	90	5	5	10	0,8	7 900	0,16
Parc vélos couvert, fermé et accessible avec badge	1000	46	30	75	0,6	7 900	1,61
Box individuel	1200	69	30	100	1,5	7 900	0,84

NB : un arceau permet le stationnement de deux vélos, mais les données du tableau sont fournies par place. Source : divers documents du CERTU et des bureaux d'études spécialisés.

## Synthèse

Le tableau 36 résume les résultats concernant le coût total annuel du stationnement, selon les modes et les solutions principales. On découvre d'abord que la solution de stationnement automobile la moins coûteuse, hors coût du terrain, s'élève déjà à 280 € par an. De plus, en comparant ce qui est comparable – par exemple la place vélo sur arceau à la place automobile gratuite le long d'un trottoir –, on constate que les écarts de coût entre les solutions vélo et voiture varient d'un facteur 10 à 30, soit des écarts comparables à ceux déjà trouvés pour la consommation d'espace de stationnement (voir le chapitre 1).

Tableau 36. Ordre de grandeur du coût total annuel (investissement et exploitation) d'une place de stationnement, hors terrain, en € HT 2012

Solution	Coût
Vélo	
– Arceau posé	10
– Parc vélos couvert, fermé et accessible avec badge	75
– Box individuel	100
Automobile	
– Place gratuite le long du trottoir	280
– Place payante le long du trottoir	830
– Place dans un garage privé ou collectif	900
– Parc au sol	200
– Parc en élévation	1400
– Parc souterrain privé	900
– Parc souterrain public	2050

### *Les coûts d'investissement et d'entretien des infrastructures de transport*

Ces coûts sont, là encore, assez difficiles à dégager. Pour les aménagements routiers, les coûts d'investissement sont souvent incorporés dans des projets plus larges ou dans des comptes généraux (Faivre d'Arcier, 1995). Pour les transports publics, ils comprennent presque toujours, du moins en France, des travaux de requalification urbaine qu'il convient donc d'écarter. Tous ces coûts varient aussi fortement selon la topographie, les contraintes du site, la qualité de la plateforme, etc. Les coûts d'entretien sont très mal renseignés et il ne s'agit là que d'estimations grossières. Pour les transports publics, il n'a pas été possible de les isoler des coûts d'exploitation (voir le tableau 37).

Tableau 37. Ordre de grandeur du coût d'investissement dans l'infrastructure, par km et hors terrain en € HT 2012

Modes et types d'infrastructures	Coût d'investissement M€	Durée de vie ans	Coût d'amortissement annuel au taux de 4 % m€	Coûts annuels d'entretien m€	Coûts annuels totaux m€
Piéton					
– Trottoir de 2 m de large	0,2	30	12	5	17
Vélo					
– Piste cyclable bidirectionnelle	0,2	30	12	10	22
– Bande cyclable unidirectionnelle	0,02	30	1	5	6
Automobile					
– Chaussée de 10 m de large	4	50	186	100	286
– Route à 4 voies en périphérie urbaine sans carrefours dénivelés	12	50	559	500	1 059
– Autoroute urbaine à 2 x 2 voies en surface	100	50	4 655	1 000	5 655
– Autoroute urbaine à 2 x 2 voies souterraine	180	80	7 527	12 000	19 527
Transports publics hors requalification urbaine					
– Bus en site propre (80 places)	6	30	347		
– Tramway type Nantes ou Grenoble	18	50	838		
– Métro léger type VAL de Lille ou Toulouse	65	80	2 718		
– Métro lourd type Lyon ou Marseille	90	80	3 763		

Sources : CERTU et revues spécialisées.

### *Le coût de l'espace public*

La question peut d'abord être envisagée du seul point de vue du coût des terrains. Mais le débat est bien plus large : la valeur d'une voirie urbaine dépend aussi de sa qualité d'espace public.

#### *Le coût du terrain*

En milieu urbain, ce coût varie énormément – de 1 à 20 – selon le type de quartier : centre ou périphérie, habitat, bureaux ou commerces, milieu bourgeois ou populaire... Ces différences de coût expliquent, en général, le choix entre les divers types de parkings. Un simple parc au sol suffit quand le coût du terrain est faible, un parc en élévation est préférable quand ce coût n'est plus négligeable et un parc souterrain s'impose quand ce coût devient important, afin d'annuler sa part dans le total de l'opération. Le coût du gain d'espace par la construction d'un parking en ouvrage plutôt qu'en surface peut être estimé par le coût d'investissement supplémentaire. Sur la base des données du tableau 33, il est de l'ordre de 600 à 650 € par m<sup>2</sup>.

À noter que dans de nombreux cas, la réalisation d'un parking souterrain est l'occasion de revoir complètement les aménagements de surface ou pour un parking en silo d'installer au rez-de-chaussée des commerces. L'affectation du coût du terrain au stationnement est alors peu transparente.

Les écarts dans le coût des terrains ne s'expliquent pas seulement par les différences d'accessibilité, mais aussi par bien d'autres facteurs qui dépendent notamment de ce que l'économiste Alain Lipietz, qui a beaucoup travaillé sur la rente foncière, nomme la « division économique et sociale de l'espace » héritée de l'histoire urbaine et « par laquelle il existe des endroits réservés au tertiaire supérieur, des endroits réservés aux logements des cadres, des endroits avec une majorité de logements pour les employés et les ouvriers. » (1995, p. 103).

Dans cette approche, la voirie ne se réduit pas à sa dimension fonctionnelle, elle doit être pleinement abordée comme espace public.

### *La valeur de la voirie urbaine, comme espace public*

La voirie au sens large – c'est-à-dire les espaces de circulation et de stationnement – n'est pas concevable sans la penser aussi comme espace public et dans ses relations avec l'espace bâti.

1/ Une voirie urbaine n'est pas qu'un espace de circulation et de stationnement aux caractéristiques géométriques et fonctionnelles, c'est aussi et d'abord un espace public qui accueille de nombreux usages et usagers (CNT, 2005).

C'est évident pour les trottoirs ou les aires piétonnes, car chacun sait qu'ils ne se limitent pas à une bande de circulation, mais accueillent également des plantations, des terrasses de café ou de restaurants, des étals de commerçants ou du mobilier urbain, et que ces espaces sont fréquentés non seulement par des personnes se déplaçant à pied pour un motif utilitaire, mais aussi par des clients qui pratiquent le lèche vitrine, des flâneurs (touristes et promeneurs), des enfants qui jouent, des joggeurs, des riverains qui discutent ou prennent l'air.

C'est aussi le cas, dans une moindre mesure, des chaussées dont l'usage ne se limite pas à la circulation des véhicules, mais qui peuvent également servir à l'occasion pour des manifestations, des fêtes de quartier, des convois exceptionnels, des courses cyclistes, le déploiement de la grande échelle des pompiers, etc. Ce n'est que dans le cas des voiries express (voies rapides et autoroutes) ou des voiries souterraines que la fonction circulatoire devient quasi exclusive de tout autre usage<sup>1</sup>. Mais, en milieu urbain, cette dissociation des fonctions circulation et vie locale – préconisé par les tenants de la Charte d'Athènes (Le Corbusier, 1933) – ne peut être que limitée à quelques tronçons de voirie, puisque l'essentiel du réseau viaire doit nécessairement assurer une fonction de desserte locale (Brès, 1998).

Même si certains ont voulu la réduire à sa fonction circulatoire<sup>2</sup>, la voirie urbaine est bien avant tout un espace public qui participe de l'urbanité et du lien social.

2/ L'espace public est en très étroite relation avec l'espace bâti. Leurs existences mêmes sont liées. Ce sont en quelque sorte des produits joints (au sens économique du terme), bien plus complémentaires que substituables. Il est rare que des espaces viaires soient transformés en immeubles ou, à l'inverse, que des percées soient réalisées dans le tissu urbain. Pour certains urbanistes, l'espace public est tout simplement défini comme l'ensemble des espaces non bâtis, composant les creux de la ville, par opposition au bâti qui en compose les pleins.

Ainsi, la valeur d'un espace public dépend certes de ses qualités intrinsèques liées à son aménagement : revêtement, plantations, mobilier urbain, éclairage..., mais aussi de l'environnement bâti et de ce qu'il accueille ou génère : l'esthétique des constructions environnantes (hauteurs, volumes, façades, matériaux...), la densité humaine qui assure l'animation de la rue, et l'équilibre entre les activités (habitat, emplois, commerces, restauration, loisirs...). C'est pourquoi, la conception de tels espaces doit s'inscrire dans un plan d'ensemble, un projet urbain (Mangin et Panerai, 1999).

De manière symétrique, la valeur d'un logement dépend non seulement de ses caractéristiques internes (taille, disposition des pièces, confort...), mais aussi de son environnement : l'existence d'une vue dégagée et agréable, une exposition ensoleillée, un trafic ne générant pas trop de nuisances (bruit, pollution, accidents...) et surtout une bonne accessibilité...

---

<sup>1</sup> L'opération Paris-plage montre que même une voie express peut accueillir des usages festifs un mois par an.

<sup>2</sup> Le sociologue américain Richard Sennett déplore ainsi que « L'espace public [soit] devenu un dérivé du mouvement », cité par Thierry Paquot (2006).

En résumé : la voirie apporte l'accessibilité nécessaire aux immeubles et les immeubles la densité humaine justifiant la voirie. En langage plus économique, les transports contribuent à valoriser le foncier et les immeubles dont les activités sont la raison d'être des transports qui n'ont pas d'utilité en eux-mêmes.

La valeur de l'espace public et celle de l'espace bâti sont donc étroitement liées. D'ailleurs, comme le bâti, la voirie peut et doit être considérée comme un patrimoine (Faivre d'Arcier, 1995 ; Le Gal, 2002). C'est pourquoi, on peut considérer que leurs valeurs sont semblables ou, qu'en d'autres termes, le coût du foncier est le même qu'il s'agisse d'immeubles ou de voirie, que les voiries soit nouvelles ou anciennes. Pour les voiries nouvelles, le coût d'expropriation est d'ailleurs proche des coûts sur le marché foncier. Pour les voiries anciennes, pour lesquelles les évaluations sont pratiquement impossibles<sup>1</sup>, mais qui jouent le même rôle que les voiries nouvelles, il apparaît logique de considérer que leur valeur est également proche des coûts sur le marché foncier. C'est aussi la conclusion du « rapport Boiteux 2 » (2001, p. 71) : « Ainsi, si l'on suppose que le foncier est complètement fongible à long terme entre ses différentes utilisations (voirie, bâti, espace récréatif, etc.), on peut considérer que le prix du foncier révèle le prix de l'espace en ville quelle que soit son affectation. »

### *La valeur des espaces de stationnement et de circulation*

Ces deux types d'espace ont eux aussi des valeurs communes explique, dès 1984, Louis Marchand : « le tarif du stationnement sur voirie n'est que l'expression du coût de la location temporaire (une heure par exemple) d'une surface de 10 m<sup>2</sup> sur chaussée en bordure de trottoir : soit à Paris, aujourd'hui, une valeur de 6 F et une valorisation de l'unité "m<sup>2</sup> x h" à 0,60 F. Plus généralement, on peut observer que les coûts de création de m<sup>2</sup> d'espaces nouveaux pour la fonction transport (qu'il s'agisse d'autoroutes urbaines, de parkings ou de lignes de métro) s'ils sont rapportés au nombre total d'heures d'utilisation correspondant à leur durée de vie conduisent à des valeurs actualisées du "m<sup>2</sup> x h" qui sont du même ordre de grandeur que celles obtenues pour le stationnement sur voirie.

On peut alors considérer que le marché de l'espace viaire existant et celui de l'espace créé sont suffisamment équilibrés pour ne constituer en réalité qu'un seul marché : la voirie existante représente une valeur semblable à celle d'une voirie équivalente qu'il faudrait construire ex nihilo. » (1984, pp. 7-8, c'est l'auteur qui souligne en gras)

Le raisonnement de Marchand se résume ainsi : si le coût du m<sup>2</sup>.h de stationnement est du même ordre que celui d'une voirie nouvelle, alors on peut considérer que celui d'une voirie ancienne n'est pas différent et qu'il n'existe qu'une valeur du m<sup>2</sup>.h<sup>2</sup>. Trois arguments au moins militent en ce sens. 1/ En ce qui concerne le stationnement, le prix des places disponibles sur la voie publique n'a pas uniquement comme objectif de tarifier un espace rare et de faciliter la rotation des véhicules, mais aussi de rendre attractif pour des promoteurs privés l'investissement dans de nouveaux espaces de stationnement en ouvrage et d'équilibrer ainsi

---

<sup>1</sup> « Pour les voies les plus anciennes, dont l'emprise est publique depuis très longtemps (parfois plusieurs siècles), le problème de savoir si l'espace a été payé ou non à un prix correct lors de son acquisition n'a plus grand sens, mais guère moins que celui de la valeur actuelle des infrastructures anciennes : que vaut telle route établie sur un tracé qui existait déjà en partie il y a plusieurs siècles, dont les terrassements, ainsi que les ouvrages d'art, datent du début du siècle ? » (Quinet, 1993, p. 58)

<sup>2</sup> De l'ordre de 0,60 F 1984 dans la partie centrale. À Paris, en 2011, le coût d'une heure sur une place de stationnement rotatif (de 9 h à 19 h du lundi au vendredi, avec un temps de stationnement limité à deux heures consécutives) se situe aujourd'hui entre 3 € dans le quartier central des affaires (un quadrilatère entre Etoile et Châtelet, les Grands Boulevards et la Seine), 2 € dans les autres quartiers centraux et 1 € dans les arrondissements périphériques (hormis à l'ouest). La moyenne se situe donc vers 0,15 € le m<sup>2</sup>.h minimum.

le marché du stationnement (Dussart et Taterode, 1987)<sup>1</sup>. 2/ En ce qui concerne la circulation, les voiries nouvelles comme les voiries anciennes jouent un rôle identique dans la valorisation du bâti, qui lui-même contribue à valoriser les voiries, qu'elles soient nouvelles ou anciennes (voir ci-dessus). 3/ Enfin, les espaces de stationnement et de circulation sont en partie substituables, comme l'indiquent le stationnement supprimé sur certaines voiries du réseau principal pour faciliter le trafic (les « axes rouges » à Paris) ou les nombreuses rues mises en sens unique pour ajouter une file de stationnement.

Pourtant, selon le rapport « Boiteux 2 » (2001, p. 70) : « Cette méthode [de Marchand] a été fortement contestée. Le raisonnement suppose que le prix du stationnement reflète le coût social de l'espace de voirie existant ; or, il n'y a pas de raison pour que ce soit le cas (notamment parce que la tarification du stationnement sur voirie poursuit d'autres objectifs que de refléter ce coût). D'autre part, la méthode souffre d'une lacune fondamentale : elle ne distingue pas le  $m^2 \times h$  d'heure creuse (dont le coût économique d'usage est nul ou presque) et le  $m^2 \times h$  d'heure de pointe (dont le coût économique d'usage est égal au coût marginal de congestion de la voirie et peut être très élevé). »

Le premier argument a été clairement illustré par la décision de la municipalité prise en 2001 de réduire fortement le prix du stationnement résidentiel, à partir de 2002, essentiellement dans les rues situées hors du quartier central des affaires et sur les artères accueillant des commerces ou des bureaux, pour inciter les Parisiens à ne pas prendre leur voiture, ce qui confirme que d'autres objectifs sont effectivement poursuivis. Mais on peut néanmoins admettre que les places de stationnement rotatif sont bien les plus convoitées, et que leur tarification reflète malgré tout – certes grossièrement – le coût social de l'espace de voirie existant.

Le second argument paraît excessif, du moins en ce qui concerne Paris, dans la mesure où il n'y a pratiquement pas d'heures creuses de jour dans la capitale, car la pression automobile y est élevée et la mixité des fonctions urbaines encore assez forte. Les places sont tour à tour occupées par des résidents, des salariés, des livreurs, des artisans, des touristes, des clients... Quant aux heures creuses de nuit, les ingénieurs de la RATP ont toujours pris soin de les écarter de l'analyse. Pour la voirie affectée à la circulation, le raisonnement est le même. Les écarts ne sont donc pas si énormes et il peut paraître justifié, même si cela reste grossier, de considérer un prix unique du  $m^2.h$  pour les heures de jour.

Ainsi, la critique porte avant tout sur le caractère trop rudimentaire de l'analyse, sans l'invalider complètement pour autant. En fait, le problème majeur est ailleurs.

#### *Le débat sur le coût de la consommation d'espace*

S'il apparaît possible d'évaluer le coût de la consommation d'espace viaire, reste cependant une question clef : faut-il considérer l'ensemble du coût de cette consommation d'espace comme l'évaluation d'une nuisance ?

Le CETUR répond clairement non : « Les transports génèrent des effets externes négatifs (bruit, pollution...) et des effets externes positifs parmi lesquels on peut citer la valorisation du foncier (phénomènes des plus-values foncières). Dans ces conditions, il paraît excessif d'affecter l'intégralité du coût du foncier pour évaluer le coût de la consommation d'espace sur une voirie existante. » (SOFRETU, CETUR, 1994, p. 51 de la synthèse, note 1)

Et il propose de retenir, mais sans vraiment le justifier, un coût de la consommation d'espace évalué à 0,18 F le  $m^2.h$  en stationnement comme en circulation, soit 3,5 fois moindre que les 0,60 F de Marchand.

---

<sup>1</sup> C'est pourquoi, la forte baisse du tarif résidentiel décidée en 2001 a été beaucoup critiquée, car elle décourage l'usage des parkings en ouvrage.

La RATP puis le STP se conformeront plus tard à ces recommandations. Ainsi, Jean Vivier tente de justifier le coût proposé par le CETUR – devenu CERTU en 1993 – en proposant une autre méthode que Marchand : « Plusieurs méthodes d'évaluation peuvent être envisagées. Louis Marchand propose de se fonder notamment sur la tarification observée du stationnement sur voirie. On aboutit alors à des valeurs très élevées (plus de 1 franc par m<sup>2</sup> x heure [en 1997]) dans l'hypercentre, où il n'y a guère que des places tarifées au prix du stationnement rotatif de courte durée, et plus modérées dans les arrondissements périphériques et en proche couronne, où l'offre se répartit entre stationnement résidentiel et stationnement rotatif (entre 0,1 à 0,5 franc par m<sup>2</sup> x heure selon le type de stationnement et la localisation). Une telle approche conduirait à un prix moyen du m<sup>2</sup> x heure de l'ordre de 1 franc dans les arrondissements centraux de Paris, 0,25 franc dans les arrondissements périphériques et 0,1 franc en première couronne.

Le coût d'amortissement d'un investissement de création d'un nouvel espace de stationnement ou de circulation en souterrain est une autre voie possible (proposée par Marchand), dès lors que cette création correspond à la mise en œuvre d'une politique de résorption de la pénurie de places de stationnement sur voirie. Elle conduit à des valeurs plus homogènes, entre 0,3 franc et 0,7 franc par m<sup>2</sup> x heure (pour un amortissement sur 50 ans, avec un taux d'intérêt annuel réel de 5 % et une occupation "utile" de l'espace créé de 3 600 heures par an).

En définitive, nous avons retenu une approche plus globale et assez sommaire, fondée sur le coût du foncier et un taux de rentabilité "normal" du capital qui conduit à des valeurs très modérées du m<sup>2</sup> x heure. »

Et l'auteur d'en déduire le tableau 38.

Tableau 38. Coût du m<sup>2</sup> x heure selon la localisation

Localisation	Prix moyen du m <sup>2</sup> de terrain	Revenu annuel « normal » du capital foncier au taux de 6%	Nombre annuel d'heures « utiles » à la circulation ou au stationnement	Coût du m <sup>2</sup> .h
Paris	10 000 F	600 F	3 600	0,167 F
Première couronne	5 000 F	300 F	3 600	0,083 F
Deuxième couronne	2 000 F	120 F	3 600	0,033 F

Source : Vivier, 1997, annexes, p. 122.

On constate que :

- le prix moyen du m<sup>2</sup> de terrain est nettement sous-estimé ;
- l'occupation utile de l'espace créé, estimée à 3600 heures par an, correspond à une amplitude journalière de 12 h pendant 300 jours par an, ce qui semble réaliste ;
- le calcul du revenu annuel du capital foncier est assez sommaire.

Sur ce dernier point, Laurence Debrincat, économiste au STP, a affiné ces travaux en utilisant les méthodes d'actualisation préconisées par le Commissariat Général du Plan. Elle obtient les valeurs un peu supérieures suivantes :

Coût du m<sup>2</sup> x heure selon la localisation

Localisation	Coût du m <sup>2</sup> x heure
Paris	0,232 F (0,035 €)
Première couronne	0,116 F (0,018 €)
Deuxième couronne	0,046 F (0,007 €)

Source : STP et *alii*, 1998. Nous avons traduit ces estimations en Euros.

Mais ces valeurs restent très en deçà des premiers résultats de Marchand, à peu près divisés par 5. Et malgré cette estimation très basse, faute d'arguments suffisamment convaincants, le

coût de la consommation d'espace n'a jamais été intégré dans le total des coûts externes des transports en Île-de-France.

Car les économistes s'interrogent. Ainsi estime le « rapport Boiteux 1 » (1995) : « ... le compte régional transport propose une évaluation d'un coût de la consommation d'espace considéré comme un phénomène dominant pour les transports en milieu urbain. L'espace viaire est un capital public qu'il convient d'appréhender comme un stock qui intègre les coûts fonciers et l'ensemble des dépenses réalisées dans le passé<sup>1</sup>. Pour un déplacement, cette consommation se compose de l'espace utilisé par les véhicules en circulation et de l'espace consacré au stationnement. Il est calculé à partir des coûts fonciers et d'investissement réalisés et des coûts de fonctionnement associés rapportés au trafic de chacun des modes. On détermine ainsi un coût économique de la consommation d'espace qui est actuellement non tarifé (ou partiellement pour le stationnement) et qui est nettement plus élevé pour l'automobiliste que pour l'utilisateur de transport collectif. L'estimation, qui ne constitue à l'heure actuelle qu'une ébauche de proposition s'élève à 3,80 F par véhicule x kilomètre à Paris et 2 F à 2,50 F en banlieue.

Il est certain que la prise en compte de cette notion, qui est loin de faire l'objet d'un consensus sur son utilisation<sup>2</sup>, modifierait largement les résultats du calcul socio-économique, au moins pour les déplacements liés à la VP. On ressent intuitivement la nécessité de prendre en compte dans le domaine du transport une valorisation d'un espace rare en milieu urbain mais celle-ci n'est pas évidente à mesurer ni à monétariser. » (annexe 2, pp. 99-100, les deux notes font partie de la citation)

Six ans plus tard, le « rapport Boiteux 2 » s'interroge toujours et redoute les doubles comptes (2001, p. 70) : « Toutefois, ce type de calcul pose un problème dans la mesure où l'analyse économique des projets prend en compte d'autres effets qui interfèrent pour partie avec la consommation de l'espace. De ce fait, si ce type d'approche permet bien une première estimation, très approchée, des performances des différents modes de transport en termes de consommation d'espace-temps, il ne saurait en revanche être utilisé, sans double compte, dans un calcul économique où sont déjà intégrées, dans le bilan coût-avantage, les répercussions de l'opération envisagée sur les conditions antérieures d'utilisation de l'espace. »

Alors, faut-il carrément renoncer à toute prise en compte du coût de la consommation d'espace, comme Richard Darbera (1992) l'affirme ? « ... il ne faut pas allouer aux déplacements le coût d'opportunité de l'espace occupé par les rues. La circulation crée (à côté de beaucoup d'externalités négatives) une externalité positive, qui, au même titre que les espaces verts et les voies piétonnes, compense exactement le coût d'opportunité de l'espace utilisé. »

Pour tenter d'avancer dans ce débat, il est temps de se demander en quoi la consommation d'espace peut être ou non considérée comme une nuisance, une question cruciale pourtant encore peu explorée et qui fait l'objet de la seconde partie.

\* \* \*

Les questions de coûts sont centrales, on s'en rendra particulièrement compte dans la dernière partie consacrée aux solutions. Mais d'ores et déjà, un calcul fort simple permet d'en mesurer les enjeux. Le stationnement n'est qu'une activité dérivée des déplacements (comme l'introduction l'a rappelé). Or, si l'on estime que les 30 millions de véhicules français stationnent sur des places dont le coût annuel total est en moyenne de 900 € par an, hors coût des

---

<sup>1</sup> Coût des déplacements pour la collectivité en Île-de-France, RATP, mars 1993.

<sup>2</sup> Les discordances portent sur les risques de double compte et la façon de valoriser les investissements passés.

terrains, et qu'il faut au moins deux places de stationnement pour chaque véhicule, la dépense nationale totale pour le stationnement représente à elle seule 54 milliards d'Euros par an, soit six fois plus que le budget du Ministère de l'écologie et du développement durable en 2011 (9,5 milliards), ou même nettement plus que la charge de la dette (45 milliards), ou encore autant que l'impôt sur le revenu (52 milliards)...

## *Seconde partie. Les conséquences. La consommation d'espace par l'automobile comme nuisance*

« [L'extension de l'espace] est, en cas de pénurie, la solution prioritaire. Il convient donc de voir comment la surface utile peut être agrandie. La voiture a déjà mordu sur de nombreux espaces jadis libres, terre-pleins et même trottoirs ou jardins publics. Elle a exigé l'abattage d'arbres, la destruction de sites. » (Alfred Sauvy, *Les 4 roues de la fortune. Essai sur l'automobile*, 1968, p. 149)

Pour les économistes, la maîtrise d'une nuisance repose sur un compromis à réaliser entre les dépenses de protection et le coût des dommages résiduels, de façon à minimiser le coût social total (voir la figure 16), sachant que :

coût social total = dépenses de protection + coût des dommages résiduels

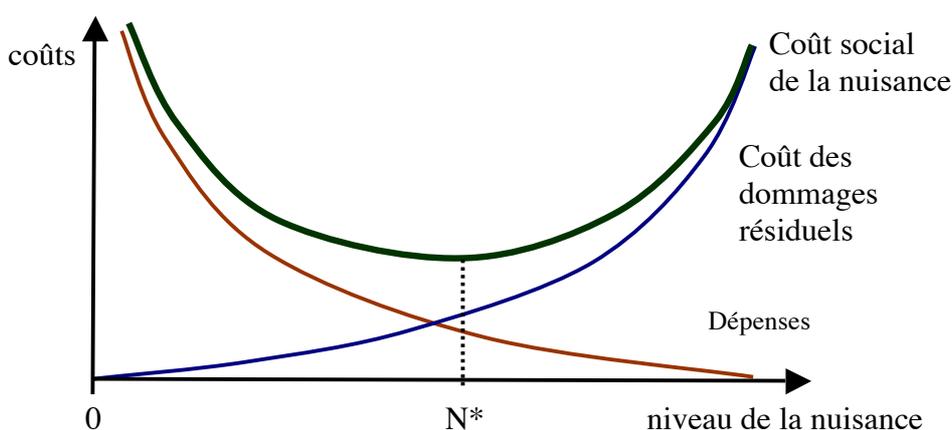
De plus, à l'optimum, le coût marginal des dommages doit être égal aux dépenses marginales de protection.

Même s'il est bien difficile d'évaluer tous ces coûts et de tracer ces courbes, un tel raisonnement a d'abord le mérite de rappeler que l'idée de « nuisance zéro » – c'est-à-dire de suppression totale de la nuisance – n'a aucun sens, du moins si on la considère comme un objectif, car un tel objectif n'est pas réalisable, ni même souhaitable, pour des raisons à la fois pratiques et économiques. Supprimer les externalités négatives suppose, en effet, à la limite, d'éliminer tout mouvement. Des véhicules vraiment silencieux seraient immobiles, une pollution nulle imposerait qu'aucun véhicule ne circule pour éviter de soulever de la poussière, une totale absence d'accidents exigerait que plus personne ne bouge<sup>1</sup>, la disparition de toute congestion supposerait des chaussées quasi désertes, etc.

---

<sup>1</sup> Car des piétons et des cyclistes peuvent être écrasés par des véhicules à moins de 5 km/h : une voiture qui recule sur un enfant, un poids lourd qui démarre sans voir un cycliste arrêté juste devant lui... Des cas hélas bien réels.

Figure 16. La détermination du niveau optimal d'une nuisance



Source : Lamure et Lambert, 1993, p. 6.

En fait, l'idée de « nuisance zéro » a bien un sens si on la considère comme un principe vers lequel il convient de tendre, mais qu'il ne faut pas atteindre : ce que rappelle, par exemple, l'ambitieuse politique de sécurité routière de la Suède intitulée « Vision zéro »<sup>1</sup>. Supprimer les externalités négatives – ou tout au moins les réduire très fortement – coûterait également extrêmement cher : insonorisation poussée des véhicules, captage des émissions de CO<sub>2</sub> à la source, vitesse réduite sur tout le réseau pour limiter les accidents, etc.

Le raisonnement économique a également l'avantage de montrer qu'on ne peut laisser se développer une nuisance sans qu'elle finisse par avoir des conséquences très coûteuses et vite insupportables. Car de multiples effets apparaissent, puis se combinent et se renforcent mutuellement (Héran, 2011).

La consommation d'espace rentre bien dans ce type de logique. D'une part, il est normal qu'un mode de transport consomme un certain espace : c'est dans sa nature même. D'autre part, dans les cas limites tels que ceux existant, par exemple, aux États-Unis, il apparaît excessif que plus du tiers de l'espace urbanisé soit consacré aux transports (et c'est souvent beaucoup plus encore on le verra). De même, sur un espace viaire donné ouvert aux divers modes de déplacement, il peut sembler anormal que l'essentiel de l'espace soit accaparé par un seul mode.

Comme pour les autres nuisances, ce n'est donc pas la consommation d'espace en soi qui pose problème, mais son excès et ses conséquences, dont il faut prendre toute la mesure. Il va de soi, par exemple, que ce n'est pas le bruit qui est une nuisance mais son excès, sans qu'il soit nécessaire de le préciser. Idem pour la pollution ou pour la congestion. Il sera donc essentiel d'établir à partir de quel seuil la consommation d'espace par les transports devient un problème, un seuil qui ne se mesure pas en part de l'espace urbanisé consacré aux transports, mais en surface consacrée aux transports par habitant, on le verra.

Dans le domaine des transports, tout effet négatif externe est par définition provoqué par certains usagers (les émetteurs) et subi par d'autres usagers (les récepteurs). La consommation d'espace rentre bien dans ce cadre. L'espace étant rare en milieu urbain, sa consommation pour un certain usage se fait nécessairement au détriment d'autres usages : des voiries ou des

<sup>1</sup> Il en est exactement de même en gestion de production : les « cinq zéros » préconisés par les ingénieurs japonais dans les années 80 – zéro stock, zéro délai, zéro défaut, zéro panne, zéro papier – ne sont en rien des objectifs mais des principes : ils sont inatteignables et ne doivent surtout pas être atteints ont démontré bien des gestionnaires, mais c'est néanmoins ce vers quoi il convient de tendre.

voies ferrées au lieu d'immeubles ou de parcs urbains, des chaussées pour les voitures au lieu de trottoirs ou d'aménagements cyclables, etc. Or, ce sont les véhicules individuels motorisés qui, par leur caractère envahissant engendrent l'essentiel des dommages et provoquent la plupart des conflits d'usage.

Pour introduire le sujet, le chapitre 9 reviendra d'abord sur le cas limite et très pédagogique des villes américaines. Puis, à l'aide des données rassemblées dans la première partie, le chapitre 10 systématisera l'analyse des conséquences des transports les plus consommateurs d'espace sur la baisse de la densité urbaine. Le chapitre 11 montrera qu'au-delà de ces questions de densité, les emprises occupées par les infrastructures de transport provoquent bien d'autres nuisances. Le chapitre 12 en déduira qu'en zone dense, il existe une loi d'occupation maximale de l'espace par les véhicules individuels motorisés, ce qui provoque de nombreux conflits d'usage de l'espace détaillés dans le chapitre 13 (un chapitre qui esquissera ce que sera la troisième partie historique).

## *Chapitre 9. Le cas limite des villes nord-américaines*

L'étude de la consommation d'espace urbain par les transports dans les villes nord-américaines se révèle particulièrement instructif, à cause, d'une part, de la brutalité de l'adaptation de ces villes à l'automobile au cours des années 30 à 70 et grâce, d'autre part, à l'ancienneté de cette évolution qui fournit un recul historique suffisant pour en étudier les impacts.

Los Angeles est dans ce domaine une ville emblématique. Depuis les années 20 et le démantèlement de son réseau de tramways, cette ville a, en effet, accordé sans restriction de très importants espaces viaires à l'automobile, en construisant plus de 1000 km d'autoroutes urbaines (dont certaines à 2 x 6 voies), en installant partout de vastes parkings, en refusant tout couloir bus et en négligeant l'aménagement de trottoirs dans de nombreuses rues. Pourtant, le cas de Los Angeles n'est pas aussi particulier qu'on le dit et ne s'explique par seulement par des considérations sur les déplacements.

### *Quelques doutes sur le cas de Los Angeles*

« Deux tiers » ! Ce serait la part de la surface urbanisée occupée par les transports à Los Angeles. Depuis les années 70, de nombreux auteurs l'affirment sans nuances. Or ce résultat est « probablement exagéré » estime Todd Litman (2002, p. 8) qui relate les investigations de Donald Shoup. Celui-ci découvre dans l'excellent livre de Michael Southworth and Eran Ben-Joseph *Streets and the Shaping of Towns and Cities*, l'affirmation suivante : « Dans les villes américaines, l'automobile consomme près de la moitié des sols ; à Los Angeles ce chiffre approche les deux tiers. » (1997, pp. 4-5) Les auteurs, constate-t-il, se réfèrent à une phrase semblable de Mark Hanson (1992, p. 66) qui la tient lui-même de Michael Renner (1988, p. 46) qui emprunte ce résultat à Sale Kirkpatrick (1980, p. 253) qui n'en fournit pas la source... Kirkpatrick est un chercheur américain indépendant connu pour ses travaux virulents contre le progrès technique. Sans trancher, Shoup titre néanmoins sa recherche de source bibliographique : « La naissance d'une statistique urbaine », une expression lourde de sous-entendus.

En fait, dès les années 70, Christopher Alexander, architecte-urbaniste de renom, affirmait déjà dans un livre de référence mais sans donner sa source que : « Dans le centre de Los Angeles, plus de 60 % de l'espace est attribué à l'automobile. » (1977, p. 121) Kirkpatrick s'en est peut-être inspiré.

En France, la question est moins brûlante – les villes européennes sont encore loin de ressembler à Los Angeles – mais ce même chiffre court depuis longtemps dans les documents scientifiques et sert d'argument repoussoir chez les spécialistes des transports publics et tous ceux qui insistent sur les externalités négatives des transports en milieu urbain : voilà ce qui nous attend, si nous laissons la voiture envahir sans contraintes nos cités européennes. La recherche de la source originelle n'est donc pas inutile.

Dans une recension très complète des impacts des transports sur l'environnement, Dominique Dron et Michel Cohen de Lara (1995) résument la question dans le tableau 39 suivant, en reprenant les données d'un ouvrage de Pierre Merlin de 1992.

Tableau 39. Proportion de surfaces urbaines selon l'occupation

	Infrastructures de transport	Emprises ferroviaires, fleuves	Espace « utile »
Paris	23 %	14 %	62 %
Los Angeles (centre)	70 %	1 %	29 %

Source : Dron et Cohen de Lara, 1995, p. 128.

Cet auteur réputé reprend ces chiffres dans plusieurs de ses ouvrages (1992, pp. 79-80 ; 1991, p. 293 et 1984, p. 77). Dans le livre de 1984 (p. 77), il affirme : « La surface de la voirie (trottoirs compris) (...) atteint 69 % dans le centre de Los Angeles (27 % de voirie, 10 % de trottoirs et 32 % pour le stationnement). » et de citer à l'appui un rapport d'André Schmider, spécialiste réputé des transports publics, au Conseil économique et social, en 1976, qui lui-même fait référence à une étude de 1974 réalisée conjointement par le Service des affaires économiques et internationales du ministère de l'Équipement et par la RATP, où l'on trouve, p. 39, le tableau 40 suivant, avec comme sources : « Paris, SDAU ; Los Angeles, City planning ».

Tableau 40. Affectation des sols à Los Angeles et à Paris

	Los Angeles	Paris (sauf les bois de Boulogne et de Vincennes)
Voirie et trottoirs	37 %	23 %
Stationnement au sol	23 %	
Stationnement en bâtiments	9 %	négligeable
SNCF, fleuve, cimetières	–	14 %
Bâtiments	30 %	62 %

Sources : Paris, SDAU ; Los Angeles, City planning.

C'est donc le service de *City planning* de la ville qui a lui-même établi ce résultat. Voilà enfin une source fiable. Un autre auteur, Louis Servant de l'IAURIF, estime à la même époque, sans citer de source, qu'à Los Angeles, la part de l'espace urbain consommé par les transports « est de l'ordre de 60 % » (1978, p. 11). Peut-être se réfère-t-il au livre d'Alexander paru un an auparavant.

### ***Une méthode pour évaluer la consommation d'espace dans les centres-villes américains***

Que croire, finalement ? Il suffit tout simplement de mesurer ce qu'il en est ! Cet objectif est aujourd'hui à portée de main, grâce aux photos aériennes disponibles sur *Google Earth* et aux photos des rues elles-mêmes offertes en abondance par *Street View*. Pour les analyser, nul besoin d'un SIG, quelques calculs fournissent assez facilement une réponse d'une précision largement suffisante pour trancher le débat, grâce aux particularités des réseaux de transport américains.

La méthode que nous proposons repose, en effet, sur le constat que dans les villes nord-américaines et notamment à Los Angeles, il existe principalement trois types d'occupation du sol par les transports : les autoroutes, la voirie de desserte constituée le plus souvent par une « grille » (croisement orthogonal des rues et même des routes) et les parcs au sol ou en élévation. À cela s'ajoutent de façon marginale quelques boulevards un peu plus larges que les voies de desserte, des venelles qui traversent certains blocks, de rares voies ferrées et des aéroports.

Ainsi, pour calculer la surface des autoroutes sur un territoire donné, il suffit, de multiplier leur longueur, assez facilement mesurable, par leur largeur moyenne d'emprise. Le profil en

travers des autoroutes américaines étant particulièrement généreux, on peut estimer que cette emprise est partout d'environ 100 m. Si elle est un peu inférieure en section courante, elle est certainement globalement de cet ordre en tenant compte des échangeurs très fréquents. À Los Angeles, les échangeurs entre deux autoroutes semblent assez compacts car souvent à quatre niveaux (les deux autoroutes et 2 x 2 bretelles de tourne-à-gauche), mais les courbes des bretelles ont un très grand rayon pour éviter toute réduction de la vitesse.

Pour les voies de desserte, le réseau en damier rend les calculs encore plus faciles et plus fiables. La surface se déduit de la longueur des rues qui dépend de leur fréquence (par exemple tous les 120 m pour les rues nord-sud) et de leur emprise moyenne.

Pour les parkings, la mesure de leur surface est plus délicate, mais il est possible, avec un simple tableur Excel et dans un temps raisonnable, de rastériser les parkings visibles sur une photo aérienne (c'est-à-dire de les convertir manuellement en image matricielle), puis de compter automatiquement les points et d'en déduire la part de l'espace occupé par ces parkings. On peut distinguer les parcs au sol des parcs en élévation et même les parcs aériens qui coiffent un ou plusieurs niveaux utiles, en vérifiant l'information avec l'option « bâtiments en 3D » ou avec *Street View*. Mais on ne peut bien sûr repérer les parcs souterrains.

### ***Application au cas de Los Angeles***

La méthode a été appliquée de façon précise à l'hypercentre de Los Angeles (délimité pour cette étude par le quadrilatère de 1,7 x 1,5 km, formé par les rues S Figueroa Street, W 1st Street, S Spring Street et E 9th Street), puis de façon plus sommaire au reste de l'agglomération. En voici les résultats.

- Les voies de desserte (la grille) constituent la principale surface en occupant environ 30 % de l'espace urbanisé dans le centre, car leur emprise est particulièrement généreuse : de 20 à 26 m de large avec 4 à 6 files de circulation presque toujours à sens unique, pas de stationnement latéral et de larges trottoirs.
- Les parkings occupent en moyenne 5 à 10 % de l'espace urbanisé et jusqu'à 18 % dans l'hypercentre. Il s'agit surtout de parcs au sol, mais aussi en élévation (près du tiers de la surface avec en général 5 ou 6 étages), sans compter les parcs souterrains non visibles (voir l'encadré 6).
- Les autoroutes n'occupent quant à elles que 4 à 5 % de l'espace urbanisé dans le centre (44 km d'autoroutes dans un carré de 10 x 10 km autour de l'hypercentre, avec largeur moyenne de 100 m). Elles auraient pu être encore plus nombreuses, si les habitants ne s'étaient pas fortement opposés à la construction de certains tronçons (notamment dans les quartiers chics, comme à Beverly Hill).

Pour le reste de l'agglomération, des sondages aléatoires montrent que les voies de desserte occupent en moyenne 20 à 25 % de l'espace urbain, car leur emprise est particulièrement généreuse (de 13 à 22 m), comportant presque toujours un double sens de circulation, une file de stationnement le long des trottoirs et des trottoirs arborés ou parfois simplement une bande herbeuse, les parkings presque toujours au sol occupent en moyenne 5 à 10 % de l'espace urbanisé et les autoroutes environ 2 à 3 %.

Au total, les transports occupent environ 35 % de l'espace urbain et jusqu'à plus de 50 % dans le centre (voir le tableau 41).

Tableau 41. Part de la consommation d'espace par les transports dans l'espace urbanisé à Los Angeles, en 2011

	Centre	Agglomération
Voies de desserte (grille)	30 %	≈ 23 %
Parcs au sol et en élévation	18 %	≈ 7 %
Autoroutes	5 %	≈ 3 %
Venelles, voies ferrées, aéroports...	≈ 1 %	≈ 2 %
Total	54 %	35 %

Source : nos propres calculs.

#### Encadré 6. Les différents types de parcs de stationnement

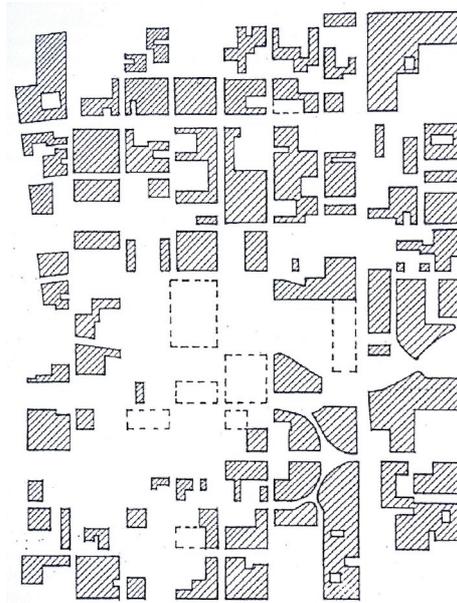
Il n'existe en Europe que trois grands types de parcs de stationnement : au sol, en élévation et souterrain. Le bestiaire est plus développé en Amérique. On rencontre aussi assez souvent des centres commerciaux avec parking sur le toit, ou même avec un parc de plusieurs niveaux au-dessus. Certaines tours sont, à l'inverse, posées sur un socle de plusieurs étages de parkings. Au Japon, les parcs automatiques très économes en espace sont monnaie courante, car on ne peut y posséder une voiture sans avoir à sa disposition une place de parking. Aussi, tout est bon pour construire des emplacements dans les espaces les plus exigus.

#### Comparaisons avec d'autres villes

L'étude d'autres villes américaines montre que le cas de Los Angeles n'a rien d'exceptionnel. Celui de Detroit, où siègent les trois grands constructeurs automobiles américains, est encore plus édifiant. Les rues du centre-ville sont aussi larges et le maillage est même plus serré, les parkings sont encore plus présents et l'autoroute qui enserre l'hypercentre n'est jamais à plus d'un km. Résultat, selon nos propres calculs, la part des transports dans l'espace urbanisé central dépasse les 60 %. Un exemple typique : le *Renaissance Center* est un énorme et superbe complexe de tours de 511 000 m<sup>2</sup> comprenant des bureaux et un hôtel de prestige qui domine la ville de ses 212 m. Il est situé en limite d'hypercentre et appartient à *General Motors* qui y a installé son siège social. Pour accueillir les voitures des milliers de salariés et de clients, six parcs en élévation et quatre parcs au sol l'entourent, soit 6000 places de stationnement sur une surface de 4,5 ha équivalente à celle du *RenCen* (4,7 ha), et sans compter le réseau viaire alentour.

Shoup cite encore le cas d'autres villes concernées (2005, p. 131 et pp. 134-135). À Albuquerque (ville de 500 000 habitants dans le Nouveau Mexique), selon une étude de 1999, « les espaces dévolus aux parkings sont plus importants que tous les autres usages du sol réunis » (voir la figure 17). À Buffalo (agglomération d'1,2 million d'habitants dans l'État de New York), d'après une étude de 2003, « la moitié du *downtown* serait dévolu aux parkings ». À Oakland (420 000 habitants, Californie), un architecte-urbaniste affirme qu'« au moins la moitié de cet espace précieux est consacré aux rues et parkings ». Enfin à Olympia (43 000 habitants, capitale de l'État de Washington), selon une étude de la ville, « en moyenne, parkings et allées occupent 53 % de l'espace ».

Figure 17. Les parkings dans le centre-ville d'Albuquerque aux États-Unis



Source : Mark Childs, repris par Shoup, 2005, p. 132.

Le réseau autoroutier de Los Angeles n'est pas non plus hors du commun. Après calculs, la densité de celui de Dallas, par exemple, apparaît tout à fait similaire. Pour le réseau de desserte, les normes appliquées à Los Angeles se rencontrent aussi dans bien d'autres villes.

### ***Les raisons de la forte consommation d'espace par les transports dans les centres-villes américains***

Si la part de l'espace urbain consacré aux transports à Los Angeles ne dépasse pas 55 %, les deux tiers annoncés jusqu'ici sont-ils finalement exagérés ? Non, à condition de considérer qu'ils concernent une situation révolue dans le centre. Les évaluations citées datent, en effet, au mieux du début des années 70, à une époque où le centre-ville était en crise. Les dents creuses laissées par la destruction des immeubles les plus vétustes étaient sans doute occupées par des parkings en attendant des jours meilleurs pour les promoteurs. La reconquête du *downtown* a commencé au cours des années 70, avec la construction de tours de bureaux et de bâtiments à vocation culturelle ou religieuse (Ghorra-Gobin, 2006). En conséquence, plusieurs parcs au sol ont depuis disparu, comme, par exemple, celui qui existait à la place de l'actuel *Walt Disney Concert Hall*, construit en 2003 (en témoigne la plus ancienne photo aérienne du centre-ville disponible sur *Google Earth* et datant de 1980). Ce qui ne veut pas dire que les places de stationnement sont moins nombreuses aujourd'hui, au contraire : le *Disney Hall* comporte un parc souterrain de 6 étages.

De plus, un repérage des parkings par photos aériennes pouvait conduire jadis à des approximations tendant à surestimer l'utilisation du sol par les parkings. Par exemple, dans le cœur historique, plusieurs bâtiments d'un seul niveau accueillent des places de stationnement sur le toit et des boutiques au rez-de-chaussée. Dans d'autres quartiers, certains parkings en étage ont un rez-de-chaussée occupé par des magasins de prestige. Ces particularités sont aujourd'hui facilement repérables avec *Google Earth* et ses outils. Les commerces contribuant à l'animation urbaine, il n'est pas justifié de considérer que les parkings qui les coiffent stérilisent l'espace urbanisé.

Au total, les chiffres fournis par les services du *City planning* de la ville au début des années 70 apparaissent donc parfaitement plausibles et les doutes de Litman et Shoup ne sont que partiellement fondés. Reste à s'interroger sur la signification d'une telle proportion. Deux raisons essentielles liées aux surfaces nécessaires au stationnement et à la circulation l'expliquent.

D'une part, il faut se rappeler qu'une tour de bureaux que l'on souhaite facilement accessible en voiture par tous ces salariés exige des parkings dont l'emprise dépasse largement celle de la tour elle-même, à cause de l'impossibilité de réaliser des parcs de stationnement sur plus de 6 ou 7 étages. Par exemple, une tour de bureaux de 250 m, soit 80 étages, réclame des parkings d'une emprise 10 fois plus grande que celle de la tour elle-même, si tous les salariés viennent en voiture (voir l'encadré 7).

D'autre part, bien que très largement dimensionnée, la voirie d'accès est déjà fortement congestionnée et n'a pas une capacité suffisante pour permettre aux salariés ou aux visiteurs d'accéder en voiture à un centre-ville plus dense. Il reste donc des dents creuses occupées provisoirement par des parcs au sol, y compris dans le *New Downtown*, le quartier le plus fortement rénové. Les promoteurs hésitent à investir dans des immeubles qu'ils risquent d'avoir du mal à commercialiser par manque d'accessibilité. Autrement dit, les nombreux parcs au sol masquent en fait des friches urbaines et les autoroutes et larges voiries, symboles d'une ville adaptée à l'automobile, sont en réalité sous-dimensionnées.<sup>1</sup>

#### Encadré 7. Pourquoi, aux Etats-Unis, les quartiers centraux des affaires comportent tant de dents creuses

Soit :

- $a = 25 \text{ m}^2$ , la surface occupée par une voiture en stationnement hors voirie,
- $e = 7$ , le nombre maximum d'étages de parking en ouvrage,
- $c = 0,7$ , le nombre moyen de voitures par employé de bureau au même moment,

La surface moyenne occupée par une voiture d'employé est donc de  $f = a c / e = 2,5 \text{ m}^2$ . Report vers les modes motorisés

Soit  $b = 10\,000 \text{ m}^2$  (1 ha), la surface occupée par chaque block. Les tours de bureaux sont situées au-dessus des parkings, sur une partie de leur emprise. La densité maximale d'employés de bureau sur un block est donc  $d = b / f = 10\,000 / 2,5 = 4\,000$  employés par block.

Soit,  $t = 50$  blocks, la taille du quartier central des affaires. Le nombre maximum d'employés qui peuvent s'y installer et y venir en voiture est donc de  $n = t d = 50 \times 4\,000 = 200\,000$  employés (c'est le nombre d'employés que devrait compter La Défense à terme).

Soit  $k = 2\,500$  personnes par heure, la capacité d'une voie autoroutière, et  $h = 2$  heures, le créneau horaire d'arrivée des employés à leur bureau (par exemple entre 7 h 30 et 9 h 30). On en déduit le nombre de voies autoroutières nécessaires pour permettre aux seuls employés de venir à leur bureau  $l = n / (h k) = 200\,000 / (2 \times 2\,500) = 40$  et autant pour en repartir.

En l'absence de transports publics, il faudrait donc 8 autoroutes à  $2 \times 5$  voies pour desservir le quartier central des affaires, sans compter les autres motifs de déplacement et les flux de transit ! S'il n'y en a que 4, la moitié de la surface des blocks ne peut être

<sup>1</sup> D'autres raisons peuvent expliquer l'urbanisme discontinu des centres-villes américains, notamment la spéculation mais qui ne peut être que transitoire et l'attente de meilleures opportunités d'investissement en période d'incertitude (valeur d'option). Voir Pouyanne, 2008.

construite sous peine d'engorgement complet du réseau viaire : l'urbanisme devient discontinu, avec des parcelles entières en friche, occupées faute de mieux par des parcs au sol.

Soit  $i = 1250$  personnes par heure, la capacité d'une file de circulation sur une voirie de desserte à sens unique. On en déduit le nombre de files nécessaires pour permettre aux seuls employés de venir à leur bureau  $m = n / (h i) = 200\ 000 / (2 \times 1250) = 80$ , soit par exemple 15 rues à 5 ou 6 files, sans tenir compte des flux de véhicules se déplaçant aux mêmes heures pour d'autres motifs que le travail.

À la limite, pour qu'une ville dense soit accessible uniquement en voiture, il faudrait que la totalité de sa surface soit consacrée aux transports et que les bâtiments soient construits en hauteur au-dessus des voies et des parkings en ouvrage.

### *Les modes économes en espace incontournables*

Pour remédier à cette situation, la seule solution consiste à renoncer au tout automobile et à améliorer l'accessibilité du centre par des incitations à augmenter le taux d'occupation des véhicules, par la réalisation de transports collectifs souterrains ou par des aménagements pour les modes actifs si économes en espace. C'est précisément ce que fait Los Angeles depuis une vingtaine d'années, en réservant des voies autoroutières aux bus et aux véhicules transportant deux personnes ou plus (high occupancy vehicle lanes), en s'engageant dans la réalisation d'un métro (un tronç commun à deux lignes dessert le centre depuis 15 ans), en réactivant certaines lignes de chemin de fer, en réhabilitant les espaces publics dans le centre (Ghorra-Gobin, 2006) et en se lançant même depuis peu dans la réalisation de pistes cyclables (dans la 7<sup>e</sup> rue).

C'est pourquoi New York, bien irriguée par le métro, peut avoir un centre 3,4 fois plus dense que celui de Los Angeles (source : recensement de la population de 2000), sans avoir pour autant, en pleine ville, des terrains abandonnés aux voitures en stationnement. Dès les années 50, deux architectes-urbanistes rappelaient que « si tous ceux qui viennent à New York en transports en commun s'y rendaient en voiture, toute la partie de Manhattan située au sud de la 50<sup>e</sup> rue devrait être transformée en parcs à étages. » (Baker et Funaro, 1958, p. 18)<sup>1</sup>.

Ces même auteurs en concluaient : « L'alternance entre blocks d'immeubles et de parkings est une façon commune de développer les parkings dans le centre-ville. Mais cela ne peut résoudre le problème du stationnement qu'au prix de la destruction de la ville [*destroying the city*], par désintégration de l'urbanisme compact [*the close-packed plan*] qui est l'un des principaux avantages de la ville. » (ibid., p. 44)

En Grande-Bretagne, la reconstruction de Coventry, ville de 360 000 habitants totalement détruite lors de la seconde guerre mondiale, a été l'occasion de l'adapter à l'automobile à l'image des villes américaines, en aménageant un ring autoroutier et de nombreux parkings. Malgré cela, explique le rapport Buchanan, il sera impossible de se passer de transports en commun : « À la vérité, le rapport sur Coventry le dit nettement "la majorité devra continuer à circuler en ville par les transports en commun... Il est important de conserver des transports en commun suffisants vers et à partir du centre. Réduire leur fréquence ou leur qualité conduirait de plus en plus de gens à venir en ville en voiture, accroissant ainsi le problème de la circulation dans la zone centrale, lorsqu'elle aura atteint son plein développement". Notre inter-

---

<sup>1</sup> De même, si les déplacements en voiture devaient se faire à Paris dans la même proportion qu'à Los Angeles, il faudrait raser toute la ville pour construire à la place la voirie nécessaire...

prétation de la situation nous conduit à dire qu'étant donné le plan général envisagé pour la zone centrale, il est peu vraisemblable que plus de 30 % des déplacements personnels puissent si effectuer, quel qu'en soit le but, en voiture particulière. Il est très improbable qu'on en vienne à un point où l'on voudra effectué 100 % de ses déplacements en automobile ; pourtant, même ainsi, il apparaît qu'à Coventry, malgré la reconstruction presque totale du centre – et sous une forme plus avancée que dans aucune autre ville de Grande-Bretagne – le résultat reste très éloigné de la « motorisation totale », au sens de la liberté d'utilisation des voitures particulières. Il ne faut donc pas se contenter d'espérer la convaincre la conservation des transports en commun ; c'est une nécessité pour l'existence d'une vie de 360 000 habitants. » (1963, p. 173)

En 1968, Alfred Sauvy arrivait, pour Paris, à la même conclusion : « Si tous les navetteurs qui viennent travailler à Paris utilisaient leur voiture, il faudrait 50 autoroutes à quatre voies dans chaque sens et des parcs formant une ceinture large de 500 m autour de Paris. » (p. 150)

\* \* \*

Finalement, le plus étonnant, ce sont les contradictions profondes des politiques d'urbanisme de toutes ces villes américaines qui n'ont pas hésité à détruire leur centre-ville pour faire place à l'automobile sans se rendre compte que leur attractivité en était irrémédiablement affectée. Au fur et à mesure que le *downtown* est devenu plus accessible en voiture, il s'est vidé de ses habitants et de ses passants, jusqu'à ce qu'un équilibre peu satisfaisant s'installe entre une accessibilité certes améliorée et une attractivité fortement dégradée. Il convient maintenant de se dégager de ces exemples limites et de reprendre le sujet de façon plus analytique.

## Chapitre 10. La réduction de la densité urbaine

Le premier impact provoqué par l'arrivée de modes de transport beaucoup plus consommateurs d'espace, c'est la réduction de la densité urbaine. Le cas limite des villes nord-américaines vient de l'illustrer avec éclat. Il reste maintenant à le mesurer plus précisément, selon les modes, pour chaque type de déplacement, puis dans toute une agglomération, grâce aux données rassemblées dans la première partie.

### *L'automobile spatiophage*

Grâce à l'utilisation de l'unité de mesure qu'est le  $m^2.h$  (voir dans l'introduction l'encadré 1), il est facile d'additionner la demande d'espace-temps pour le stationnement et la circulation pour chaque type de déplacement et selon le mode ou la combinaison de modes utilisés.

La question peut d'abord être abordée pour un déplacement classique de type domicile-travail. Si le déplacement est de 10 km – 5 km aller et 5 km retour – et que le stationnement d'un mode individuel mécanisé dure 8 h, les écarts de demande d'espace par rapport au piéton vont de 1 à 1,5 pour le tramway, 4 pour le cycliste, 5 pour le bus, 11 pour le deux-roues motorisé et... 72 pour la voiture, un écart vertigineux (voir le tableau 42).

Tableau 42. Demande d'espace-temps par mode pour un déplacement domicile-travail

Mode	Taux d'occupation	Stationnement parc 8 h			Circulation aller-retour de 10 km					Total m <sup>2</sup> .h/ voy.	Ecart / piéton
		m <sup>2</sup> / véh.	m <sup>2</sup> / voy.	m <sup>2</sup> .h/ voy.	Largeur m	Débit véh./h	m <sup>2</sup> .h/ véh.km	m <sup>2</sup> .h/ voy.km	m <sup>2</sup> .h/ voy.		
Piéton	1		(0,25)		0,8	3000	0,3	0,3	2,7	2,7	1
Cycliste	1	0,6	0,6	4,8	1,5	2500	0,6	0,6	6,0	10,8	4
2RM	1,05	2,5	2,4	19,0	1,5	1500	1,0	1,0	9,5	28,6	11
Voiture	1,2	25	20,8	166,7	3,0	1000	3,0	2,5	25,0	191,7	72
Bus 12 m dans couloir	70	0	0	0	3,5	40	87,5	1,3	12,5	12,5	5
Tramway	250	0	0	0	3,0	30	100,0	0,4	4,0	4,0	1,5

Manifestement, le stationnement est ce qui handicape le plus la voiture (87 % de sa demande d'espace dans le cas étudié). Alors que c'est le contraire pour le vélo (44 %). Sur l'ensemble de ce type de déplacement, le vélo fait d'ailleurs jeu égal avec le bus (voir l'encadré 8).

## Encadré 8. Le vélo dévoreur d'espace ?

En France, dans l'après-guerre, les deux-roues motorisés (2RM) ont connu un essor considérable sous l'impulsion d'inventions typiquement françaises, telles que le Solex et le VéloMOTEUR vendus à des millions d'exemplaires. À tel point qu'au milieu des années 70, les 2RM étaient devenus largement majoritaires parmi les deux-roues, surtout à Paris où, en 1974, leur proportion était même devenue écrasante (94 %). Cette évolution a conduit bien des chercheurs à ne pas distinguer les divers types de deux-roues et à appliquer de fait aux vélos les consommations d'espace concernant les deux-roues motorisés. Or, en ce qui concerne le stationnement, les données sont très différentes, puisqu'un vélo utilise quatre fois moins d'espace qu'un 2RM, comme on l'a vu au chapitre 1.

Cette assimilation du vélo aux 2RM<sup>1</sup> n'a pas été sans conséquence. Quand, à la fin des années 80, des voix s'élèvent pour réhabiliter l'usage du vélo urbain, à l'occasion notamment de la création du Club des villes cyclables en 1989, certains chercheurs spécialistes des transports publics ressortent ces données pour affirmer qu'un cycliste et son vélo en stationnement prennent 5 à 10 fois plus de place qu'un passager d'autobus dans la circulation générale. Christian Lefèvre et Jean-Marc Offner sermonnent : « À force d'imaginer le réseau idéal de déplacement pour la ville de demain, certains en viennent à proposer le "tout vélo" tout en oubliant que la consommation d'espace-temps des deux-roues s'avère relativement importante... » (1990, pp. 12 et 44). Sur la foi des mêmes données, Pierre Merlin considère lui aussi que la bicyclette est « beaucoup plus consommatrice d'espace que ses partisans ne le reconnaissent » (1997, p. 158). Et leurs raisonnements seront repris par l'ADEME (1995, p. 12) et le ministère de l'Environnement (Dron et Cohen de Lara, 1995, p. 129).

Comment varient ces écarts selon les paramètres ? Si la voiture peut stationner le long d'un trottoir, sur 10 m<sup>2</sup> au lieu de 25, l'écart tombe à 34, mais reste très élevé. Si le stationnement ne dure que 4 h, l'écart baisse à 41. Si la longueur du déplacement est double, l'écart passe aussi à 41, triple, il descend à 30, quintuple, il tombe à 22, ce qui reste toujours très élevé. Si la voiture circule sur des voies rapides, le débit est au moins le double, mais la largeur d'emprise de la voie permettant d'aller vite est aussi bien plus élevée.

Si l'autobus est deux fois moins rempli, son avantage par rapport à la voiture baisse de moitié et passe de 15 à 8. Idem si le couloir bus est deux fois moins utilisé. Dans ces deux hypothèses, le vélo devient deux fois moins consommateur d'espace que le bus.

Bref, de grands écarts apparaissent en matière de circulation et de plus grands encore en matière de stationnement. Il faut chercher des hypothèses peu probables pour que la demande d'espace d'un voyageur en autobus soit plus élevée que celle d'un automobiliste (par exemple : 15 personnes par bus, 20 bus à l'heure dans le couloir et 4 h de stationnement pour la voiture).

Avec un déplacement pour motif achat ou affaire, on peut supposer que le temps de stationnement tombe à 1 ou 2 h. La part du stationnement dans la consommation d'espace est alors moindre et devient équivalente à la part de la consommation d'espace par la circulation.

---

<sup>1</sup> Il semble que ce soit Louis Marchand de la RATP qui ait proposé cette valeur dès 1973, entérinée ensuite en 1977 par André Schmider, grand spécialiste des transports publics, suivis plus tard par bien d'autres spécialistes qui l'ont trouvé acceptable.

Bien d'autres calculs et comparaisons plus complexes peuvent être réalisés grâce au  $m^2.h$ , par exemple, en tenant compte des temps de déplacements terminaux à pied ou en envisageant des déplacements intermodaux : train + vélo ou voiture + tramway, etc.

### *Automobile et discontinuité urbaine*

Par sa très forte consommation d'espace, l'automobile contribue directement et de façon non négligeable à la baisse de la densité urbaine et à la dislocation même de la ville. Pour l'établir de façon plus systématique, il convient de préciser l'espace qu'elle réclame selon les diverses utilisations du sol en commençant par l'habitat où la situation est encore acceptable et en terminant par les bureaux où elle devient critique.

#### *Dans les lotissements et les grands ensembles*

Selon Alain Guengant qui a travaillé sur l'agglomération rennaise, « en moyenne, l'emprise de la voirie représente le cinquième du périmètre aménagé » (1992, p. 24). Cette emprise comprend des places de stationnement public pour les visiteurs, mais ne tient pas compte des espaces privés utilisés par les véhicules dans chaque parcelle. La tendance est aujourd'hui de proposer un garage à 1 ou 2 places et autant d'espace devant le garage pour y stationner les voitures brièvement sans les rentrer dans le garage et sans être obligé de trouver une place dans la rue. Si le garage représente environ  $15 m^2$  pour une place ou  $25 m^2$  pour deux places et son accès tout autant, ce sont respectivement  $30 m^2$  ou  $50 m^2$  d'espace privé de stationnement par maison individuelle, à ajouter au 20 % estimés par Guengant, soit au moins un quart de l'espace consacré à la voiture dans les lotissements. Donald Shoup explique cependant que, pour amortir les coûts de construction du garage, les promoteurs cherchent à commercialiser des terrains plus grands (2005, p. 133).

Dans les grands ensembles d'habitat collectif, à raison d'une voiture par logement, une barre de 76 logements et de 0,2 ha d'emprise, située sur une parcelle d'un hectare, nécessite un parking de 0,19 ha plus ses accès, soit 20 % de la surface de la parcelle, autant que l'immeuble lui-même.

#### *Dans les zones commerciales*

Un hypermarché nécessitant en moyenne une place de stationnement pour  $8 m^2$  de surface commerciale (voir le chapitre 2), il utilise trois fois plus d'espace de stationnement que de surface commerciale. En tenant compte de l'espace occupé par les bureaux et les réserves, l'emprise des parkings, s'ils sont en surface, est environ le double de celle de l'hypermarché.

Un centre commercial nécessitant en moyenne une place de stationnement pour  $16 m^2$  de surface commerciale (voir le chapitre 2), il utilise 1,5 fois plus d'espace de stationnement que de surface commerciale. En tenant compte de l'espace occupé par les bureaux et les réserves, l'emprise des parkings, s'ils sont en surface, est du même ordre que celle du centre commercial. Même si le parking est sur deux étages ou si une partie du parking est sur le toit du centre commercial, son emprise reste considérable. Il faut, en outre, tenir compte de la station service, des voies de distribution du trafic dans la zone commerciale et des bretelles d'accès à l'hypermarché ou au centre commercial. Ce qui peut augmenter encore de 10 à 25 % l'espace occupé par l'automobile. Enfin, pour attirer les clients lointains et élargir la zone de chalandise, l'habitude est d'aménager les parkings en façade pour les rendre bien visibles.

Toutes ces règles éloignent la grande surface de la voirie et contribuent fortement à distendre le tissu urbain.

*A contrario*, dans les hypermarchés ou les centres commerciaux des centres-villes fréquentés en large majorité par des clients venus autrement qu'en voiture (Beauvais, 2003), les parkings et voiries annexes sont considérablement moindres.

#### *Autour des bureaux*

Quand les bureaux sont concentrés dans des immeubles situés dans un quartier central des affaires [*central business district, CBD*], il est d'usage de construire des parkings souterrains pour les employés (ou éventuellement des parkings en élévation, comme souvent aux États-Unis). Si tout le personnel vient en voiture, un calcul assez simple montre que non seulement l'emprise des parkings doit être bien plus importante que celles des tours de bureaux, mais aussi que la voirie doit être très abondante (voir l'encadré 9). Ces conditions sont si contraignantes que de nombreuses parcelles ne peuvent être construites faute d'une accessibilité suffisante et qu'elles sont nécessairement transformées en parking compte tenu des énormes besoins en stationnement.

#### Encadré 9. L'emprise des parkings des tours de bureaux

Quelques calculs simples sont nécessaires pour l'appréhender. Soit :

- s, l'emprise de la tour de bureaux,
- b, le nombre d'employés dans la tour,
- c, la surface utile nécessaire par employé qui est de l'ordre de 20 m<sup>2</sup>,
- d, le nombre d'étages destinés aux bureaux,

On en déduit que pour loger b = 1000 employés dans une emprise de s = 500 m<sup>2</sup>, la tour doit avoir  $d = b c / s = 1000 \times 20 / 500 = 40$  étages.

De même, soit :

- t, l'emprise du parking sous l'immeuble de bureaux,
- p, le nombre de places dans le parc de stationnement en ouvrage sous la tour,
- q, la surface moyenne d'une place de stationnement qui est de 25 m<sup>2</sup>,
- r, le nombre d'étages du parc de stationnement en ouvrage.

On en déduit que pour réaliser p = 1000 places pour 1000 employés dans un parc en ouvrage d'une emprise de t = 500 m<sup>2</sup>, le parc devrait avoir  $r = p q / t = 50$  étages !

En pratique, un parc de stationnement est limité à r = 7 étages, car, au-delà, le temps et les contraintes d'accès deviennent trop dissuasifs<sup>1</sup>. De plus, tout le monde n'étant jamais présent au même moment et certains employés venant à plusieurs dans une voiture, on admet généralement que 0,7 place par employé suffit. Quelle est alors l'emprise du parking nécessaire si l'on tient à ce que tous les employés puissent venir en voiture ? Le parking doit avoir une emprise de  $t = p q / r = 700 \times 25 / 7 = 2500$  m<sup>2</sup>, soit une surface 5 fois supérieure à celle de la tour elle-même. Les contraintes du stationnement obligent à réduire la densité urbaine. Pour que l'emprise du parking ne déborde pas celle de la

<sup>1</sup> Dans le centre des affaires de Los Angeles, une tour de bureaux de 37 étages a été construite en 1986 au 1100 Wilshire Boulevard. Elle comporte à sa base un parking en élévation de 15 étages surmonté par 22 étages de bureaux. L'accès au parking a été jugé si contraignant que la tour n'a pas trouvé de locataires pendant 20 ans, jusqu'à sa reconversion en immeuble de logements en 2007.

<sup>2</sup> Autrement dit, les tours ne permettent pas toujours d'économiser l'espace, loin s'en faut. Ce n'est d'ailleurs par leur objectif premier. Elles sont recherchées par les grandes sociétés pour faciliter le regroupement de leurs bureaux et pour des raisons de prestige. En outre, leurs coûts de construction et de gestion sont assez élevés à cause des contraintes liées aux immeubles de grande hauteur.

tour, il faut que le nombre d'employés soit divisé par 5 et la tour limitée à un vulgaire immeuble de 8 étages, ou que 80 % des employés acceptent de venir au travail autrement qu'en voiture<sup>2</sup>.

Quand les bureaux sont en périphérie, de vastes parkings en surface alentour sont indispensables, ce qui éloigne les bâtiments et oblige souvent à utiliser la voiture sur le site. C'est le cas de la plupart des campus universitaires, des grands centres hospitaliers, des zones commerciales, des sites industriels et autres technopôles, des aéroports...

Dans le campus de l'Université de Lille 1, malgré l'existence de vastes parkings situés à sa périphérie et très peu utilisés, il n'est pas question pour les personnels de supprimer les parkings disséminés entre les bâtiments à proximité immédiate des entrées. Cette opposition empêche de densifier le site et les nouveaux bâtiments sont surtout construits sur ses marges. Résultat, cet étalement rend le campus de moins en moins parcourable à pied, poussant les usagers à utiliser une voiture dans leurs déplacements internes et en conséquence à venir sur le site en voiture plutôt qu'en métro ou en bus.

#### *Autour des parcs relais*

Un parc relais automobile de 400 places en surface occupe déjà un hectare. Or, comme l'a souligné le géographe et urbaniste Patrick Frenay, le paradoxe est patent : alors même que les transports publics lourds améliorent fortement l'accessibilité urbaine, les alentours de certaines stations sont stérilisés par des parkings qui limitent l'urbanisation et la densification (Frenay, 2001 ; voir aussi les travaux suisses ou allemands, tels que Asseo, 1992).

Outre le cas étudié par Frenay (Roodebeck à Bruxelles), bien des gares de la banlieue parisienne pourraient être citées, comme par exemple Achères-ville, Conflans-Fin d'Oise, Neuville-Université, Lognes ou Torcy pour le seul RER A, ou bien certaines stations de métro de l'agglomération lilloise telles que Saint-Philibert, 4 Cantons, CHR-B-Calmette ou Les Prés.

Bref, une bonne accessibilité en voiture nécessite de vastes emprises encombrées de parkings qui stérilisent l'espace alentour et réduisent fortement l'accessibilité des modes alternatifs à l'automobile. La construction de parkings en ouvrage limite ce problème, mais à un coût exorbitant et sans régler la question des voies d'accès qui restent largement dimensionnées.

Quant à l'adaptation des centres anciens à l'automobile, il suppose d'abord la réalisation de parkings en ouvrage si nombreux qu'il faudrait détruire une part importante des immeubles existants. En 1971, Jean Poulit en fait la démonstration : « Prenons le cas de l'agglomération précédemment étudiée [de 350 000 à 600 000 habitants] et supposons que la densité des emplois au centre atteigne 200 unités/ha en moyenne sur une surface de 100 ha. Les parkings nécessaires pour satisfaire les besoins des déplacements individuels (20 000 places hors voirie) occuperont environ 10 à 12 % de l'espace central s'ils sont construits dans des immeubles à étages. Cela paraît peu, mais en fait c'est déjà beaucoup car l'espace construit atteint actuellement 30 à 35 %. Le reste est constitué par de la voirie et des cours intérieures. Les parkings représenteront donc 1/3 de l'espace construit actuel. L'apport de ce nouveau volume bâti peut changer profondément l'aspect du centre. » (p. 61)

Le cas présenté par Poulit est vraisemblablement celui de Strasbourg, choisie par le SETRA à cette époque comme ville pilote pour être adaptée à l'automobile. À partir de la fin des années 60, un groupe de travail est mis en place réunissant la ville, l'Agence d'urbanisme et

Poullit lui-même. Le maire, Pierre Pflimlin, assiste aux réunions du comité de pilotage. Il s'avère très vite que si l'on tient à rendre l'hypercentre accessible à tous les usagers (salariés, habitants, clients...) qui voudraient utiliser une voiture, il faudrait aménager 24 000 places de stationnement à l'horizon 1985, dont 80 % dans des parkings en ouvrage, relate l'Agence dans un ouvrage (Cuiller, 1994, p. 47). Pflimlin rétorque aussitôt qu'il n'est pas question de toucher au patrimoine bâti du centre historique. Poullit en déduit qu'il faut délocaliser une partie des emplois du centre et construire un TCSP qui passe en souterrain dans le centre.

Reste à comprendre au niveau d'un territoire urbanisé, ce que tout cela représente.

### *La part des transports dans l'espace urbanisé*

Pour cerner cette question, il convient d'isoler chaque facteur, puis de comprendre ce qu'il en est de façon générale.

#### *Selon les modes utilisés*

La part de la voirie et des parkings dans l'espace urbanisé est certainement très différente selon le mode dominant utilisé et on se doute qu'une ville automobile est beaucoup plus spatiphage qu'une ville pédestre. Mais il n'existe aucune ville aujourd'hui où tous les déplacements se font à l'aide d'un unique mode. Il faut donc s'intéresser à des cas limites où l'un des modes est particulièrement développé. Quelques rares ratios glanés dans la littérature ou que nous avons calculés permettent d'en avoir une idée (voir tableau 43).

Tableau 43. La part de la voirie et des parkings dans l'espace urbanisé central

	Ville pédestre	Ville cyclable	Ville des transports publics	Ville automobile
Estimation	7 à 10 %	15 à 25 %	20 à 30 %	40 à 60 %
Exemples	7 % dans le centre historique de Montpellier	17 % à Delft (NL) pour 30 % de part modale vélo	26 % à Paris pour 50 % de part modale TC	55 % à Los Angeles pour 85 % de part modale VP
	pour 95 % de part modale à pied	24 % à Oldenburg (D) pour 20 % de part modale vélo	26 % à Berne pour 27 % de part modale TC	60 % à Detroit pour 85 % de part modale VP

Sources : Apel, 2000, pour Delft, Oldenburg et Berne ; De mémoire pour Montpellier ; nos calculs pour Los Angeles et Detroit.

Montpellier possède un centre historique (appelé l'Écusson, à cause de sa forme) constitué de ruelles héritées du Moyen-Age parfaitement adaptées, et pour cause, aux piétons ; depuis 2004, il est entièrement piétonnier. Delft est peut-être la ville européenne où la pratique du vélo est la plus développée (avec Groningen, Copenhague, Ferrare...). Paris reste une ville très accessible, grâce au métro, au RER et à ses larges trottoirs. Berne est la ville du tramway et du train de banlieue par excellence. Et Los Angeles et Detroit sont des villes automobiles emblématiques. Ces cas rassemblés sont trop rares pour en tirer des statistiques fiables, mais ils fournissent néanmoins une idée assez précise sur les écarts de consommation d'espace, selon les modes utilisés, dans les centres-villes.

Dans le cas très étudié de Barcelone, la voirie occupait jadis 17 % de l'espace dans la ville ancienne ceinturée par ses remparts. La plupart des rues n'avait que 4 m de largeur. Dans

l'extension qu'Ildefonso Cerda propose en 1860, c'est désormais 34 %<sup>1</sup>. Pour apporter le soleil et l'air pur, aucune rue n'a moins de 20 m de large et les cœurs d'îlot possèdent un vaste espace libre. Pour faciliter la déambulation des piétons et autoriser les plantations d'arbres, les trottoirs représentent 50 % de l'espace viaire. Et les chaussées d'au moins 10 m de large sont suffisantes pour permettre la circulation aisée des tramways et des voitures à chevaux, bien avant l'apparition de l'automobile. (Serratosà, 1999<sup>2</sup>)

### *Selon la densité*

La part de la voirie dans l'espace urbanisé selon la densité ne peut être cernée qu'en raisonnant à mode de transport donné, sinon le risque est d'attribuer à la densité ce qui relève en fait d'un mode dominant économe en espace ou inversement d'attribuer à un mode économe en espace ce qui relève de la densité. Il est, de plus, préférable d'utiliser dans les raisonnements la densité humaine en habitants + emplois (Fouchier, 1997).

Quand l'usage de l'automobile domine dans toute une ville, le cas limite de Los Angeles étudié précédemment nous apprend que l'espace viaire nécessaire (voirie + parking) est presque deux fois plus important en zone dense qu'en périphérie. Cela s'explique à la fois par un maillage plus serré du réseau viaire (voies rapides...) et par des parkings bien plus nombreux, même si beaucoup sont en ouvrage. Il en est de même quand la marche domine, car le réseau des ruelles est plus serré en zone dense pour pouvoir accueillir des piétons plus nombreux.

### *De façon générale*

Les deux aspects précédents se mélangent. Si le réseau viaire est moins dense en périphérie qu'au centre, les voiries y sont en revanche plus rapides et plus larges, les parkings plus souvent au sol qu'en ouvrage, et moins occupés car plus spécialisés. De plus la périphérie plus récente est beaucoup plus adaptée à l'automobile forte consommatrice d'espace, alors que les centres anciens sont plutôt adaptés aux modes alternatifs à l'automobile plus économes en espace. Aussi, le bilan n'est pas clair. Certains estiment que la consommation d'espace par les transports est plus importante en périphérie qu'au centre et d'autres pensent exactement le contraire.

Cette question est justement abordée dans une étude du CERTU (Di Salvo, 2007) qui utilise directement les bases de données géographiques aujourd'hui disponibles pour calculer la consommation d'espace par l'urbanisation (au sens de surfaces bâties) et les transports (et non seulement par la voirie) dans neuf aires urbaines de province, en distinguant trois zones : la ville centre, la banlieue et la couronne. Que ce soit avec « BDCarto + Corine Land Cover » ou avec BDTopo, la part de l'espace consommé par les transports passe, selon les villes, de 4 à 23 % en ville centre, à 4 à 9 % en banlieue et à seulement 1,5 à 4 % dans le périurbain (voir le tableau 44). L'affaire paraît donc entendue. Mais l'auteure de l'étude, la géomaticienne Magali Di Salvo, retient en fait au dénominateur, faute de mieux, toutes les surfaces, y compris les espaces ruraux interstitiels (bois, cultures, cours ou plans d'eau...). Il n'est donc pas surprenant de tomber à moins de 5 % en périphérie et la question finalement reste entière.

---

<sup>1</sup> Dans la grille, les rues faisant 20 m de large, les îlots carrés 113 m de côté et leurs coins étant coupés, on en déduit que la voirie représente 29,5 % de l'espace auquel s'ajoutent les grandes voies diagonales, quelques voies plus larges et des petites rues qui traversent certains îlots, soit un total effectif de 34 %.

<sup>2</sup> Une synthèse illustrée de cet ouvrage de référence a été réalisée par l'auteur et est consultable en français sur Internet.

Tableau 44. Part du bâti et des transports dans neuf aires urbaines  
selon les bases de données géographiques Corine Land Cover et BDCarto

Aire	Zonage	Nombre de communes	Surface bâtie	Surface transport	Surface totale	Taux bâti	Taux transport
Agen	1-Ville-Centre	1	7.4	1.1	11.3	65.2	10.0
	2-Banlieue	13	20.4	8.4	194.6	10.5	4.3
	3-Couronne	42	6.6	18.1	626.5	1.1	2.9
	Total Aire	56	34.4	27.6	832.4	4.1	3.3
Angoulême	1-Ville-Centre	1	14.5	2.3	21.8	66.7	10.5
	2-Banlieue	15	41.6	7.6	162.7	25.5	4.7
	3-Couronne	64	38.5	28.6	1050.4	3.7	2.7
	Total Aire	80	94.6	38.5	1234.9	7.7	3.1
Epinal	1-Ville-Centre	1	12.0	2.5	59.3	20.2	4.2
	2-Banlieue	10	16.8	3.7	83.4	20.2	4.4
	3-Couronne	52	19.4	11.3	586.0	3.3	1.9
	Total Aire	63	48.2	17.5	728.6	6.6	2.4
Le Havre	1-Ville-Centre	1	28.3	9.2	54.5	52.0	16.9
	2-Banlieue	13	28.2	5.8	105.8	26.6	5.5
	3-Couronne	58	29.9	19.1	475.3	6.3	4.0
	Total Aire	72	86.4	34.1	635.6	13.6	5.4
Lyon	1-Ville-Centre	1	36.7	7.8	48.0	76.6	16.3
	2-Banlieue	101	310.1	63.6	909.0	34.1	7.0
	3-Couronne	194	164.3	95.2	2361.0	7.0	4.0
	Total Aire	296	511.1	166.6	3318.0	15.4	5.0
Nantes	1-Ville-Centre	1	45.2	8.0	65.7	68.8	12.2
	2-Banlieue	19	108.0	23.4	420.1	25.7	5.6
	3-Couronne	62	86.1	58.4	1815.0	4.7	3.2
	Total Aire	82	239.4	89.8	2300.9	10.4	3.9
Nîmes	1-Ville-Centre	1	45.8	8.4	160.7	28.5	5.2
	2-Banlieue	5	5.5	3.0	59.4	9.3	5.0
	3-Couronne	40	30.9	14.0	534.4	5.8	2.6
	Total Aire	46	82.2	25.4	754.5	10.9	3.4
Rennes	1-Ville-Centre	1	34.0	5.2	50.3	67.6	10.3
	2-Banlieue	9	37.4	10.6	134.9	27.7	7.8
	3-Couronne	130	109.4	77.5	2365.6	4.6	3.3
	Total Aire	140	180.8	93.3	2550.8	7.1	3.7
Roanne	1-Ville-Centre	1	10.8	1.4	16.1	67.0	8.9
	2-Banlieue	12	27.0	7.3	157.6	17.2	4.6
	3-Couronne	34	17.5	18.1	583.1	3.0	3.1
	Total Aire	47	55.3	26.8	756.8	7.3	3.5

Source : CERTU, 2007, p. 15.

Pour résoudre cette difficulté, il convient d'estimer la part occupée par la voirie et les parkings, en ne tenant compte que des zones urbanisées. Mais pour cela, il faut renoncer à utiliser les banques de données géographiques et emprunter une tout autre méthode, en commençant par additionner la surface occupée par les parkings évaluée en compilant de multiples sources (comme on l'a vu au chapitre 2) et la surface occupée par les voiries évaluée par la multiplication de leur longueur par leur largeur moyenne d'emprise (comme on l'a vu au chapitre 5). On obtient déjà l'essentiel de cette consommation d'espace à laquelle il convient d'ajouter tout ce qui concerne les transports publics : les garages et espaces de maintenance des trains, métro, tramway et bus et tous leurs espaces de circulation en site propre.

La consommation d'espace par les transports, c'est-à-dire essentiellement par la voiture (voirie + parkings), reste nettement plus importante dans le centre qu'en périphérie, mais les écarts sont bien moindres que ne l'indique l'étude du CERTU (voir l'avant-dernière ligne du tableau 45).

Tableau 45. Part de la voirie dans la surface urbanisée en agglomération parisienne

		Paris	PC	GC	Agglo.
Surface des places de stationnement	km <sup>2</sup>	3	23	56	12,3
Surface de la voirie urbaine (au sens strict)	km <sup>2</sup>	25	86	229	336
Surface des garages et ateliers des TC	km <sup>2</sup>	nc	nc	nc	
Surface des voies de TC en site propre	km <sup>2</sup>	1	4	5	10
Surface totale des transports de voyageurs	km <sup>2</sup>	29	112	290	432
Surface urbanisée	km <sup>2</sup>	95	550	1876	2521
Population	milliers	2 125	4 038	4 787	10 950
Part dans l'espace urbanisé	%	30	20	15	17
Surface par habitant	m <sup>2</sup>	14	28	61	39

NB : la surface des garages et ateliers, non calculée (nc), ne modifierait pas sensiblement les résultats.

Pour expliquer cet écart finalement assez faible, il faut comprendre que ce résultat résume de nombreux facteurs. Certains vont dans le sens d'une grande consommation d'espace par les transports en périphérie : une bien plus grande utilisation de la voiture, des voiries plus larges, plus de parkings au sol et des parkings moins utilisés. Mais d'autres plus puissants expliquent cette part plus grande dans les centres : d'abord et avant tout une bien plus forte densité, puis l'existence de fonctions centrales importantes qui attirent un fort trafic, certes compensés par une répartition modale beaucoup plus en faveur des modes économes en espace et notamment de transports publics souterrains dans les grandes villes, des déplacements moins longs, des voies utilisées de façon plus intensive, des parkings en ouvrage plutôt qu'au sol et bien remplis...

L'erreur serait d'en déduire que la ville étalée consomme finalement bien moins d'espace pour les transports que la ville dense, car, par personne, la réalité est évidemment tout autre.

#### *Par personne*

Dieter Apel, urbaniste au DIFU (Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin), aujourd'hui à la retraite, est l'un des rares chercheurs à s'être intéressé à cette question, en constatant que la surface de voirie par habitant est très différente selon les villes : de 35 m<sup>2</sup> par habitant à Delft, ville réputée pour la part très importante des déplacements qui y sont effectués à vélo, à presque 9 fois plus à Denver, ville automobile par excellence (voir le tableau 46).

Tableau 46. La surface de voirie (au sens large) par habitant (en m<sup>2</sup>)

Delft (NL)	Berne (CH)	Oldenburg (D)	Denver (USA)
35	50	85	300

Source : Apel, 2000.

Dans le cas de l'agglomération parisienne, le calcul de la consommation d'espace des transports par habitant selon les zones aboutit à des écarts tout aussi importants, allant de 14 m<sup>2</sup> à Paris, à 61 m<sup>2</sup> en Grande couronne (comme l'indique la dernière ligne du tableau 45).

Bref, les zones denses utilisent certes plus d'espaces dévolus au transport que les zones peu denses, mais beaucoup moins par personne. L'importance du recours à la voiture explique, pour l'essentiel, de tels écarts. Dans les villes de forte densité, les usagers se déplacent beaucoup à pied, à vélo ou en transports publics sur des aménagements peu consommateurs d'espace et sans avoir besoin de stationner, et les automobilistes bénéficient de nombreux parkings souterrains. Dans les villes étalées, les usagers circulent au contraire essentiellement en voiture, ce qui suppose à la fois des voiries plus larges et plus rapides, très spatiophages, et des espaces de stationnement nombreux et constitués souvent de parkings en surface. Un

phénomène cependant limité par un moindre maillage des réseaux de voirie (comme on l'a vu au chapitre 5). Si bien que c'est avant tout le stationnement qui explique les écarts.

En d'autres termes, sur un territoire donné, la ville automobile est moins consommatrice d'espace que la ville des transports publics, parce qu'elle est beaucoup moins dense et qu'il faut donc un peu moins d'espace pour transporter beaucoup moins de monde. Mais par personne, c'est tout le contraire. Quant à la phase de transition qu'est l'adaptation de la ville héritée et dense à l'automobile, elle exige une telle débauche soudaine d'espace viaire et de parkings que la part d'espace consacrée à la voiture peut atteindre des sommets, comme en témoignent les centres des villes américaines.

Bref, la consommation d'espace par les transports sur un territoire n'est pas le critère pertinent pour aborder cette nuisance, sinon pour caractériser l'adaptation de certains centres anciens, des territoires assez particuliers. C'est au contraire le critère des surfaces nécessaires pour les transports par habitant (et employé) qui est discriminant et pertinent.

Ce résultat a d'importantes conséquences sur le plan économique. S'il faut beaucoup moins de voiries et de parkings par personne dans les centres, il devient possible de dégager des moyens financiers pour réaliser des transports publics, des aménagements cyclables et des espaces publics de qualité pour les modes les plus économes en espace. À l'inverse, en périphérie, la réalisation incontournable d'un réseau viaire très long pour peu de gens absorbe l'essentiel des moyens financiers disponibles, sans réussir à offrir un maillage suffisant et encore moins des espaces de qualité.

\* \* \*

La ville automobile n'est possible sans trop de congestion, qu'avec de faibles densités humaines : de l'ordre de 20 à 30 habitants + emplois par hectare tout au plus. Dès que la densité s'élève, des phénomènes de congestion sont inévitables. Car la densité réduit l'espace disponible tout en augmentant la circulation et le stationnement : le moindre générateur de trafic provoque un afflux de véhicules, à certaines heures ou occasions (desserte des écoles, du marché hebdomadaire, du stade un jour de match important...). L'utilisation d'autres modes plus économes en espace est alors indispensable pour préserver la mobilité. Autrement dit, parce que la voiture a besoin d'espaces considérables, la congestion est inhérente aux déplacements automobiles en milieu urbain.

Cela ne signifie évidemment pas que les autres modes de transport ignorent la congestion. Même les villes piétonnes connaissent ce phénomène. Cela signifie seulement que l'automobile est forcément confrontée à un rationnement de son espace. Il est impossible de lui accorder tout l'espace qu'elle réclame sans détruire une partie de la ville héritée. Ce « rationnement par les quantités » n'est pas un choix politique : il existe de fait dans toutes les villes un peu denses. Il n'est pas non plus toujours bien visible, car il peut y avoir assez d'espaces de stationnement mais pas assez d'espace de circulation ou inversement. Ce qui donne l'illusion que les solutions sont à portée de quelques investissements et que ce ne serait pas une question de rationnement.

## *Chapitre 11. Les nuisances liées aux emprises occupées par les infrastructures de transport*

La consommation d'espace par les transports ne contribue pas seulement à l'étalement urbain et à la baisse de la densité urbaine, elle provoque aussi en cascade bien d'autres nuisances qu'il convient de détailler et d'analyser en s'efforçant de comprendre si elles sont ou non négligeables. Ce sont principalement et directement : l'artificialisation des sols, la dégradation du paysage urbain, les effets de coupure et l'insécurité routière, puis bien d'autres impacts de façon plus indirecte. Après leur passage en revue, on montrera comment toutes ces nuisances s'articulent entre elles et font système.

### *L'artificialisation des sols*

En occupant 15 à 60 % des surfaces urbanisées, les infrastructures de transport – automobile pour l'essentiel – contribuent fortement à artificialiser les sols. Les conséquences en sont multiples.

#### *Un risque d'inondation accru*

Les recherches en hydrologie urbaine ont montré que l'imperméabilisation des sols diminue la pénétration des eaux pluviales dans les sols tout en accélérant leur ruissellement. « Dans les villes, le taux d'infiltration des sols est de seulement 15 % et la quantité ruisselée de 55 %, tandis qu'en milieu naturel environ 50 % des eaux de pluie sont infiltrées dans le sol et 10 % ruissellent vers les cours d'eau » (Giguère, 2009, p. 6). Il en résulte une forte hausse des débits de pointe, avec des risques de débordement et d'inondation accrus. Pour contrer ces phénomènes, les villes sont obligées de renforcer les réseaux de collecte des eaux pluviales.

De plus, l'eau lessive des sols chargés en polluants issus de taches de carburants ou d'huile de moteur, de débris et poussières de pneumatiques, de sels de déneigement en hiver et de pesticides le long des voies ferrées. Le traitement de ces polluants nécessite la création de noues ou de bassins de rétention qui sont encore peu développés, si bien qu'ils rejoignent souvent directement les cours d'eau.

Enfin, l'imperméabilisation des sols réduit l'alimentation des nappes phréatiques dont le niveau tend alors à baisser. Ce qui contribue à dégrader les bâtiments qui se fissurent ou s'affaissent et amplifie les sécheresses avec dépérissement accéléré des arbres d'alignement et autres plantations... (Deutsch, 2005)

À Amiens, un recensement des types de revêtements des parkings de surface effectué à partir de photographies aériennes indique que 84 % des surfaces sont imperméables ou peu perméables (Blanchard, 2011, pp. 74-75).

#### *Des îlots de chaleur*

Des recherches récentes, menées principalement en Amérique du Nord, montrent qu'avec les bâtiments, les transports concourent de façon non négligeable à la hausse des températures

dans les villes et par suite à l'accroissement des consommations d'énergie (ventilation et climatisation), à travers ce que l'on appelle la création d'îlots de chaleur (voir la synthèse de Giguère, 2009).

Les grandes places et les parkings de surface asphaltés ou bitumés favorisent la rétention de chaleur, à la fois par leur faible réflexivité – les rayons du soleil sont peu réfléchis par des surfaces sombres – et par leur forte émissivité – la chaleur absorbée dans la journée est restituée pendant la nuit, jusqu'à constater des écarts de température moyenne de 4 degrés entre le centre et la campagne –. Les écarts entre quartiers peuvent être encore beaucoup plus prononcés : à Montréal, le 25 juin 2005, on a constaté 12 degrés de différence entre le quartier du plateau et le parc du Mont Royal situé à 1,5 km (Anquez et Herlem, 2011, p. 10).

#### *Une réduction de la biodiversité*

Ce ne sont pas seulement les sols qui sont goudronnés, bitumés ou bétonnés, mais aussi les cours d'eau qui sont rectifiés, canalisés, bordés de quais, ou même détournés ou recouverts et transformés en collecteur d'eaux usées pour faire place au trafic ou à des places de parking. À Nantes, dans les années 30, plusieurs bras de la Loire ont été comblés et l'Erdre détournée et enterrée pour faire place à de nouvelles artères. À Strasbourg, en 1872, le Rheingiessen a été comblé pour créer la rue de Zurich. À Chambéry, la Leysse a été peu à peu recouverte au cours du XX<sup>e</sup> siècle pour créer des places de parking. Etc.

Cette moindre végétation réduit encore l'infiltration des eaux dans les sols, l'évapotranspiration des plantes et l'ombrage des sols et des bâtiments, ce qui renforce encore les risques d'inondation et les îlots de chaleur (Giguère, 2009).

#### *La dégradation des paysages urbains*

Les transports participent de diverses manières à la dégradation des paysages urbains (Héran, 2001, chapitre 3 ; Héran, 2006) et tout particulièrement à travers les espaces et les volumes qu'ils occupent.

#### *Les nappes de bitume*

« Les revêtements bitumineux classiques sont particulièrement bon marché car le bitume est le seul produit pétrolier qui ne soit pas taxé. » rappelle André Scobeltzine (2001, p. 171), ce qui ne favorise évidemment pas la recherche et l'utilisation d'autres revêtements. C'est ainsi que l'enrobé « banalise, par son omniprésence, villages, cités, centres commerciaux, lotissements... » (ibid., p. 170).

Il est particulièrement inesthétique quand il enveloppe de vastes parcs au sol dont beaucoup ne comportent encore aucun aménagement paysager. À Amiens, ville pourtant réputée arborée, « 70 % des parkings de surface, consommant 40 % de leur superficie (donc beaucoup de petits parkings), ne possèdent aucun type d'amélioration paysagère : ni végétation ni présence de mobilier urbain. Pourtant, on retrouve dans le PLU des articles obligeant à la plantation d'arbres ou de haies, mais ils ne concernent que certains parkings selon leur taille et leur capacité d'accueil. » (Blanchard, p. 73)

Le bitume est particulièrement présent dans les centres-villes et dans les rues étroites des faubourgs et de certains lotissements, où les exigences de stationnement et de circulation sont telles qu'elles empêchent tout embellissement des espaces publics : plantations, installation de mobilier urbain, élargissement des trottoirs... Les habitants et les commerçants s'y opposent pour éviter toute perte de places de stationnement ou de files de circulation.

### *Les lieux de stationnement*

Les énormes parcs en élévation hérités des années 60-70 restent aujourd'hui des verrues dans le paysage bien difficiles à camoufler. Pour les parcs de stationnement les plus récents, d'importants efforts d'insertion urbaine sont aujourd'hui réalisés, salués régulièrement par des prix d'architecture (Henley, 2007). Mais il reste toujours bien difficile d'intégrer de tels ouvrages, car un parking reste, par définition, dévolu à des objets inanimés, au même titre qu'un transformateur ou un château d'eau. En outre, le coût de cette insertion paysagère est souvent jugé prohibitif au regard du caractère purement fonctionnel de ces ouvrages.

Dans les centres, les dents creuses liées aux parking provoquent des discontinuités du front bâti bien peu esthétiques. Partout, les portes et sorties de garage, souvent sinistres, enlaidissent les façades et les rendent aveugles, parfois sur des longueurs impressionnantes (Shoup, 2005, pp. 139-142).

### *Les grandes infrastructures*

Par leur seule taille, les grandes infrastructures de transport – telles que les viaducs, les échangeurs ou les faisceaux de voies ferrées – saturent le paysage. Leur gigantisme tend à rendre invisibles les piétons et les cyclistes.

### *Les effets de coupure*

Par leurs vastes emprises, les infrastructures de transport peuvent provoquer d'importants effets de coupure qui concernent principalement les modes actifs (Héran, 2011).

Contrairement aux usagers motorisés, pour qui seul compte le temps de déplacement, les usagers qui utilisent leur force musculaire pour se déplacer sont très sensibles aux distances parcourues et préfèrent toujours aller au plus court. Les détours qu'ils sont contraints d'effectuer limitent leurs déplacements, jusqu'à les amener parfois à se reporter sur d'autres modes ou à renoncer à sortir.

La coupure est dite linéaire, quand l'emprise des infrastructures est étroite et très allongée, comme pour une autoroute ou une voie ferrée, ou bien surfacique, quand l'emprise forme plutôt un vaste polygone, comme pour une gare de triage, un échangeur ou un parking. La coupure est parfois infranchissable, comme pour une autoroute ou un parking clôturé qu'il faut nécessairement contourner, ou seulement difficile à franchir à cause d'obstacles physiques (passages dénivelés, parcours compliqués, attentes...) ou psychologiques (insécurité, bruit, pollution, dégradations...), comme pour une artère ou un parking à traverser.

Pour chaque usager et dans chaque situation, il existe un seuil de gêne particulier au-delà duquel il ressent la coupure. Des valeurs moyennes peuvent être cependant proposées. Par exemple, en milieu urbain, il est nécessaire que les piétons puissent contourner les emprises en effectuant un déplacement « pas trop long ». Un critère possible est de prendre comme longueur limite du périmètre des emprises la distance moyenne d'un déplacement à pied, soit un km (12 min à 5 km/h), ce qui correspond, pour un piéton, à des emprises de seulement 2 ha s'ils sont très allongés et jusqu'à 7 ha si leur forme se rapproche du cercle ou, pour un cycliste qui peut parcourir une distance triple à énergie dépensée égale, un déplacement de 3 km, soit des emprises de 20 à 65 ha selon leur forme.

L'impact d'une coupure varie fortement selon la densité humaine alentour (habitants + emplois) et l'implantation des services de proximité que les usagers cherchent à rejoindre (commerces, écoles, administrations publiques...). Si un quartier est suffisamment grand pour comporter une diversité suffisante de services, l'infrastructure qui le longe aura peu d'impact et inversement (James et alii, 2005).

### *Les coupures liées aux parkings de surface*

Les parkings sont rarement suffisamment grands pour constituer à eux seuls des coupures urbaines. Mais ils sont presque toujours agglomérés à une ou plusieurs autres coupures surfaciques qui renforcent la gêne. C'est le cas par exemple des parcs de stationnement qui entourent les stades, les centres commerciaux ou les zones d'activités dont ils peuvent doubler ou tripler la surface initiale, comme on l'a vu au chapitre précédent. En outre, pour des raisons de contrôle des accès, les parkings sont souvent clos et ne peuvent pas servir de raccourcis aux piétons ou aux cyclistes (voir les trois cas analysés par Marie-Annick Blanchard, 2011, pp. 67-72).

En périphérie urbaine, les accès aux commerces et aux activités ne sont souvent prévus que pour les automobilistes. Les parkings sont presque toujours situés en façade et il n'existe pas d'allées piétonnes et d'aménagements cyclables pour les traverser. Les usagers non motorisés, comme les automobilistes qui quittent ou rejoignent leur véhicule, sont contraints de zigzaguer entre les voitures stationnées en recherchant des passages suffisamment larges entre deux véhicules pour ne pas s'y frotter. Comme l'ont montré les études de cas réalisées par l'architecte-urbaniste Antoine Brès (2006), le long de la N6 au sud de Paris, ces pratiques sont bien plus courantes que l'on croit.

### *Les coupures liées aux infrastructures de transport*

Elles peuvent représenter des emprises encore plus considérables que les parkings. En milieu urbain, un échangeur autoroutier complet couvre en général 5 à 20 ha, une gare de triage et ses trois faisceaux de voies – pour stocker les trains qui arrivent, trier les wagons et stocker les trains avant leur départ – peut faire 3,5 km de long sur 300 m de large, soit 100 ha, un aéroport en représente tout autant, sans même parler des aéroports internationaux ou des ports qui sont toutefois plus rares.

Le problème est moins leur existence que la manière dont elles découpent le territoire, s'agglomèrent et isolent des quartiers trop petits pour développer des activités locales suffisantes. Or c'est en périphérie urbaine que ces emprises sont à la fois les plus grandes et les plus nombreuses, alors que le maillage du réseau viaire est déjà insuffisant.

### *L'insécurité routière*

L'envahissement de l'espace viaire par les véhicules motorisés se fait toujours au détriment des autres usagers qui se retrouvent confinés dans des espaces restreints ou même sans plus aucun lieu à l'abri du trafic, directement exposés au danger des vitesses mécaniques. Ainsi, la réduction de la largeur des trottoirs au profit des chaussées, le stationnement illicite sur les aménagements piétonniers et cyclables, la suppression, la dégradation ou l'absence de ces aménagements faute de place et les obstacles à la visibilité que constituent les véhicules à grand gabarit ont accru fortement l'insécurité des modes actifs.

À cela s'ajoute l'effet de marginalisation des modes non motorisés qui accroît encore leur insécurité : piétons et cyclistes deviennent invisibles dans la marée automobile, les conducteurs n'imaginent plus en rencontrer et ne sont plus suffisamment vigilants (Jacobsen, 2003).

Les voiries surdimensionnées poussent aussi à des vitesses excessives qui sont sources de danger et font fuir les usagers les plus vulnérables.

## *Les impacts résultants*

Comme toute nuisance liée aux transports, la consommation d'espace tend d'abord à s'auto-alimenter (Héran, 2011). Entre stationnement et circulation, l'équilibre est, en effet, difficile. Si bien qu'un déséquilibre entre l'un et l'autre peut provoquer ou justifier une fuite en avant dans des surenchères successives. C'est d'ailleurs historiquement ce qui s'est passé. Sous l'effet de la motorisation rapide des ménages, la circulation a considérablement augmenté, amenant les pouvoirs publics à accroître les capacités de stationnement en centre-ville<sup>1</sup>. Une fois réalisés, les parcs de stationnement génèrent de nouveaux flux qu'il faut préserver de la congestion par une meilleure gestion du trafic qui incite encore à multiplier les parkings...

La consommation d'espace génère aussi de nombreux impacts indirects, dont on vient de cerner les principaux. Ils ne sont bien sûr pas uniquement dus à la consommation d'espace, mais aussi à d'autres nuisances, comme c'est, par exemple, le cas de l'insécurité routière. Si bien qu'en réalité, toutes les nuisances font système : il est impossible d'étudier chacune d'elles indépendamment des autres, car elles sont liées entre elles de multiples façons et se renforcent mutuellement à travers divers cercles vicieux (Héran, 2011).

Cette accumulation de nuisances affecte d'abord 1/ les modes de transport utilisés et 2/ le type de déplacements effectués, puis finalement 3/ l'homme et 4/ son environnement. Si bien que toutes les nuisances convergent vers quatre impacts indirects majeurs : 1/ la désaffection pour les modes actifs, 2/ la diminution des relations de voisinage, 3/ la dégradation de la santé humaine et 4/ la dégradation du cadre de vie. La consommation d'espace participe pleinement à ces impacts.

### *La désaffection pour les modes actifs*

La réduction de la densité urbaine accroît les distances et diminue le nombre de destinations potentielles accessibles à pied et à vélo. La dégradation du paysage urbain liée aux parkings et aux grandes infrastructures enlève beaucoup d'intérêt aux déplacements des piétons qui sont réputés particulièrement sensibles à leur environnement. L'insécurité routière provoquée par l'exiguïté ou l'absence d'espaces réservés aux modes vulnérables et pénalisent surtout les cyclistes qui finissent par renoncer au vélo et les enfants que les parents ne laissent plus seuls dans la rue. Les îlots de chaleur concernent avant tout les modes actifs et non les automobilistes qui bénéficient désormais presque tous d'habitacles climatisés.

### *La diminution des relations de voisinage*

Tous les lieux consacrés exclusivement au transport individuel motorisé constituent des espaces monofonctionnels peu animés et peu rassurants. La vie se limite à l'habitacle des voitures. Les échanges avec l'extérieur sont pratiquement impossibles (Lévy, 2004). Les lieux de stationnement sont quasi déserts et les rues saturées de trafic ne sont pas propices aux échanges.

La création de garages ou de parkings dans les bâtiments eux-mêmes et les systèmes d'ouverture automatique des portes limitent les déplacements à pied au strict minimum et contribuent à vider les rues des passants, notamment dans les quartiers centraux des affaires des villes américaines dont beaucoup ne sont accessibles qu'en voiture (Baker et Funaro, 1958, p. 46).

---

<sup>1</sup> « Les producteurs de voitures ont construit inlassablement des mètres carrés de surface mobile, sans se soucier de savoir si les mètres carrés de surface fixe ne pourraient venir à manquer. » (Sauvy, 1968, p. 223)

Mais c'est surtout avec l'éloignement et la réduction de la densité provoqués par les grandes infrastructures de transport que les relations de voisinage se compliquent et que la vie urbaine s'en va. Les vastes parkings, les grands ouvrages et les échangeurs deviennent des sortes de no man's land où se réfugient parfois les marginaux.

### *La dégradation de la santé humaine*

Elle résulte de l'insécurité routière, mais aussi des îlots de chaleur et du stress provoqué par des espaces trop exigus.

### *La dégradation du cadre de vie*

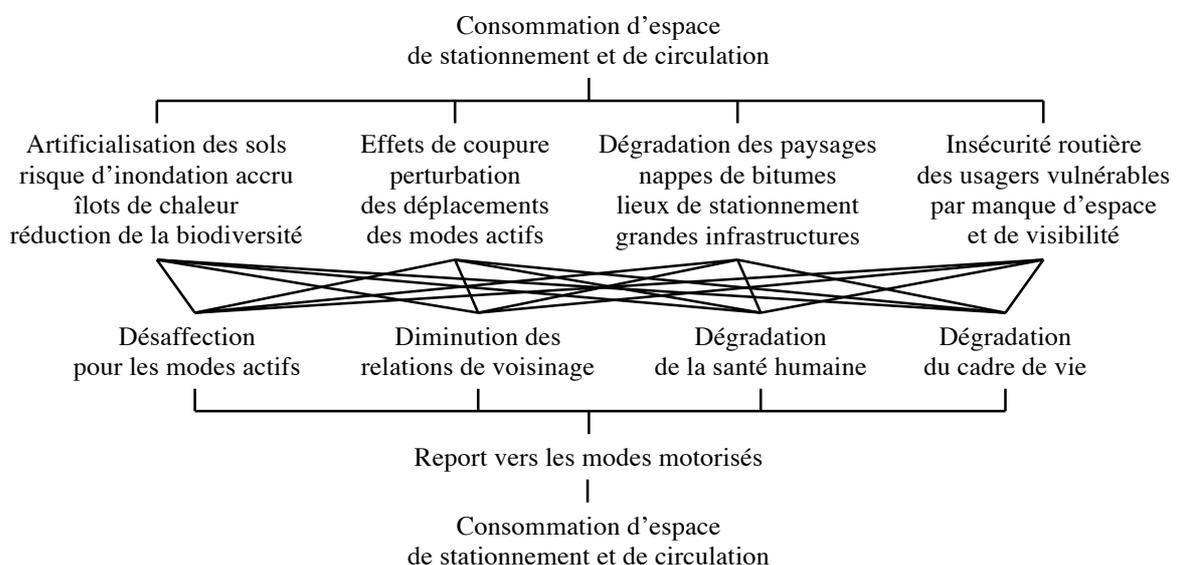
Le paysage urbain, on l'a vu, est abîmé par les parkings, par définition peu hospitaliers, et par les grandes infrastructures qui barrent le territoire. L'artificialisation des sols réduit aussi la présence de la nature en ville. Et partout, la masse des voitures en stationnement contribue elle-même à masquer et à appauvrir l'environnement.

Les parkings de surface se présentent comme des espaces uniformes avec des agencements répétitifs bien peu conviviaux. Les parcs souterrains, en tant qu'espaces clos, sont encore moins engageants et même jugés oppressants par beaucoup. Les plafonds souvent très bas (1,80 m seulement de passage libre pour les voitures), les sombres recoins, les allées interminables, les multiples étages et le labyrinthe des circulations renforcent ce sentiment d'enfermement. Le confort et l'esthétique des garages collectifs ont eux aussi été longtemps négligés par les architectes. De gros efforts sont aujourd'hui réalisés pour rendre ces équipements plus accueillants, plus arborés, mieux éclairés, plus lisibles..., mais leur caractère nécessairement fonctionnel et le coût de ces améliorations rendent l'exercice difficile.

\* \* \*

La consommation d'espace par les transports et tout particulièrement par l'automobile participe pleinement à l'ensemble des nuisances en contribuant à resserrer les multiples liens qui les unissent en un système inextricable. De ce point de vue, c'est une nuisance comme une autre, qui a toutes les caractéristiques habituelles des nuisances (voir la figure 18).

Figure 18. Schéma d'articulation des nuisances liées à la consommation d'espace par l'automobile



## *Chapitre 12. La loi d'occupation maximale de l'espace par les véhicules individuels motorisés*

Pourquoi l'espace viaire est-il envahi à ce point par les véhicules individuels motorisés, non seulement les espaces de stationnement et les voies de circulation normalement dévolus à l'automobile, mais aussi toutes sortes d'espaces publics et privés où elle ne devrait pas s'y trouver : les couloirs bus, les bandes cyclables, les passages piétons, les trottoirs et les places, les cours d'immeuble... ? S'efforcer de répondre en détail à cette question permet d'abord de se rendre compte que les causes du caractère envahissant de ces véhicules ne se résument pas à un simple problème d'encombrement de l'espace géographique, mais qu'elles sont bien plus profondes. On peut déduire ensuite de cette analyse une sorte de « loi d'occupation maximale de l'espace par les véhicules individuels motorisés », dont on verra qu'elle est l'exact symétrique de la « loi de Zahavi ». Il conviendra alors d'en tirer toutes les conséquences en matière de politiques de transport.

### *Le caractère envahissant des véhicules individuels motorisés*

Tout le monde sait d'expérience combien les véhicules motorisés ont tendance, en l'absence de contraintes, à envahir tout l'espace disponible, tout comme un gaz, une métaphore souvent utilisée (Jacobsen, 1997). Mais ce phénomène bien connu reste pourtant peu analysé. Au-delà, de l'idée de trafic induit déjà évoquée au chapitre 6, il faut comprendre, en effet, que l'espace est concerné dans toutes ses dimensions.

#### *L'envahissement de l'espace géographique*

Comme le chapitre 10 l'a montré, le mode le plus consommateur d'espace par personne transportée est de loin l'automobile. Certes, sur le plan de la circulation, les écarts mesurés en  $m^2.h$  par  $voy.km$  sont peu marqués entre les voyageurs en bus sur voie réservée, les cyclistes sur aménagements cyclables et les automobilistes. Mais sur une voie banalisée, les écarts se creusent déjà fortement. Et surtout, en matière de stationnement, ils deviennent énormes, puisqu'un bus ne stationne que brièvement en centre-ville et qu'un vélo prend 8 à 13 fois moins d'espace par personne qu'une voiture. Le stationnement est le talon d'Achille de la voiture. Ces différences expliquent déjà que tout report des modes économes en espace vers les modes spatiophages contribue à saturer la voirie.

#### *L'envahissement de l'espace sensoriel*

Les véhicules motorisés s'imposent à trois de nos sens. D'abord à la vue par leur taille : une automobile occupe un volume 20 fois supérieur à celui d'un piéton ou 10 fois supérieur à celui d'un cycliste avec sa bicyclette. En un siècle, ses dimensions n'ont cessé de croître. Le succès des 4x4 repose d'ailleurs en partie sur leurs formes hautes et galbées. Le paysage urbain est aujourd'hui saturé de véhicules. imposer

Ensuite, les véhicules investissent l'ouïe par leur bruit : celui surtout du moteur aux faibles vitesses peu à peu couvert par celui du roulement au-delà de 50 km/h. L'univers sonore urbain est dominé par le bruit des véhicules motorisés. Certes, les normes européennes concernant le bruit émis par les véhicules neufs ont permis de nets progrès, mais le trafic a beaucoup augmenté, même s'il se réduit un peu aujourd'hui et surtout continue à s'étendre. Les habitacles étant de mieux en mieux insonorisés, un piéton ne peut se faire entendre d'un automobiliste dans le brouhaha de la circulation et le son d'une sonnette de bicyclette est peu audible n'est pas plus audible.

Enfin, les véhicules colonisent l'odorat par les émanations des gaz d'échappement : les citadins respirant ces gaz en permanence, leur sensibilité olfactive en est même affectée. Un séjour prolongé à la campagne permet de retrouver une étonnante diversité d'odeurs.

*A contrario*, les piétons et les cyclistes sont sur tous ces plans d'une discrétion exemplaire, à tel point que leur présence finie par passer presque inaperçue.

### *L'envahissement de l'espace physique*

Les véhicules motorisés imposent leur masse et leur vitesse, conformément aux lois de la physique. La seule masse d'une voiture, d'une moto ou même d'un scooter à l'arrêt sur un trottoir ou un aménagement cyclable constitue déjà un obstacle majeur. Impossible pour les piétons et les cyclistes de déplacer des engins aussi massifs. De plus, la vitesse des véhicules motorisés alliée à leur masse leur confère une énergie cinétique considérable ( $e = \frac{1}{2} m v^2$ ), très supérieure à celle des modes non motorisés : une voiture roulant à seulement 30 km/h a déjà une énergie cinétique 500 fois supérieure à celle d'un piéton marchant à 5 km/h. Conséquence, tout choc doit absolument être évité, car on n'a jamais vu un piéton ou un cycliste renverser une voiture... En outre, le poids moyen des voitures particulières vendues en France a considérablement augmenté ces dernières années, avec le renfort des dispositifs de sécurité, l'amélioration du confort et la montée en gamme, passant de 896 à 1266 kg entre 1985 et 2008, soit + 40 % (ADEME, 2009, p. 48).

### *L'envahissement des espaces de mobilité*

Par leur grande mobilité, les automobiles – l'étymologie est explicite – sont autant capables de franchir de grandes distances que de se glisser dans tout espace d'au moins 1,80 m de large, d'escalader une bordure d'une quinzaine de cm ou de gravir des pentes de 15 %... Et les deux-roues motorisés, encore bien plus agiles, peuvent circuler pratiquement dans les mêmes lieux que les piétons, hormis les escaliers. S'ils ne sont pas protégés d'une manière ou d'une autre, les trottoirs et les aménagements cyclables peuvent dès lors être facilement envahis.

### *L'envahissement de l'espace social*

L'accès à un véhicule motorisé fait désormais partie de la norme de consommation. De nombreuses activités sont maintenant organisées autour de la voiture : une part importante des emplois, des services, des achats, du tourisme, etc. et la publicité renforce ce phénomène. Difficile aujourd'hui de réaliser un programme d'activités sans recourir à une voiture, si on n'habite pas une grande ville dotée d'un réseau de transports publics performants (40 % des Français ne prennent jamais les transports publics...). Avec la motorisation croissante de la société, les véhicules motorisés se sont multipliés et créent une dynamique en leur faveur, imposant partout leur nombre. Chacun profite des effets de parc, de club, de réseau dans une dépendance automobile consentie (Dupuy, 2000). Ceux qui se déplacent autrement qu'en voiture sont déconsidérés et peu à peu marginalisés face au flot automobile croissant. En

outre, cette aspiration générale à l'usage de la voiture – volontaire ou contrainte – a conduit tout le corps social à une grande tolérance à l'égard de l'automobile et de ses excès, y compris chez les élus, la police et les juges.

### *L'appropriation privée de l'espace public*

Dans la mesure où une voiture individuelle offre un habitacle privé clos, réservé à des proches et interdit à autrui, il y a bien utilisation d'un espace public à des fins privées pour y stationner ou y circuler, et donc confiscation de cet espace par quelques-uns au détriment de ceux qui voudraient l'utiliser à d'autres fins. Il y a cependant une certaine différence entre circulation et stationnement. Dans le premier cas, l'espace est utilisé par de nombreux usagers qui se succèdent rapidement, alors que dans le second, il peut être accaparé pendant des heures ou des jours entiers au profit exclusif de quelques-uns. Cette utilisation exclusive n'est tolérée que lorsque la voiture est considérée comme indispensable. Dès que ce n'est pas le cas, comme dans les centres-villes bien desservis par les transports publics, la population admet que la circulation et le stationnement soient encadrés, limités et tarifés.

Les quatre premières dimensions de l'espace, qui ont toutes une origine physique, suffisent déjà à montrer que les divers modes de déplacement ne se situent pas du tout sur le même plan. Il ne peut y avoir de concurrence pour l'espace sur une base égalitaire, du fait même des caractéristiques particulières des modes motorisés qui les mettent naturellement dans un rapport de force très favorable. Les deux dernières dimensions, qui sont de nature socioculturelle, légitime en quelque sorte cet envahissement en lui donnant un caractère normal. Et l'ensemble fait système, les diverses dimensions se confortant mutuellement.

### *La loi d'occupation maximale de l'espace*

Pour toutes ces raisons, dans les zones où la lutte pour l'espace est particulièrement forte, les véhicules individuels motorisés tendent à occuper tout l'espace disponible. C'est vrai pour les espaces existants comme pour les nouveaux. Ainsi, peut-on affirmer qu'en milieu urbain dense ou à proximité des générateurs de trafic, tout espace libéré, élargi ou nouveau est rapidement accaparé par les seuls véhicules individuels motorisés, s'il n'est pas immédiatement affecté à un autre usage et protégé d'une façon ou d'une autre du caractère envahissant de ces véhicules. Il existe donc une sorte de « loi d'occupation maximale de l'espace », qui est tout simplement le pendant de la « loi de Zahavi ».

Pour le monter, un détour conceptuel est nécessaire en utilisant les catégories simples que sont l'offre et la demande, de temps et d'espace, de circulation et de stationnement, et en examinant comment elles s'articulent entre elles.

La « loi de Zahavi » – qui est en fait une conjecture – correspond à l'existence d'une demande moyenne de temps de déplacement quasi fixe, d'environ une heure par jour (Zahavi, 1973). Cette moyenne cache, on le sait, de grandes disparités (Joly, 2003). On peut néanmoins constater avec Yacov Zahavi, expert à la Banque mondiale dans les années 70, la grande stabilité de cette demande de temps qui s'explique essentiellement par des raisons sociologiques d'arbitrage constant entre les différentes activités réalisables en une journée de 24 h par définition non extensible (Wiel, 2007). De plus, dès qu'il y a usage d'un véhicule individuel privé, ce véhicule n'étant en moyenne utilisé que 5 % du temps journalier, cela suppose une demande de temps de stationnement considérable.

Face à la demande de temps de déplacement, l'offre n'est le plus souvent pas limitée, parce que c'est assez difficile de l'envisager. En général, dans une infrastructure à péage par exemple, c'est son usage qui est facturé et non le temps de déplacement ; les autorités obligent

cependant l'usager à ne pas rouler trop lentement en fixant une vitesse limite inférieure<sup>1</sup>. Dans un péage de zone, comme celui du centre de Londres, l'usager paye un forfait pour la journée, ce qui constitue une limitation temporelle faible. Quant à l'offre de temps de stationnement, il est plus facile de la limiter en instaurant un stationnement rotatif ou payant qui suppose néanmoins des moyens de contrôle conséquents.

En ce qui concerne maintenant l'espace, il existe une demande d'espace de déplacement correspondant à la demande de temps de déplacement et qui est donc, elle aussi, *a priori* assez stable. En fait, cette demande d'espace dépend fortement des modes utilisés et de leur vitesse (voir le chapitre 4). La demande d'espace de stationnement des véhicules individuels varie plus encore selon le mode (voir le chapitre 1).

Pour répondre à ces demandes, les pouvoirs publics s'efforcent d'octroyer une offre d'espace suffisante. Mais c'est là que tout se complique, car les déplacements en voiture et le stationnement des véhicules consomment par rapport aux autres modes un espace considérable qu'il est long et très coûteux de réaliser. Une hiérarchisation des priorités et des arbitrages sont forcément nécessaires.

À défaut d'investissements suffisants, des phénomènes de congestion apparaissent. Dans cette approche, la congestion peut se définir très simplement comme une offre d'espace inférieure à la demande d'espace, à technologie constante (c'est-à-dire en considérant le type de véhicules et la régulation du trafic comme donnés). Cette définition est plus restrictive que la définition classique – un excès de la demande de circulation par rapport à la capacité du réseau –, mais elle a le mérite de mettre l'accent sur la dimension spatiale fondamentale de la congestion, en rappelant que la technologie ne peut seule venir à bout du problème.

Enfin, toute considération en terme de temps a des répercussions en terme d'espace et inversement. La congestion fait perdre du temps et c'est d'ailleurs souvent de cette façon qu'elle est appréhendée. La vitesse accrue conduit à aller plus loin et donc à utiliser plus d'espace. Et en ce qui concerne les véhicules, la circulation et le stationnement sont des produits joints : impossible de circuler sans stationner et inversement (sauf à laisser le véhicule à l'arrêt en permanence).

Autrement dit, la congestion et les politiques tarifaires visant à la réduire peuvent conduire à toutes sortes d'arbitrages spatio-temporels : entraîner un report dans le temps de déplacements à destination contrainte pour éviter l'heure de pointe, un report de déplacements libres vers d'autres destinations, un report des modes très consommateurs d'espace vers des modes plus économes en espace, voire un changement de domicile ou de travail pour réduire la longueur des déplacements contraints et en profiter pour utiliser des modes plus lents ou l'inverse.

En résumé, on constate de fortes similitudes entre les raisonnements concernant le temps et l'espace, mais la gestion du temps est largement une affaire privée, alors que la gestion de l'espace est aussi en partie publique parce qu'elle a des répercussions majeures sur la forme urbaine.

C'est pourquoi, à la « loi de Zahavi » correspond une sorte de « loi d'occupation maximale de l'espace » que l'on peut appeler « loi de Jacobs », du nom du secrétaire général de l'UITP de 1958 à 1985, André J. Jacobs, qui affirmait dès les années 60 : « tout espace nouveau créé dans le réseau routier des grandes agglomérations engendre un afflux de véhicules qui utilisent immédiatement cette surface nouvelle et en neutralisent la capacité » (cité par Bigey et

---

<sup>1</sup> Article R413-19 du code de la route : « Aucun conducteur ne doit gêner la marche normale des autres véhicules en circulant sans raison valable à une vitesse anormalement réduite. En particulier sur autoroute, lorsque la circulation est fluide et que les conditions atmosphériques permettent une visibilité et une adhérence suffisantes, les conducteurs utilisant la voie la plus à gauche ne peuvent circuler à une vitesse inférieure à 80 km/h. »

Schmider, 1971, p. 121). En 1968, Alfred Sauvy ne dit pas autre chose mais de façon moins claire : « ce qui sera fait [pour étendre les espaces dévolus à l'automobile] ne permettra guère, comme on le croit naïvement, de réduire l'embouteillage, mais permettra à un nombre plus grand de véhicules de rouler avec le même degré d'embouteillages que celui que nous connaissons. Celui-ci est en effet devenu une notion sociologique, c'est le seuil à partir duquel un certain nombre de possesseurs de voitures renonce à la sortir. » (p. 150)

De la même manière que toute vitesse accrue est en moyenne utilisée par les usagers, non pour gagner du temps, mais pour aller plus loin, de façon à conserver leur budget temps de transport constant, toute solution économe en espace aboutit en fait, non à gagner de l'espace, mais à attirer de nouveaux usagers motorisés, jusqu'à saturer l'espace disponible. La seule différence pour l'usager est que sa demande de temps de déplacement n'est limitée que par lui-même, que sa demande de temps de stationnement l'est parfois par les pouvoirs publics, alors que sa demande d'espace de déplacement comme de stationnement se heurte vite à l'espace disponible en zone urbaine dense que ce soit pour des raisons physiques malgré les efforts des pouvoirs publics ou au contraire par volonté délibérée des pouvoirs publics de ne pas augmenter l'offre d'espace. La contrainte n'est donc pas la même dans chaque cas, mais elle oblige à chaque fois à une redistribution des usages (voir le tableau 47).

Tableau 47. Comparaison entre les lois de Zahavi et de Jacobs

« Loi de Zahavi »	« Loi de Jacobs »
Loi d'utilisation maximale du temps attribué aux déplacements par les usagers quel que soit le mode utilisé	Loi d'utilisation maximale de l'espace nécessaire aux déplacements par les usagers quel que soit le mode utilisé
Pas de contrainte sur l'offre de temps de déplacement, parfois des contraintes sur l'offre de temps de stationnement	Fortes contraintes sur l'offre d'espace de circulation et de stationnement dans les zones urbaines denses
Conséquences : tout gain de temps est réinvesti dans les déplacements tant que le temps attribué aux déplacements par les usagers n'est pas atteint d'où augmentation des distances parcourues	Conséquences : tout gain d'espace est réinvesti dans les déplacements ou le stationnement tant que cet espace est disponible pour ces usages d'où augmentation de la circulation

### *Les conséquences de cette loi*

L'existence de cette loi explique le peu d'efficacité de tous les investissements qui libèrent de l'espace en zone dense tout en évitant en même temps de brider la circulation et le stationnement automobile, au nom de la liberté de circuler avec le mode de son choix (art. 1 de la LOTI)<sup>1</sup>.

L'installation d'un garage gardienné ou vidéosurveillé à proximité d'une gare centrale vise à inciter les usagers à prendre le train + un vélo à l'arrivée pour circuler en ville jusqu'à leur lieu de travail, puis pour se déplacer au besoin en journée pour déjeuner, faire des achats ou diverses affaires. Ils stationnent donc leur vélo la nuit et les week-end dans ce garage. Cette solution connaît un grand succès à Strasbourg – où plus de 1900 personnes stationnent leur vélo autour de la gare –, dans quelques autres villes de France et bien sûr dans les pays d'Europe les plus accueillants pour les cyclistes. Elle est régulièrement justifiée par le report

<sup>1</sup> Cet article est souvent interprété comme la reconnaissance de la possibilité de se déplacer avec le mode de son choix et donc pas seulement en voiture, mais aussi en transport collectif et surtout à pied et à vélo. En fait, c'est aussi une façon de préserver la liberté de circuler en voiture, face aux revendications des autres usagers. Car quand on met tous les usagers sur le même plan, la voiture s'impose d'elle-même à tous de par ses caractéristiques, comme nous l'avons vu plus haut.

modal qu'elle est censée encourager (voir par exemple l'étude du bureau d'études Altermodal pour l'ADEME en 2007). Mais les véhicules retirés du trafic de centre-ville créent un espace vacant qui a toutes les chances d'être occupé par d'autres véhicules : de nouveaux conducteurs, ou même d'anciens cyclistes qui découvrent que finalement, cela circule désormais un peu mieux en voiture.

La création d'une ligne de métro plutôt qu'une ligne de tramway a souvent été présentée dans les années 70-80, à Lille, à Rennes, à Toulouse ou à Strasbourg (avant que dans cette ville le tramway ne soit finalement choisi) comme une solution évitant d'encombrer l'espace en surface ou même réduisant la congestion automobile, tout en étant censée encourager le report modal vers les transports publics. Dans toutes ces villes, la congestion n'a pourtant pas substantiellement baissé.

La réalisation d'une rocade visant à détourner le trafic du centre-ville s'est souvent accompagnée d'une requalification du centre avec parfois même une réduction de la place accordée à l'automobile. Mais le bilan global reste très favorable à l'automobile : les espaces créés en périphérie compensant largement les espaces supprimés au centre. En conséquence, le trafic a lui aussi globalement augmenté.

La création d'un parking souterrain est presque toujours l'occasion d'accroître le nombre de places de stationnement, même si quelques places sont supprimées en surface. Le bilan ne peut être, là encore, que globalement favorable à la voiture.

Toutes ces solutions ont en commun de ne pas réduire l'espace global dévolu à la voiture dans l'espace urbanisé mais de l'augmenter. Dès lors, il ne faut pas s'étonner que le report modal soit très localisé et globalement inexistant : on assiste au contraire à une hausse générale du trafic, sinon en nombre de déplacements, au moins en distance parcourue, comme les dernières EMD l'ont montré.

De même qu'il est impossible d'éviter que l'automobiliste cherche toujours à aller plus loin sans brider sa vitesse (à coût d'usage constant), il est impossible de l'empêcher d'occuper tout l'espace disponible sans brider le caractère envahissant de son automobile. Cette limitation peut se faire par des mesures réglementaires ou tarifaires qui seront détaillées dans la dernière partie.

### ***Loi de Jacobs et conjecture de Mogridge***

Martin Mogridge, économiste britannique, a beaucoup travaillé sur la congestion à Londres. Il est connu pour avoir montré qu'une augmentation de l'offre viaire se fait forcément au détriment des transports publics et dégrade même la vitesse de l'ensemble des déplacements (Mogridge, 1990). Certes, dans un premier temps, la vitesse de porte à porte des automobilistes est améliorée, mais cela entraîne un trafic induit et un report modal des transports publics vers l'automobile devenue plus performante. La clientèle des transports publics se réduisant, les recettes des sociétés qui les gèrent se rétractent. Pour limiter leur déficit d'exploitation, elles diminuent la fréquence des rames et des bus, ce qui dégrade la vitesse de porte à porte des transports publics, enclenchant un cercle vicieux. Au bout de quelques semaines, l'apport de nouveaux automobilistes anéantit les gains de vitesse qu'autorisaient les nouvelles infrastructures, jusqu'à ce que les vitesses des véhicules particuliers s'alignent sur les vitesses dégradées des usagers des transports publics. « Dès lors, tout investissement visant à accroître l'offre viaire est voué à l'échec car, *in fine*, on se retrouve avec des vitesses moyennes dégradées. » commente l'économiste Lionel Clément (1995, p. 5).

La loi de Jacobs aboutit à un résultat similaire et complémentaire : tout investissement qui accroît l'espace accordé à l'automobile, même si ce n'est pas son intention première, ne peut qu'encourager l'usage de ce mode en facilitant sa circulation ou son stationnement. Si le

critère de la vitesse utilisé par Morigridge est intéressant, il ignore cependant certains aspects dont rend compte le critère de l'espace consommé. Car les usagers ne sont pas seulement sensibles à la vitesse de porte à porte, mais également au confort que procurent des espaces généreux.

\* \* \*

Ainsi, qu'on le veuille ou non, l'usage libre de l'automobile en milieu urbain est forcément contraint par sa consommation d'espace. Et corollaire : aucune politique d'aménagement viaire ne peut desserrer durablement cette contrainte (sauf à détruire la ville ou à investir des sommes colossales). Invoquer la liberté de déplacement pour justifier une politique d'aménagement en faveur de l'automobile n'a donc pas de sens, car, en ville, l'usage de la voiture est forcément limité. Sans efforts de régulation, il existera toujours une pénurie d'espace pour l'automobile, et donc des problèmes de congestion. Et puisque même la création d'espaces nouveaux ne peut jamais parvenir à terme à satisfaire la demande, le rationnement ou la tarification de l'espace viaire automobile sont inévitables (Lévêque, 2004).

## *Chapitre 13. Les conflits d'usage de l'espace*

Depuis deux siècles, l'arrivée progressive de modes de transport beaucoup plus consommateurs d'espace, dans des villes où l'espace était déjà rare et convoité, n'a pu se faire qu'au détriment des autres usages du sol et des autres usagers de la voirie. Les multiples conflits qui en ont résulté et en résultent encore n'ont pas toujours été perçus en tant que tels, tant le train, ses faisceaux de voies ferrées et ses gares, puis surtout l'automobile et ses infrastructures se sont imposés dans le paysage urbain en incarnant successivement la modernité. Il est donc instructif de les passer en revue.

L'exercice est cependant difficile, car les travaux portant directement sur ce sujet sont assez rares (voir la recension plus large d'André Torre, 2010, sur conflits environnementaux et terri- toires). Aussi, on se retrouvera le plus souvent contraint de repérer les conflits probables ou potentiels plutôt que les conflits réels.

On s'interrogera d'abord sur la manière dont les conflits s'expriment. On détaillera ensuite ceux qui portent sur l'affectation des sols, puis ceux qui s'installent entre les modes de déplacement.

### *L'expression des conflits*

Concrètement, les conflits visant à s'accaparer un territoire urbain s'expriment de deux ma- nières différentes et de façon naturellement opposée selon les protagonistes.

1/ Tous les espaces qui paraissent vacants sont revendiqués par les modes individuels moto- risés dont la soif d'espace est – on l'a vu au chapitre 12 – inextinguible. Ils s'y installent sans vergogne, profitant de la masse et de l'inertie de leur véhicule pour s'imposer. Et si les auto- rités les en empêchent, ils réclament l'annexion de ces espaces à la circulation ou au station- nement. Ces comportements suscitent des réactions parfois virulentes de la part des personnes qui veulent conserver les usages existants ou y développer d'autres usages.

2/ Toutes les revendications d'espaces jusqu'ici consacrés aux véhicules individuels moto- risés par des personnes qui veulent les affecter à d'autres usages sont vivement contestées par les usagers motorisés qui peuvent utiliser leur véhicule pour les occuper de fait. Et si les autorités les obligent à payer une redevance d'occupation de ces espaces ou à quitter les lieux, tout est bon pour dénoncer ces atteintes aux droits des automobilistes et deux-roues motorisés de circuler et stationner librement ou pour réclamer des compensations, que ce soit des tarifs préférentiels, la création de nouveaux espaces ou carrément des passe-droits.

Dans le premier cas, les automobilistes et deux-roues motorisés adoptent une attitude offen- sive et les autres usagers une attitude passive ou défensive. Dans le second cas, c'est l'inverse. Avec le reflux du « tout automobile », les rapports de force se modifient, et on assiste à un glissement progressif des conflits du premier type vers le second.

Les intérêts de certains protagonistes sont parfois portés par des organisations (associations, organisations professionnelles...) ou relayés par des institutions pour mieux peser dans les conflits. C'est surtout le cas des opposants qui sont en général en position de faiblesse et qui ont besoin de s'organiser. Pendant longtemps, les automobilistes n'ont pas eu besoin de se

constituer en lobby, tant leurs intérêts rencontraient un fort soutien dans l'opinion, chez les élus et les institutions convaincus de la nécessité de démocratiser l'automobile (Flonneau, 2009). Ce n'est que récemment, par exemple, que les automobiles-clubs ont ressenti le besoin de se regrouper dans une fédération nationale : « L'Automobile Club - Association Française des Automobilistes », fondée en 2009.

### *Les conflits concernant l'affectation des sols*

Pour faire place aux véhicules hippomobiles, puis au chemin de fer et enfin à l'automobile, il a fallu, dans les zones déjà urbanisées, élargir d'abord les rues, réaliser ensuite des percées, couvrir les cours d'eau, détruire parfois des quartiers entiers et coloniser les rares espaces libres... En proche périphérie, ont été rejetés les voies de garage des trains, tramways et métros et les dépôts de bus, puis les voies express et leurs échangeurs et les parkings de surface, tous rattrapés depuis par l'urbanisation.

#### *Elargissements et percées*

Pour faciliter la circulation des carrosses en forte croissance<sup>1</sup>, certaines rues des grandes villes ont commencé à être élargies dès le XVII<sup>e</sup> siècle (Darin, 1996). Quelques places ont également été dégagées, notamment aux débouchés des rares ponts toujours terriblement encombrés. L'alignement des façades qui s'était fortement développé au XVIII<sup>e</sup> a cependant vite rencontré ses limites et avec l'essor de la population et des déplacements, il a fallu se résoudre à recourir à la solution beaucoup plus radicale des percées.

Les percées ont véritablement débuté à Paris au début du XIX<sup>e</sup> siècle, à l'exception de la rue Royale créée dès 1775 (Pinon, 2002, pp. 13-15). Elles se sont accélérées sous la restauration et surtout sous le Second empire qui a su se doter des instruments juridiques et financiers nécessaires pour réaliser les expropriations et les travaux. Les percées d'Hausmann avaient certes comme objectif de faciliter la circulation des attelages, mais aussi d'éradiquer l'habitat insalubre, de construire des immeubles de qualité et d'améliorer les réseaux souterrains (eau, égouts...), bref de redynamiser le centre. Ces travaux ont été fort admirés pour leur audace et bien d'autres villes françaises et européennes ont dès lors imité la capitale<sup>2</sup>. À partir des années 1890, l'extension des réseaux de tramways, passés progressivement à la traction électrique, a représenté une justification supplémentaire (comme à Strasbourg).

Toutes ces percées ont suscité d'intenses débats. Si elles ont fini par être acceptées, certains bâtiments historiques ont été irrémédiablement perdus : par exemple, à Paris, l'Abbaye aux Bois détruite par l'élargissement de la rue de Sèvres en 1907 ou le couvent des Récollets raboté lors de l'agrandissement de la Gare de l'Est et du déplacement de la rue du Fg Saint Martin en 1930, ou encore, à Lille, le marché aux poissons démoli lors de la percée de la rue Faidherbe en 1871.

---

<sup>1</sup> « Le nombre de carrosses ne cesse d'augmenter, de 320 environ en 1658 à 15 000 un siècle plus tard, il atteint 20 000 en 1765, dans une ville d'environ 600 000 habitants » (Studeny, 1995, p. 67).

<sup>2</sup> Sur les centaines de percées qui ont été réalisées par les villes françaises, on peut citer à titre d'exemples : les boulevards Sébastopol, Saint Michel et Saint Germain, l'avenue de l'Opéra et beaucoup d'autres artères de Paris (Pinon, 2002), la rue de la République à Lyon entre la gare de Perrache et la place des Terreaux, la rue de la République à Marseille reliant la Canebière à la Joliette, la rue Faidherbe à Lille entre la gare et la Grand place, la rue Foch à Montpellier traversant l'Écusson, les rues d'Alsace-Lorraine, du Languedoc et de Metz à Toulouse, la rue de la République à Avignon, la rue de Strasbourg à Nantes, les rues Jeanne d'Arc et Jean Lecanuet à Rouen, la Grande percée à Strasbourg commencée à l'époque allemande en 1912 et terminée seulement dans les années 50... (voir notamment les travaux de l'urbaniste et historien Michaël Darin, 1988).

### *Place aux gares*

Les embarcadères construits au début de l'essor des chemins de fer se sont rapidement retrouvés insuffisants. Jusqu'aux années 30, des gares bien plus vastes et plusieurs fois agrandies ou déplacées leur ont fait place, à coup d'expropriations des immeubles alentours. De fut le cas de toutes les grandes gares parisiennes actuelles et notamment de l'immense Gare de l'Est couvrant 8 ha (Lamming, 1999, première partie). Des quartiers entiers ont disparu à l'occasion. Ainsi, à Londres, la construction de la Gare de Saint Pancras a nécessité le déplacement de 20 000 personnes (Wolmar, 2007, p. 118).

### *Reconstructions d'après-guerre*

Contrairement aux villes allemandes qui ont cherché à reconstituer à l'identique les centres anciens et leurs ruelles (Buchanan, p. 175), les villes françaises les plus détruites ont souvent préféré en profiter pour élargir les rues et remodeler le réseau viaire, par exemple à Brest, à Beauvais et surtout à Saint-Nazaire où le centre-ville a carrément été déplacé.

La France a été particulièrement perméable aux idées du mouvement moderne incarnées par Le Corbusier (Vayssière, 1988). Il s'agissait de faire table rase du passé pour favoriser, entre autres, la mobilité motorisée. La population a d'ailleurs largement adhéré à cette idéologie. Ainsi, à Caen, la ville a échappé de justesse à une percée qui devait traverser le château. Les habitants et la municipalité y étaient favorables et ce n'est que l'opposition du service des monuments historiques qui a fait échouer le projet.

### *Les voies d'eau supprimées, recouvertes ou endiguées*

Beaucoup moins coûteux à réaliser que les percées, les comblements de bras de rivières, les couvertures de cours d'eau ou la réalisation de quais circulés sur leurs rives ont concerné de nombreuses villes au cours des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècle. L'objectif était à la fois hygiéniste et routier : il fallait assainir la ville tout en la rendant plus accessible. Quelques exemples.

À Nantes, dans les années 30, plusieurs bras de la Loire ont été comblés pour laisser place au cours Franklin-Roosevelt, à la rue Félix-Eboué, à l'allée Turenne et au cours Honoré d'Estienne-d'Orves. Puis l'Erdre a été déviée et mise en souterrain pour laisser place au cours des 50 otages qui a offert jusqu'à 8 files de circulation en plein hypercentre. En 1985, l'arrivée du tramway a permis d'éviter la transformation du cours Franklin-Roosevelt en voie rapide avec carrefours dénivelés, puis en 1991, à l'occasion de l'arrivée de la ligne 2 du tramway, le cours des 50 otages a été ramené à deux files de circulation plus un couloir bus. Cette mutation a suscité d'importants débats qui sont en partie à l'origine des alternances politiques de 1983 et 1989 à la tête de la mairie (Bigey, 1993).

À Chambéry, du début du XX<sup>e</sup> siècle au début des années 70, la Lysse a été progressivement recouverte sur près d'un km dans le centre pour accroître essentiellement les possibilités de stationnement et améliorer l'écoulement du trafic. Un projet de « reconquête de l'axe de la Lysse » vient d'être lancé, avec remise à l'air libre de la rivière, suppression de nombreuses places de parking et limitation du trafic à la seule rive gauche au profit des piétons, cyclistes et transports en commun sur la rive droite. De nombreux espaces publics seront revus. Mais en contrepartie, la métropole veut réaliser un nouvel accès direct entre l'autoroute et le nord du centre-ville en lançant un viaduc routier de 230 m au dessus du faisceau de voies ferrées de la gare pour un coût de 18 M€. Si le trafic automobile sera réduit dans la traversée de l'hypercentre, il sera en revanche globalement accru. Un bras de fer entre les milieux économiques, la mairie et les associations du cadre de vie est engagé.

À Lille, au XIX<sup>e</sup> siècle, pour des raisons sanitaires, la Deûle est détournée du centre-ville et la basse Deûle transformée en bassin portuaire desservant l'hypercentre. Puis, en 1930, la

basse Deûle est finalement comblée laissant place à l'avenue du Peuple Belge. Des parkings en surface sont aménagés en son centre, puis un parking souterrain est même construit au début des années 90. En 2009, un projet de remise en eau de la basse Deûle sur 900 m est lancé, non sans susciter quelques remous à cause du coût du projet (47 M€) et des places de stationnement supprimées.

On pourrait encore citer le cas de ce parking de 240 places construit au-dessus de la Vilaine dans le centre de Rennes ou celui de l'axe nord-sud, à Paris, qui devait être aménagé sur l'emprise du canal Saint Martin, avant qu'une coalition d'opposants déterminés – associations du cadre de vie, historiens... – ne parviennent à convaincre les élus de mettre fin à ce projet (Cherki et Mehl, 1979).

À l'étranger, bien d'autres exemples édifiants peuvent être cités. À Utrecht, au début des années 70, la construction d'une voie rapide avec carrefours dénivelés est amorcée sur un kilomètre entre la gare et le centre-ville, en lieu et place du canal qui entoure la cité. Après de vives protestations et faute de financements, le projet est stoppé. En 2009, la municipalité a décidé de supprimer cette infrastructure et de restaurer le canal d'origine : les travaux sont en cours.

### *Les espaces verts rognés*

Avec la démolition des anciennes fortifications, les zones non constructibles des glacis étaient partout destinées à devenir des ceintures vertes, mais elles ont souvent été colonisées par des infrastructures routières ou ferroviaires. C'est le cas à Paris, mais aussi à Lille ou à Strasbourg avec leurs boulevards périphériques autoroutiers respectifs. Plus loin en périphérie, de nombreuses « ceintures vertes » ont été rognées ou perturbées par des projets routiers ou ferroviaires. Que l'on songe par exemple, aux forêts d'Île-de-France dont la plupart sont traversées par de grands axes bruyants et polluants.

Les berges des fleuves ont trop souvent, elles aussi, été confisquées par les voies rapides, non sans contestation. À Paris, les voies sur berges projetées n'ont été qu'en partie réalisées, suite à de vives oppositions. C'est ainsi que la voie George Pompidou passe en tunnel pour préserver le Louvre, mais reste à l'air libre devant la Conciergerie, et que la voie rive gauche, qui devait passer au pied de Notre Dame, a finalement été stoppée après de virulentes protestations. Le projet actuel de suppression de cette voie, du pont de l'Alma au pont Royal (2,2 km), au profit d'une promenade plantée et d'activités de loisir est fortement contesté par l'opposition qui s'inquiète des impacts supposés sur le trafic.

À Lyon, comme déjà signalé, jusqu'en 2005, les 5 km de quais de la rive gauche du Rhône accueillait 1700 places de stationnement. La décision de les transformer en espaces de loisir et de promenade a conduit aussitôt la ville à promettre rive gauche trois nouveaux parkings souterrains de 6 niveaux comportant autant de places et fort coûteux à construire compte tenu de la nature des sols gorgés d'eau et de divers aléas (34 000 € la place pour le parc des Brotteaux et le parc Morand...).

À force d'attendre, certains projets de réduction des espaces automobiles ont mûri, sont devenus évidents et n'ont finalement guère été contestés. Ainsi, à Grenoble, en 2005, l'échangeur à l'arrivée de l'A41 dans le centre-ville a cédé la place à une extension du parc Mistral jusqu'aux rives de l'Isère. À Bordeaux, le quai rive gauche est passé en 2009 de 2 x 5 voies à 2 x 2 voies + tramway et promenade piétonne. À Rouen, la ville projette enfin de reconvertir les 3000 places qui occupent la rive gauche de la Seine à 200 m du centre-ville situé de l'autre côté. Les exemples lyonnais, bordelais et parisiens l'encouragent.

À l'étranger, les reconquêtes de berges par suppression ou réduction des voies routières se multiplient : à Düsseldorf, Hambourg, Copenhague, New York, Séoul, Singapour...

Au total, en deux siècles avec une forte accélération à partir des années 50-60, on peut estimer que l'espace consacré aux transports a doublé dans les centres-villes européens, passant de 10-15 % à 20-30 % et que, par habitant, compte tenu de la perte de population des centres, il a peut-être triplé. En périphérie, malgré une consommation d'espace par les transports moindre – de l'ordre de 15 % à cause de réseaux trop peu maillés –, le ratio par habitant y est en revanche quatre fois supérieur.

### *Les conflits concernant l'occupation de la voirie*

À plus court terme, l'espace consacré aux déplacements n'étant pas rapidement extensible, les modes les plus envahissants – c'est-à-dire les modes individuels motorisés – tendent à occuper tout l'espace existant au détriment des autres usagers, comme le chapitre 12 l'a rappelé. Il en découle inévitablement de nombreux conflits : les trottoirs et places sont envahis, les aménagements cyclables supprimés, les transports publics écartés, les plantations délaissées (voir la citation de Sauvy en tête de la seconde partie).

#### *Les places publiques abandonnées aux véhicules*

« Au début des années 60, toutes les places de Paris, même les plus prestigieuses, deviennent des parkings à ciel ouvert. » rappelle d'emblée l'APUR dans un document récent consacré aux espaces publics (APUR, 2011, p. 1). Les villes de province n'ont pas été en reste. Les photos des années 50-70 témoignent de cet envahissement général et nombre de petites villes ont toujours leur place centrale saturée de voitures.

La reconquête a commencé lentement par les places principales des grandes villes et presque toujours au prix de la création d'un parking souterrain sous la place, augmentant fortement le nombre de places de parking. Sur ce plan, Paris est une exception à cause des stations de métro qui occupent déjà le sous-sol de la plupart des places importantes. Mais on peut citer en province la place Bellecour à Lyon (2000 places en 1963), la place Kléber à Strasbourg (400 places en 1968), la place du Capitole à Toulouse (900 places en 1972), la place de la Comédie à Montpellier (900 places en 1976) et la Grand place de Lille (340 places en 1989).

Ces parkings ont souvent rendu toutes plantations d'arbres impossibles ou difficiles. En 2007, quand la ville de Strasbourg a voulu planter à nouveau quelques arbres sur la place Kléber, il a fallu condamner des emplacements en sous-sol au prix d'un important surcoût.

#### *Des trottoirs réduits à la stricte circulation des piétons*

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les nouvelles artères comportaient au moins 50 % de l'espace viaire consacrés aux piétons et aux plantations d'alignement. Telle étaient par exemple la règle édictée par Cerdà à Barcelone ou par Haussmann à Paris<sup>1</sup>. Dans la capitale, cet espace a été progressivement rogné, puis partiellement reconquis, non sans retours en arrière ou quelques contradictions. Cette histoire est exemplaire et mérite d'être racontée.

Dans les années 50, la chaussée de quelques artères a été élargie au détriment des trottoirs et des plantations d'alignement. Sur l'avenue de l'Opéra et le boulevard Magenta, dont l'emprise est de 30 m, la chaussée a été élargie de 15 à 21 m sur 2 x 3 files de circulation et les trottoirs larges à l'origine de 7,50 m ont été ramenés à 4 m. Le boulevard Magenta transformé

---

<sup>1</sup> « Avant Haussmann les trottoirs représentaient au maximum 40 % de la largeur de la rue. Après Haussmann le nombre des avenues et boulevards est fortement augmenté, et ces voies nouvelles offrent au moins 50 % de trottoirs. (...) Boulevards offrant plus de 50 % de trottoirs : axe Sébastopol / St Michel, boulevards des Batignolles, d'Italie, Richard Lenoir, avenue R. Poincaré et G. Mandel, etc. » (Werquin et Demangeon, 1998, p. 13 et p. 15, note 6).

en « axe civilisé » en 2006 a retrouvé une chaussée centrale réduite à 15 m, mais le trottoir reste à 4 m ; une piste cyclable et une rangée d'arbres ayant été rajoutées de chaque côté.

Les terre-pleins centraux et latéraux ont eux aussi été largement colonisés par l'automobile sans avoir retrouvé partout leur qualité d'origine, loin s'en faut. Sur l'avenue de la Grande Armée, les terre-pleins latéraux ont été rognés dans les années 50 au profit de la chaussée centrale élargie. Sur d'autres axes, les terre-pleins latéraux ont été abandonnés au stationnement illicite, finalement officiellement autorisé, comme par exemple avenue d'Iéna.

Sur les « axes rouges » parisiens, instaurés en 1990 et interdits à tout stationnement, quelques places ont néanmoins été rajoutées depuis « en Lincoln » (c'est-à-dire en découpe du trottoir, cette solution ayant été pour la première fois expérimentée rue Lincoln, près des Champs Élysées), pour faciliter les livraisons, réduisant ponctuellement la place des piétons, notamment rue de Rivoli ou rue La Fayette.

La reconquête des trottoirs s'est faite grâce à l'installation systématique de centaines de milliers de potelets et barrières destinés à éradiquer le stationnement sauvage, non sans créer en même temps une multitude d'obstacles au cheminement des piétons et des PMR (CERTU, 1997). Dans certaines ruelles aux trottoirs particulièrement étroits, les potelets interdisent certes le stationnement illicite, mais aussi l'usage même du trottoir, comme par exemple passage Cardinet dans le 17<sup>e</sup>.

La situation qui avait tendance à s'améliorer se dégrade à nouveau depuis quelques années avec le stationnement des deux-roues motorisés de plus en plus nombreux. Depuis 2005, il est même officiellement toléré par la mairie de Paris sur le trottoir, dans une charte « négociée » avec les associations des deux-roues motorisés. Le principal argument est qu'il suffit de laisser aux piétons un passage juste suffisant pour leur « circulation ».

En banlieue et en province, la situation est tout aussi contrastée. De nombreuses villes préfèrent toujours sauvegarder à tout prix le stationnement et la circulation en ne laissant qu'un espace minimal d'un mètre aux seuls piétons valides, leur permettant à peine de se croiser. Quant aux PMR, ils sont ignorés (voir les figures 19 et 20). Rappelons que ces dispositifs sont contraires à la « loi handicap » du 11 février 2005 qui a fixé la largeur minimale d'un trottoir, libre de tout obstacle, à 1,40 m.

Figure 19. Deux cas d'autorisation illégale du stationnement à cheval sur le trottoir



Dans une petite ville de Seine-et-Marne



À Coutances dans la Manche

Figure 20. Un exemple de trottoir particulièrement étroit en zone urbaine dense



Un trottoir entre la cité des Courtilières (zone urbaine sensible) et la station de métro (Fort d'Aubervilliers). Pour faciliter le tourne-à-gauche des voitures, on n'a pas hésité à réduire la largeur du trottoir. Des barrières protègent les piétons mais réduisent encore un peu plus cette largeur.

À Lyon, la ville ne souhaite pas installer des bancs sur l'espace public. Elle craint sans doute que les SDF s'y allongent pour y dormir. Mais, si ce problème est réel, des solutions simples existent : bancs plus courts, accoudoirs au milieu... Apparemment, comme à Paris, la ville considère que les piétons sont là pour circuler et non pour s'arrêter, discuter ou regarder. Dans de nombreux conseils de quartier, les habitants réclament pourtant des bancs pour que les personnes âgées fatiguées puissent s'y reposer.

À l'approche des carrefours, l'aménagement de voies consacrées aux mouvements tournants aboutit aussi à réduire la largeur des trottoirs et à interrompre les plantations d'alignement.

#### *Des aménagements cyclables résiduels*

Dans certaines régions, notamment dans le Bassin minier et sur certaines radiales autour des grandes villes, il existait jusque dans les années 60, de nombreuses pistes cyclables, situées entre trottoir et chaussée, comme encore au Danemark aujourd'hui. La qualité de leur revêtement permettait aux cyclistes d'échapper aux pavés très inconfortables des chaussées. Dans les années 60-70, pour élargir les chaussées, ces pistes mal entretenues et parfois défoncées par le stationnement illégitime des poids lourds ont été purement et simplement supprimées.

La bicyclette étant devenue un mode de déplacement confidentiel et son retour laissant sceptique de nombreux élus et techniciens, il reste aujourd'hui difficile de réaliser un réseau cyclable continu et maillé sur la voirie principale, car cela suppose parfois de rogner les espaces dévolus à la circulation automobile en supprimant une file de circulation ou de stationnement. En conséquence, les aménagements cyclables ne sont souvent réalisés que dans les rues où ils ne gênent pas les automobilistes, c'est-à-dire là où ils sont le moins nécessaires. On peut trouver ainsi des pistes cyclables complètement isolées, dans des rues larges et tranquilles... Il ne faut pas s'étonner ensuite qu'elles soient désertes.

Le même problème se pose quand il s'agit d'installer des parcs pour vélos ou des stations de vélos en libre service. La logique voudrait qu'ils soient le plus près possible des lieux de destination, quitte à supprimer quelques places de stationnement. Pour éviter cette funeste perspective, ils se retrouvent trop loin et même parfois carrément invisibles. Des raisons esthétiques sont parfois invoquées par l'architecte des bâtiments de France, qui ne trouve

pourtant pas inconvenant le stationnement des voitures à proximité immédiate des bâtiments historiques, et dont la silhouette s'impose bien plus au regard que quelques vélos<sup>1</sup>.

### *Des transports publics écartés*

En France, dans les années 30-50, les réseaux de tramways ont été rapidement démantelés pour faire place au trafic automobile qu'ils gênaient, mais aussi parce que les villes comme l'État avaient une approche très libérale du transport urbain : les sociétés de transport public étaient tenues d'être gérées aux risques et périls du concessionnaire. Il n'était pas question de les subventionner ou de les aider en cas de difficultés conjoncturelles, comme la crise économique des années 30. Les villes ne s'étaient donné aucun moyen d'intervenir dans les activités des compagnies. Concurrencées par certains réseaux de bus puis par l'automobile, celles-ci ont vu leur clientèle se réduire sans pouvoir investir suffisamment dans la modernisation de leur réseau (Bigey et Schmider, 1971, p. 110).

Face à la congestion croissante des réseaux de voirie, il a fallu se résoudre à réhabiliter les transports publics au début des années 70, avec des financements consistants à la clef (instauration du versement transport en 1973). Il n'était pas question cependant de limiter les espaces automobiles à leur profit. Le but premier était au contraire de les mettre en souterrain dans les centres pour faciliter la circulation et le stationnement des voitures.

Dans les grandes villes de province (Lyon, Marseille et Lille), en 30 ans, quelques lignes de métro peu maillées ont ainsi remplacé un réseau de tramway beaucoup plus dense. Faute d'oser prendre trop d'espace à la voiture, Toulouse et Rennes ont préféré réaliser un métro léger, Rouen a enterré son tramway dans le centre et l'a appelé « Métrobus » et Strasbourg a hésité pendant 15 ans entre le métro et le tramway avant d'opter in extrémis pour ce dernier.

La réalisation de lignes de tramway ou de BHNS qui suppose la création de couloirs en site propre en zone dense continue de susciter de vifs débats puisqu'il s'agit toujours de supprimer des files de circulation ou de stationnement automobiles. De nombreuses lignes ont aujourd'hui des parcours étrangement sinueux qui témoignent du poids d'un lobby local de commerçants ou d'habitants au détriment d'une bonne desserte. C'est le cas par exemple du tramway de Strasbourg qui évite le centre dense de plusieurs faubourgs (Cronembourg, Schiltigheim et Neudorf). Idem pour les BHNS dont les couloirs sont curieusement interrompus dans certains quartiers au détriment de leur vitesse commerciale et de leur régularité.

### *Les rues résidentielles transformées en parking*

Le stationnement sur la voie publique était à l'origine interdit. Il a été peu à peu toléré puis admis (Joan, 2003). Pour les habitants, il est considéré comme une prestation gratuite normale, une juste contrepartie du paiement des impôts locaux. C'est désormais, pour beaucoup, un droit acquis (Mathon, 2008, p. 57). En conséquence, la place de stationnement devant la maison ou au pied de l'immeuble est pensée comme une extension naturelle de la surface habitable. Si l'offre de stationnement dans la rue est suffisante, les garages sont délaissés et transformés en débarras ou même en pièces à vivre. Si elle est au contraire insuffisante, la pression du stationnement est telle que tous les espaces sont envahis, le stationnement illégitime généralisé et toléré et la rue mise à sens unique pour transformer une file de circulation en file de stationnement. Il n'est pas question d'imaginer alors d'autres usages de la rue. Ce que dénonce depuis peu l'opération « Parking day » (voir l'encadré 10).

---

<sup>1</sup> À Lille, une proposition de station de vélos en libre service sur la Grand place, à l'entrée de la rue Esquermoise, a ainsi été refusée, mais la place, récemment transformée en zone de rencontre, n'est toujours pas piétonne et voit toujours défiler un « mur de berlines », selon l'expression d'une association.

## Encadré 10. *Parking day* ou comment réenchanter la rue

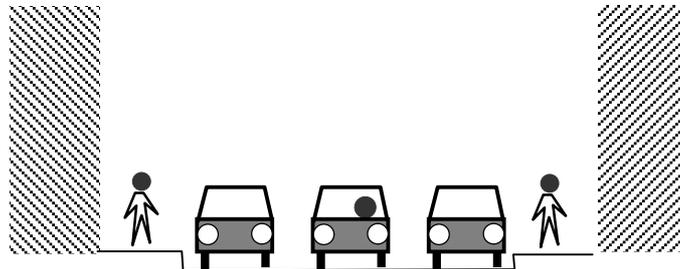
*Parking day* est une opération militante et festive qui invite chaque année, un jour de septembre, chaque citoyen à se réapproprier une place de parking, en y installant un espace de vie ou de travail. C'est une façon ludique de contester la place excessive de la voiture en ville et de s'interroger sur le partage de l'espace public et la qualité du cadre de vie urbain.

Cette opération est née à San Francisco, en 2005, à l'initiative d'un groupe de créateurs, d'artistes et de militants. Elle se répand progressivement dans le monde entier avec un succès croissant.



Dans l'agglomération lilloise, les trois quarts des rues mesurent en moyenne une dizaine de mètres de largeur. Or, les rues de 10 m de large y sont le plus souvent aménagées en sens unique avec deux files de stationnement, soit 40 % de l'espace privatisé (Mathon, 2008, p. 102) (voir la figure 21).

Figure 21. Une rue résidentielle accaparée par le stationnement



En France, pour des raisons socio-historiques complexes où la croissance du trafic automobile et de l'insécurité routière jouent un grand rôle, les enfants ont été progressivement chassés de la rue (Ariès, 1979). Il est désormais jugé normal que leur univers soit limité à leur chambre, à l'école et au centre de loisir. Les parents qui laissent leurs enfants jouer dans la rue sont jugés irresponsables.

Il est frappant de constater par exemple que la France est le dernier pays d'Europe occidentale à avoir instauré les zones de rencontre. Les Pays-Bas ont lancé le concept dès 1976 avec les *woonerven* (cours urbaines). Le panneau créé à l'occasion comprend un enfant qui joue au ballon au premier plan. Il a été repris dans des formes voisines par tous les pays : la Belgique et ses zones résidentielles en 1978, l'Allemagne et ses *verkehrsberuhigter Bereiche* en 1980, la Suisse et ses rues résidentielles en 1984, la Grande-Bretagne et ses *home zones* en 1999, l'Espagne avec ses *calle residencial* en 2006... Mais la France a voulu innover avec un panneau différent ne comportant ni enfant ni ballon. (voir la figure 22)

Figure 22. Des panneaux révélateurs du sort accordé aux enfants



Pays-Bas,  
woonerf, 1976



France, zone de  
rencontre, 2008

*Les espaces privés tout aussi concernés*

Les espaces publics ne sont pas seuls à être envahis par l'automobile. De nombreuses cours d'immeubles ont été peu à peu accaparées par des voitures en stationnement ou par des garages et leurs espaces de manœuvre. Si les emplacements sont parfois payants, les espaces de manœuvre sont toujours utilisés gratuitement, même en zone centrale. Ils stérilisent pourtant l'espace qui ne peut plus être arboré ou servir de lieu de détente.

\* \* \*

Les conflits non tranchés aboutissent toujours à des solutions bancales, des compromis paradoxaux ou « du provisoire qui dure ». Les conflits qui concernent la consommation d'espace sont souvent si durs qu'ils relèvent malheureusement de cette catégorie. Pour ne fâcher personne, on supprime les voitures en surface pour mieux augmenter les capacités de stationnement en souterrain, on crée des lignes de métro pour faciliter la circulation des voitures, on réalise des aménagements cyclables uniquement là où ils ne dérangent personne, on brade l'espace public à coup de tarif résidentiel préférentiel pour éviter que les automobilistes l'utilisent plus encore. Tout ceci est le signe patent d'un manque de cohérence dans les politiques publiques. Il est urgent de dépasser ces conflits d'usage considère à juste raison un épais rapport du Conseil national des transports (CNT, 2005).

## *Conclusion.*

### *Accessibilité et attractivité : le dilemme fondamental*

Dès les années 50, la question est posée : comment concilier l'adaptation de la ville à l'automobile et la préservation de son urbanité ? Car, par ses nuisances et notamment la place qu'elle exige, la voiture en vient à détruire ce qui fait la raison même de la ville, sa convivialité. Le rapport Buchanan a parfaitement bien souligné ce paradoxe et a d'emblée tenté d'y trouver un remède avec les zones d'environnement. Puis, dans les années 70-80, le problème a été élargi à l'ensemble des modes motorisés et des nuisances et la question est devenue en substance : comment résoudre le dilemme entre accessibilité et attractivité ? Les transports publics sont apparus comme la solution capable de préserver au mieux l'environnement tout en améliorant l'accessibilité, avec notamment le triomphe du « tramway urbaniste ». Enfin, avec les années 2000, la question est devenue encore plus globale : comment concevoir une ville à la fois mobile et durable ? Et de préconiser un « cocktail transport » où les modes actifs notamment auraient toute leur place.

#### *Ville automobile et zone d'environnement*

En 1958, Baker et Funaro avaient déjà compris qu'on « ne peut résoudre le problème du stationnement qu'au prix de la destruction de la ville, par désintégration de l'urbanisme compact qui est l'un des principaux avantages de la ville. » (p. 44) (voir le chapitre 9) et dès 1961, Smeed ajoutait que « Si les déplacements dans le centre des grandes villes s'effectuent en voiture particulière, une proportion considérable de la surface de la ville doit être vouée à la circulation et au stationnement. » (extrait déjà cité en introduction).

Mais c'est bien le rapport Buchanan qui, en 1963, a clairement posé le diagnostic, puis présenté le dilemme – comment concilier l'adaptation de la ville à l'automobile et la préservation de son urbanité ? – et centré sa réflexion sur sa résolution.

#### *Le constat*

Le rapport commence par réaliser un diagnostic précis. Il constate que « l'automobile menace l'environnement de plusieurs façons : danger, peur, bruit, fumée, vibrations, démembrement, préjudice esthétique » (p. 49). Il démontre en particulier (comme il a été rappelé dès l'introduction) que « nous devons nous préparer à un démembrement de plus en plus grand de

la structure urbaine du fait de l'accroissement de la surface consacrée aux parcs à voitures » (p. 50) et « la motorisation totale assortie d'une pleine utilisation de l'automobile dans une ville de la taille de Leeds exige un réseau si énorme qu'on ne saurait l'envisager. » (pp. 95-96)

« *Le conflit* »

De ce constat, Colin Buchanan dégage parfaitement le dilemme : « Nous sommes maintenant à même de définir précisément ce problème de conception : *il s'agit de rendre accessible la grande masse des immeubles à la multitude des véhicules, dans des conditions d'efficacité qui n'empêchent pas d'atteindre un niveau satisfaisant de l'environnement.* » (les italiques sont de l'auteur) et de commenter : « La tâche est évidemment compliquée par le fait que deux composantes du problème – l'accessibilité et l'environnement – tendent à entrer en conflit. Un bon environnement, au sens particulier que nous donnons à ce terme, pourrait être obtenu du jour au lendemain en réduisant la circulation au niveau voulu. En certains endroits cette décision pourrait ne pas causer de difficultés véritables aux utilisateurs de véhicules (par exemple la création d'une rue "terrain de jeu") ; mais s'il s'agissait d'une politique générale s'appliquant à une ville entière, elle gênerait sérieusement le déroulement des activités de la place. Le problème de l'accessibilité, de son côté, ne saurait être résolu par le seul sacrifice de l'environnement – de nombreux sacrifices ont déjà été consentis et l'accessibilité présente encore de grandes difficultés. »

*La solution : les « zones d'environnement »*

En conséquence, il convient « pour chaque rue et après examen de ses dimensions, de son utilisation, de la nature des bâtiments riverains et de l'importance de la circulation pédestre la longeant et la traversant, de définir le volume et le caractère de la circulation compatibles avec le maintien de bonnes conditions d'environnement. Ce volume de circulation pourrait être désigné sous le nom de "capacité d'environnement" et selon toute probabilité il serait très inférieur au nombre de véhicules pouvant circuler dans la rue ou s'y garer » (pp. 49-50).

Dans une annexe au rapport, les auteurs tentent de donner un contenu concret à ce concept en s'appuyant sur l'étude d'une cinquantaine de rues résidentielles et de six cas de « rues d'accès non résidentielles ». Ils estiment d'abord que dans les rues résidentielles, toute personne devrait pouvoir traverser en tout lieu – c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire d'aménager des passages piétons – et sans attendre en moyenne plus de deux secondes, ce qui signifie que dans de telles rues « toute vitesse supérieure à 20 miles par heure [environ 30 km/h] est incompatible avec les exigences des piétons et de façon plus générale avec les normes de l'environnement » (p. 206). Puis il convient de réduire la largeur de la chaussée au profit des trottoirs et de limiter le trafic à moins de 500 véhicules par heure. Pour les rues d'accès non résidentielles, en général bordées de commerces et de services, le rapport préconise pour l'essentiel la limitation des flux de transit.

On est loin de la présentation fréquente et caricaturale du rapport Buchanan comme une simple doctrine visant à adapter la ville à l'automobile et à ségréguer les trafics. « Nous considérons, précise au contraire le rapport, que le temps viendra et rapidement, où des centaines de rues, dans des centaines de villes, petites ou grandes, devront être classées d'après leur fonction essentielle et que lorsqu'il s'agira d'une fonction d'environnement (commerciale ou résidentielle) il faudra fonder les mesures réglementaires et les travaux d'amélioration sur la capacité d'environnement. Si l'on ne procède pas ainsi, les rues deviendront de plus en plus désagréables et la population commencera à les désertier... ». Et d'ajouter plus loin : « Il serait tentant de dire que l'objectif devrait être la séparation, en toute circonstance, des piétons et des véhicules. En un sens, pareille position simplifierait considérablement la question. (...)

Mais l'adoption de la norme de séparation absolue se heurte à un certains nombre de difficultés dont la principale est qu'il ne paraît pas y avoir la moindre possibilité de l'appliquer universellement et qu'au demeurant pareille tentative n'aurait pas d'intérêt. Tant qu'une certaine limite n'est pas atteinte, le voisinage des piétons et des véhicules ne paraît pas en effet être vraiment dommageable. » Interrogé récemment, l'urbaniste anglais Peter Hall ne s'y trompe pas et estime « que les principes de Buchanan s'avèrent beaucoup plus valides en 2000 qu'ils ne l'étaient dans les années soixante, car nous connaissons maintenant une préoccupation environnementale globale... » (Hall, 2000, p. 18).

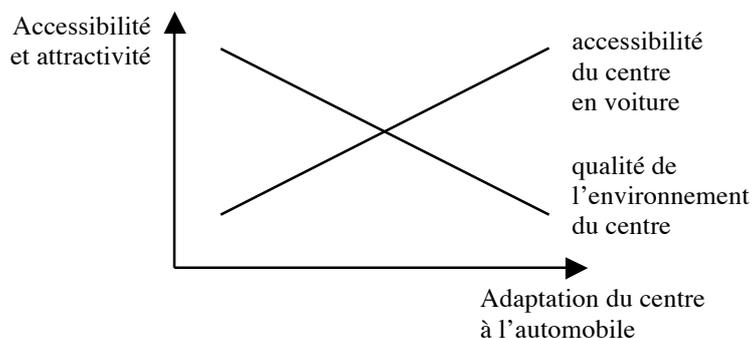
Sur le plan historique, les préconisations du rapport sont d'ailleurs clairement à l'origine des premières expérimentations de cours urbaines [*woonerven*] qui ont eu lieu cinq ans plus tard, en 1968, à Delft, aux Pays-Bas. Grâce à leur succès, elles ont été peu à peu généralisées, puis officialisées en 1976. Ce mouvement s'est ensuite répandu et diversifié dans toute l'Europe, avec les concepts de zones apaisées : zones 30, zones de rencontre et aires piétonnes et plus largement de modération de la circulation (Vahl et Giskes, 1988 ; Loiseau-Van Baerle, 1989).

### *Ville accessible et attractive*

Le dilemme identifié par Buchanan va être reconsidéré de façon élargie par divers auteurs. Avec l'essor rapide de l'automobile, constatent-ils, l'amélioration de l'accessibilité urbaine se fait toujours au prix d'une perte de qualité de l'environnement qui pèse *in fine* sur l'attractivité de la ville. Certes, les citoyens accèdent plus facilement à la ville et notamment à son centre, mais ils n'ont plus envie de s'y rendre puis de s'y promener du fait de l'omniprésence des voitures en stationnement et des multiples nuisances liées à l'intense trafic.

Andrés Duany et Elizabeth Plater-Zyberk, figures du Nouvel urbanisme aux États-Unis, l'expliquent fort bien à propos des parkings : « Il existe un point d'équilibre que la ville peut atteindre pour satisfaire ses besoins en stationnement. Cette situation se rencontre dans de nombreuses petites vieilles villes américaines et c'est toujours la même histoire : vers les années 50, avec la croissance de l'accès à l'automobile, un charmant vieux centre-ville avec un superbe espace piétonnier s'est retrouvé dans la nécessité de créer plus de places de parking. Il démolit quelques bâtiments historiques et les remplace par des parkings de surface, pour rendre le centre-ville plus accessible au stationnement, mais aussi moins agréable à la promenade. Ainsi, au fur et à mesure que le nombre d'automobilistes augmente des bâtiments de plus en plus nombreux sont détruits. Le processus se poursuit jusqu'à ce que la ville devienne trop peu attractive pour souhaiter s'y rendre et que la demande de stationnement soit facilement satisfaite par l'offre. » (2001, pp. 162-163) (voir la figure 23).

Figure 23. Schéma des conséquences de l'adaptation des centres-villes à l'automobile sur leur accessibilité et leur attractivité



Tout l'enjeu est de trouver des solutions qui limitent l'impact de l'automobile sur l'environnement, tout en améliorant ou en maintenant l'accessibilité de la ville.

Dans un premier temps, dès les années 50 en Allemagne, puis dans les années 70 en France, l'instauration de quelques rues piétonnes permet de préserver au chaland des espaces de tranquillité. Mais ces « réserves d'indiens », fort exigües et entourées de parkings, ne suffisent pas à retenir les citoyens, d'autant plus que les centres commerciaux périphériques ne tardent pas à imiter les rues piétonnes en créant des « rues intérieures ».

La relance des transports publics dans les années 70 permet de résoudre bien plus efficacement le dilemme. Pour préserver les centres historiques tout en améliorant leur accessibilité, les transports publics sont indispensables argumentent leurs promoteurs (Bigey et Schmider, 1971 ; Lefèvre et Offner, 1990). Et pour éviter de gêner le trafic automobile, ils sont d'abord souterrains. Mais pour des raisons financières, la crise asséchant les finances publiques, il faut se résoudre à les réaliser en surface. La première ligne de tramway moderne, décidée à Nantes en 1978 et inaugurée en 1985, occupe d'anciennes friches ferroviaires pour gêner le moins possible le trafic automobile (Bigey, 1993). La seconde, réalisée à Grenoble, décidée en 1983 et inaugurée en 1987, innove en proposant en contrepartie d'une restriction du trafic automobile, une requalification urbaine en profondeur qui préserve cependant les possibilités de stationnement en créant des parkings en ouvrage. Et c'est ce compromis, à la française, qui va s'imposer désormais presque partout (Frenay, 2004 et 2005), le géographe Francis Beaucire parlant de « tramway urbaniste », « paysagiste et architecte à sa façon » (Lebreton et Beaucire, 2000 ; Beaucire, 1996, p. 49).

### *Ville mobile et ville durable*

Aujourd'hui, les termes du débat ont encore évolué. Le concept de mobilité s'est substitué à celui de circulation (Dumont et Von der Mühl, 2007) et ce ne sont plus quelques nuisances qu'il faut endiguer, mais la ville qu'on cherche à rendre durable (Emelianoff, 2007). Mais le compromis à réaliser n'a pas fondamentalement changé.

Cependant, on admet désormais que la solution ne passe plus seulement par les transports publics, mais par ce que les Allemands appellent depuis 20 ans un « système de transport écologique » (Brög et Erl, 1996) alliant les modes actifs (marche et vélo), les différents transports publics (bus, BHNS, tramway et train) et les usages écologiques de la voiture (autopartage, covoiturage et taxis collectifs), et que les Québécois appellent le « cocktail transport », seules solutions compatibles avec une ville dense et mixte.

## *Annexes*

Cet ensemble d'annexes regroupe les calculs effectués pour les différents chapitres de l'ouvrage.

### *Annexe 1. Le calcul de la consommation d'espace selon Louis Marchand*

La consommation d'espace de stationnement par personne et pour un mode  $i$  pendant une durée  $h$  est (en  $m^2.h$ ) :

$$Cs_i = \frac{s_i h_i}{n_i}$$

où :  $s_i$  = surface nécessaire au stationnement du véhicule (en  $m^2$ )  
 $h_i$  = durée du stationnement (en heures)  
 $n_i$  = taux d'occupation du véhicule (en nombre de personnes)

La consommation d'espace de circulation par personne et pour un mode de déplacement  $i$  est (en  $m^2.h$ ) :

$$Cd_i = \frac{d_i l_i k}{v_i n_i}$$

où :  $d_i$  = distance entre deux véhicules, incluant la longueur d'un véhicule (en m)  
 $l_i$  = largeur de la voie de circulation (en m)  
 $k$  = longueur du déplacement (en km)  
 $v_i$  = vitesse moyenne (en km/h)

Ou encore<sup>1</sup> :

$$Cd_i = \frac{1000 l_i k}{q_i n_i}$$

où :  $q_i$  = débit de la voie de circulation (en véhicules par heure), avec  $q_i = \frac{1000 v_i}{d_i}$

NB : le facteur 1000 permet de passer des km aux m.

La consommation totale d'espace par personne et pour un mode i est de (en m<sup>2</sup> x h) :

$$C_i = Cs_i + Cd_i$$

c'est-à-dire :

$$C_i = \frac{s_i h_i}{n_i} + \frac{d_i l_i k}{v_i n_i}$$

ou encore :

$$C_i = \frac{s_i h_i}{n_i} + \frac{1000 l_i k}{q_i n_i}$$

Cette formule peut s'appliquer à l'ensemble des déplacements et à l'ensemble des modes. Elle permet de suivre la consommation d'espace temps pour des trajets successifs ayant des motifs différents.

---

<sup>1</sup> Douze ans auparavant, le statisticien britannique Reuben Smeed propose déjà un calcul similaire : il remarque que  $S \llcorner$  La surface nécessaire pour un trajet de longueur L est  $\frac{L w}{T c}$ .  $\gg$  (1961, p. 20), avec  $w$  = largeur de chaussée,  $c$  = capacité de la voirie en véhicules par heure et  $T$  = durée de la période de pointe. On peut en déduire que  $S T = \frac{L w}{c}$ , soit exactement la formule de Marchand. Mais Smeed ne réalise pas que cela peut lui permettre d'additionner consommation d'espace de circulation et de stationnement.

## *Annexe 2. L'évaluation du stationnement dans l'agglomération lilloise*

Cette annexe a été rédigée par le CETE Nord Picardie.

### *Modélisation du nombre de places de stationnement sur voirie*

La méthodologie employée est la suivante. Dans un premier temps, chaque planche cadastrale a été caractérisée par une classification statistique automatique sur le type d'habitat, les caractéristiques des logements, la taille des ménages, le nombre de garage, la proportion de bâti, l'année de construction. Il en résulte un 6 classes (voir la figure 24).

L'estimation se base sur le travail des étudiants en licence professionnelle de l'Université Lille 1 qui ont recensé l'offre de stationnement sur voirie et en cœur d'îlot sur un échantillon de planches cadastrales<sup>1</sup>. Le recensement a été effectué sur une vingtaine de sections cadastrales pour chacune des classes.

La modélisation a été effectuée à partir d'arbres de segmentation dynamique (voir la figure 25). L'indicateur à modéliser est le nombre de places de stationnement sur voirie par km de voie en zone urbanisée. La longueur d'une place de stationnement sur voirie a été prise égale à 5 m. Les résultats du modèle montrent que les variables déterminantes sont la largeur entre façade, le type de classe et si la voie est à sens unique ou pas.

Il apparaît que les voies de moins de 10 m entre façade ne peuvent accueillir deux files de stationnement.

Les voies dont la largeur est comprise entre 10 m et 12,15 m accueillent en moyenne 200 places au km, celle entre 12,15 m et 18,30 m 240 places. Au-delà de 18,30 m de largeur l'offre de stationnement sur voirie est supérieur à deux files de stationnement longitudinal, soit par la mise en place de file supplémentaire, soit par la mise en place de stationnement en épi ou en cavale.

Au total, il y a **676 000 places** de stationnement sur voirie dans le périmètre de la Communauté Urbaine de Lille (voir leur répartition sur la figure 26).

La méthode utilisée étant basée sur le recensement de toutes les voies dans un échantillon de planches cadastrales, il est possible d'estimer l'incertitude de cette estimation.

Les calculs ont été effectués pour un intervalle de confiance de 95 % montrent que le nombre de place de stationnement sur voirie est compris entre 585 000 et 767 000 places.

Cela représente 10,14 km<sup>2</sup> soit 1,7 % de la surface totale de Lille Métropole et 4 % de la surface urbanisée. Cela représente aussi 22,7 % de la surface de voirie de Lille Métropole, et 31,7 % de la surface de voirie en milieu urbain.

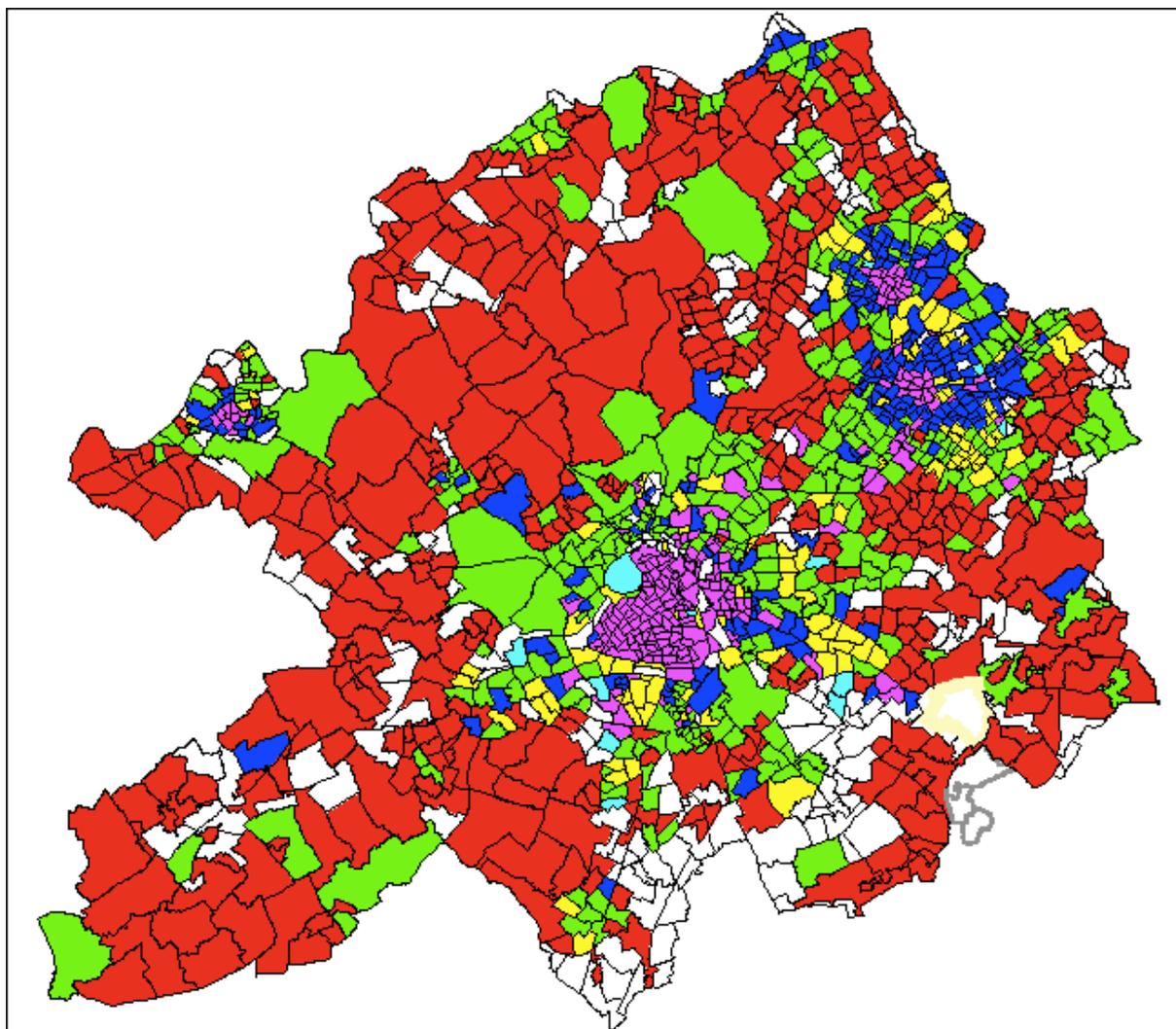
En milieu urbain dense, à Lille intra-muros, Roubaix et Tourcoing, le stationnement sur voirie représente 4,7 % de l'espace urbanisé. Il ne représente que 3,7 % dans les zones de

---

<sup>1</sup> Dauvillez C, Thibeau D, Henneuse Q, Grenier R, Delorme M (2011) – Estimation de la part d'espace urbain consommé par les parkings de surface sur le périmètre de la communauté urbaine de Lille.

banlieue et 1,9 % dans les zones urbanisées du reste de l'arrondissement. Cela s'explique par la densité du maillage viaire dans les différents secteurs.

Figure 24. Classification automatique du territoire



Classification statistique des planches cadastrales

- 1-Mai. Ind,récente,grde surf, rev imp, taille Mén imp, prop, faib dens, garage
- 2-typologie "moyenne"
- 3-quart mixte (ind fort), plutot ancien, sans garage, taille Mén imp, forte dens
- 4-coll, petite surface, sans garage, petit menage, loc privé, tres forte dens
- 5-mixt (coll fort),45-80,petit moyen surf,sans gar,rev faib,HLM,part bati moy
- 6-mixte coll et ind (mais fort % collect), part vacant important

Figure 25. Modèle d'estimation du stationnement sur voirie  
(nombre de places par km de voie)

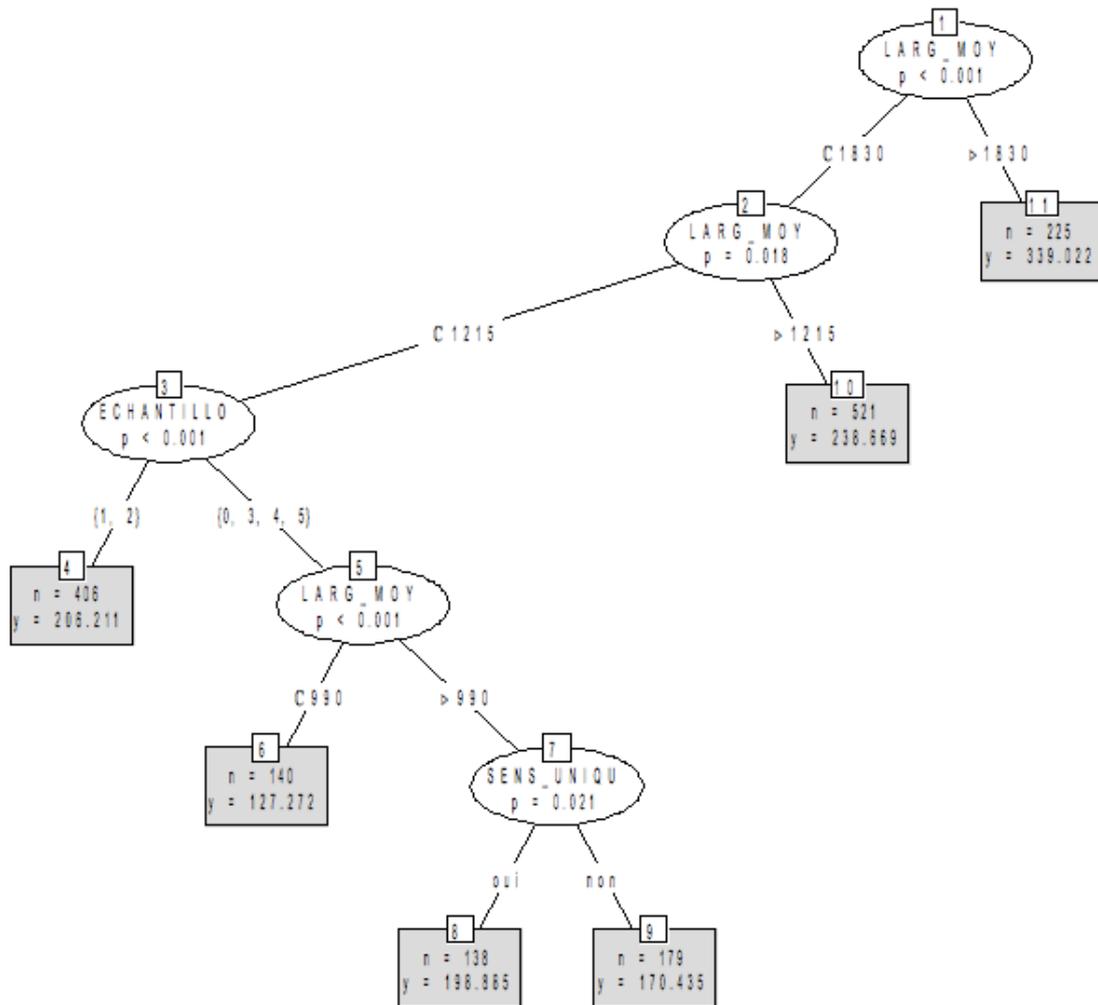
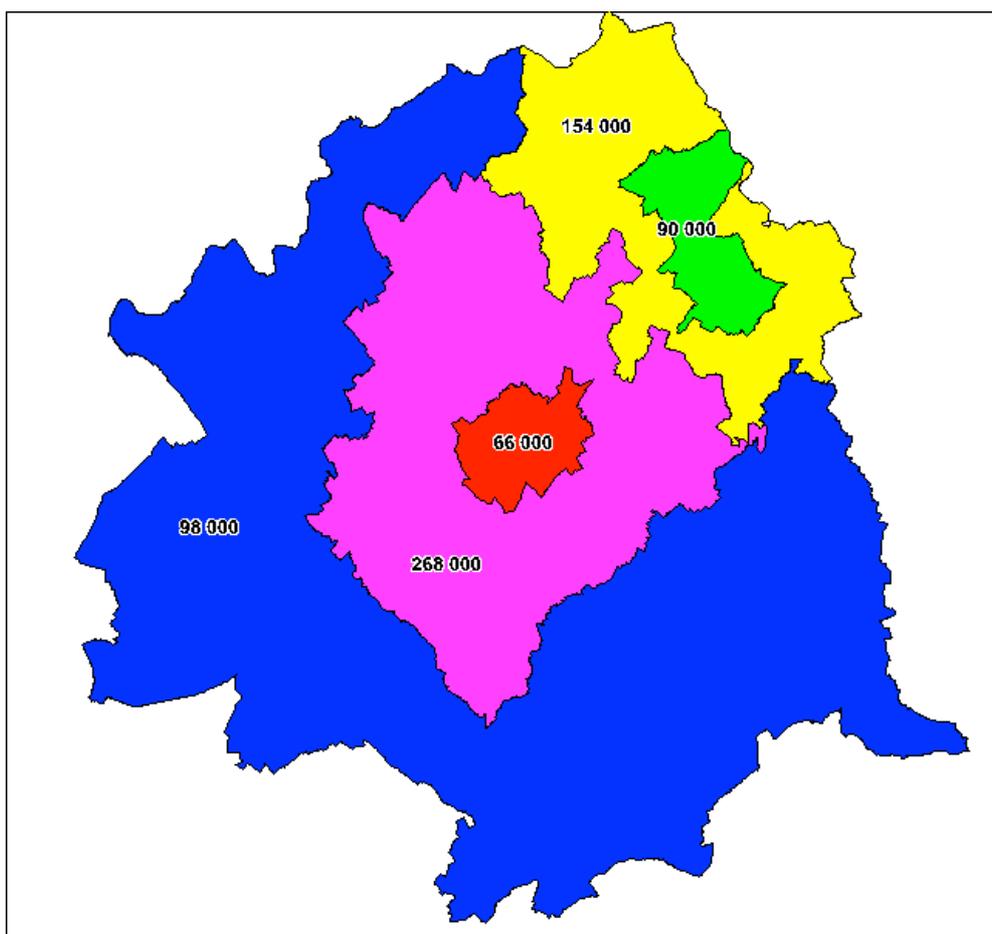


Figure 26. Répartition des places de stationnement sur voirie selon les zones



#### *Estimation du nombre de place de stationnement en cœur d'ilot*

La classification du territoire ne permet pas d'améliorer la modélisation du nombre de places de stationnement en cœur d'ilot. Le travail effectué par les étudiants, permet d'estimer sur les planches cadastrales où le recensement a été effectué, un nombre de places moyen par hectare de surface urbanisée.

La moyenne est de 16,75 places de stationnement en ilot par hectare.

La prise en compte de l'incertitude liée au taux de sondage permet d'estimer que cette moyenne a 95 % de chances d'être comprise entre 13,0 et 20,1.

Cela conduit à une estimation du nombre de places de stationnement en cœur d'ilot de **421 000 places** (l'intervalle de confiance à 95 % étant compris entre 327 000 et 516 000), soit un total de **1 097 000 places** de stationnement sur voirie et en cœur d'ilot.

Il reste à ajouter à cette offre celle des parkings publics et privés en ouvrage et des garages individuels.

#### *Proportion de surface de voirie*

La proportion est la plus grande dans les communes denses (Lannoy 22 %, Lille 21 %, Roubaix 21 %) (voir la figure 27).



### Annexe 3. Le calcul de la surface dynamique

Pour parvenir à calculer la surface consommée par un véhicule en mouvement (SD), il faut multiplier la somme de la longueur du véhicule (L) et de la distance intervéhiculaire (DI) par la largeur moyenne d'emprise par file de circulation (LME<sub>F</sub>). Cette surface variant avec la vitesse, on l'appelle surface dynamique.

$$SD = (L + DI) \times LME_F$$

#### La longueur des véhicules

Les valeurs habituellement retenues sont les suivantes (voir le tableau 48).

Tableau 48. Longueur moyenne des principaux véhicules

Vélo	2RM	Automobile	Bus	Bus articulé
1,8 m	2 m	4 m	12 m	18 m

#### La distance intervéhiculaire

Un véhicule en circulation a besoin de maintenir une distance de sécurité avec le véhicule précédent pour pouvoir s'arrêter à temps en cas d'urgence. En principe, cet espace est au minimum égal à la distance d'arrêt (DA) qui comprend une distance de réaction (DR) puis une distance de freinage (DF) (Lechner, 1986 ; CETUR, 1989, p. 13).

$$DA = DR + DF$$

1/ La distance de réaction (en m) dépend du temps de réaction (TR en s) et de la vitesse (V en m/s) :

$$DR = TR \times V$$

On estime en général qu'un conducteur à l'attention diffuse met environ une seconde pour réagir (Malaterre, 1986), soit TR = 1.

2/ La distance de freinage en m dépend de la vitesse acquise (en m/s) et de la décélération (en m/s<sup>2</sup>) – elle-même fonction de g, la pesanteur terrestre, et de f, le coefficient d'adhérence (ou de frottement linéaire) – selon la formule suivante :

$$DF = \frac{V^2}{2 g f}$$

On sait que g = 9,81 m/s<sup>2</sup> et que, sur chaussée plane, droite et sèche, f = 0,8, soit DF = 0,06371 V<sup>2</sup>.

3/ Au total, la distance d'arrêt est donc de :

$$DA = DR + DF = (TR \times V) + (V^2 / 2 g f) = V + 0,06371 V^2$$

Le tableau 49 résume les principales valeurs prises par la distance d'arrêt selon la vitesse.

Tableau 49. Distance d'arrêt selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Distance de réaction (m)	2,8	5,6	8,3	11	14	17	19	22	25	28	31	33	36
Distance de freinage (m)	0,5	2,0	4,4	7,9	12	18	24	31	40	49	59	71	83
Distance d'arrêt (m)	3,3	7,5	13	19	26	34	44	54	65	77	90	104	119

En pratique, quand le trafic se densifie, les conducteurs observent souvent une distance entre véhicules bien inférieure à la distance d'arrêt, au prix d'une attention soutenue pour diminuer le temps de réaction. C'est pourquoi, il est finalement préférable de retenir une distance intervéhiculaire correspondant aux TIV pratiqués et au débit maximal aujourd'hui constaté sur le boulevard périphérique parisien de 2450 uvp / h / voie. La relation suivante, estimée empiriquement, permet de rendre compte de ces pratiques.

$$DI = DA - 0,05 V^2$$

D'où :

$$DI = V + 0,01371 V^2$$

#### *La largeur moyenne d'emprise par file de circulation*

On peut distinguer trois types de largeurs nécessaires à la circulation.

1/ La largeur d'une file de circulation ( $L_F$ ). Elle est nécessaire aux véhicules non guidés en circulation pour éviter de se heurter en se croisant ou en se dépassant. Elle comprend, outre la largeur du véhicule c'est-à-dire son gabarit (G), une distance latérale de sécurité (DL) de chaque côté.

$$L_F = G + 2 DL$$

2/ La largeur d'emprise en section courante par file de circulation ( $LE_F$ ). En fait, la largeur de la file ne suffit pas pour rouler à des vitesses élevées. Ainsi, sur une autoroute ou une voie rapide, un terre-plein central, une bande d'arrêt d'urgence et des accotements sont nécessaires. Cette largeur d'emprise (LE) divisée par le nombre de files de circulation (NF) donne une idée déjà plus exacte de la largeur nécessaire pour se déplacer rapidement en voiture.

$$LE_F = LE / NF$$

3/ La largeur moyenne de l'emprise totale par file de circulation ( $LME_F$ ). Là encore, la largeur d'emprise par file en section courante ne reflète pas complètement le besoin d'espace d'une circulation rapide. Il convient d'ajouter la consommation d'espace des carrefours élargis, dotés de giratoires ou dénivelés qu'impose la vitesse.  $LME_F$  (en m) dépend du carré de la vitesse et de la fréquence des carrefours. La formule suivante en donne une approximation empirique acceptable en milieu urbain pour toutes les vitesses (en m/s) :

$$LME_F = 2,2 + 0,0052 V^2$$

#### *La surface dynamique qui en résulte*

On obtient enfin la surface en mouvement appelée aussi « surface dynamique » (SD) en  $m^2$  en multipliant la somme de la distance intervéhiculaire et de la longueur du véhicule, par la largeur moyenne d'emprise par file :

$$SD = (L + DI) \times LME_F$$

avec :  $L = 4$

$$DI = V + 0,01371 V^2$$

$$LME_F = 2,2 + 0,0052 V^2$$

Soit,  $SD = (4 + V + 0,01371 V^2) (2,2 + 0,0052 V^2)$ . Ou encore, la fonction polynomiale :

$$SD = 8,8 + 2,2 V + 0,050962 V^2 + 0,0052 V^3 + 0,000071292 V^4$$

La surface dynamique est une fonction fortement croissante de la vitesse, car DI et LE augmentent tous deux principalement avec le carré de V (comme le tableau 50 le montre).

Tableau 50. La surface dynamique selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Distance d'arrêt (m)	3,3	7,5	13	19	26	34	44	54	65	77	90	104	119
Distance intervéhiculaire (m)	2,9	6,0	9,3	13	17	20	25	29	34	38	43	49	54
Largeur d'emprise par file (m)	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,9	5,4	5,9
Largeur moyenne d'emprise totale par file (m)	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,1	8,0	9,0
Surface dynamique (m <sup>2</sup> ) par rapport à 30 km/h	15	24	34	48	66	89	119	157	205	263	334	419	521
			1	1,4	1,9	2,6	3,5	4,6	6,0	7,7	9,8	12	15

#### *La demande d'espace-temps de circulation*

Si la demande d'espace-temps de circulation en automobile augmente très rapidement avec la vitesse, le gain de temps permis par une vitesse accrue, limite en revanche cette progression. Ainsi :

$$D_k = SD \times T_k$$

avec :

- $D_k$  = demande d'espace-temps de circulation par km parcouru,
- $SD$  = surface dynamique,
- $T_k$  = temps pour parcourir un km.

Comme  $T_k = 1 / (3,6 V)$  pour tenir compte du fait que V est exprimée en m/s, on a :

$$D_k = SD / (3,6 V)$$

qui est une fonction inverse de V que l'on peut, en remplaçant SD par sa valeur, approximer par la formule (voir sa traduction dans le tableau 51) :

$$D_k = 2,444 V^{-1} + 0,611 + 0,014156 V + 0,001444 V^2 + 0,0000198 V^3$$

Tableau 51. La demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru selon la vitesse

Vitesse (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Surface dynamique (m <sup>2</sup> ) par rapport à 30 km/h	15	24	34	48	66	89	119	157	205	263	334	419	521
Temps pour parcourir un km (min)	6	3	2	1,5	1,2	1,0	0,86	0,75	0,67	0,60	0,55	0,50	0,46
Consommation d'espace-temps par km parcouru selon la vitesse (m <sup>2</sup> .h) par rapport à 30 km/h	1,5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0
	1,4	1,0	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5

#### *Annexe 4. Le calcul du linéaire de voirie de l'agglomération parisienne*

Malgré ses grandes qualités, le SIG de l'Île-de-France ne permet pas d'en avoir une idée précise, car il n'a pas été conçu pour cela. Pour parvenir néanmoins à mesurer ce linéaire en se limitant à la zone urbaine, la solution utilisée consiste à :

- retenir tout le réseau communal, en général calculé par le département, y compris celui des villages qui est faible et qu'il serait trop fastidieux de déduire, ce qui conduit à surestimer légèrement ce type de linéaire,
- multiplier la longueur du réseau départemental par la part de la surface urbanisée dans la superficie totale du département, ce qui conduit à sous-estimer légèrement ce type de linéaire,
- repérer sur une carte le linéaire du réseau national (nationales et autoroutes) situé en zone urbaine.

On obtient ainsi un linéaire de voirie en milieu urbain et par département assez précis, mais qui néglige cependant les voies privées (le tableau 52 résume le mode de calcul).

Tableau 52. Le mode de calcul du linéaire de voirie en milieu urbain par département

Réseau urbain	Source	Problème	Conséquence
communal	Calculé par le département	Impossible de retirer les rues des villages	Légère surestimation du linéaire
départemental	Département	Multiplier ce linéaire par la part de la surface urbanisée dans la superficie totale	Légère sous-estimation du linéaire
national	Mesuré sur carte	Distinguer voirie souterraine et à l'air libre	Pas de biais

*Annexe 5. Le linéaire de voirie communale par habitant  
selon la densité de population par surface urbanisée  
dans quelques communes d'Île-de-France*

Voici les données utilisées pour réaliser la figure 11 de l'ouvrage (voir le tableau 53).

Tableau 53. Données correspondantes

Communes ou communautés d'agglomération	Département	Voirie communale ou commu- nautaire	Espace urbain construit 1999	Popu- lation 1999	Densité à l'espace urbain	Linéaire de voirie communale par habitant
		km a	ha b	hab. c	hab./ha c/b	m/hab. a/c
Villiers-Saint-Frédéric	78	13	124	2 386	19	5,4
Villebon-sur-Yvette	91	31	366	9 373	26	3,3
Morangis	91	43	326	10 111	31	4,3
Cormeilles-en-Parisis	95	70	446	19 643	44	3,6
Chenevères-sur-Marne	94	35	323	17 837	55	2,0
Longjumeau	91	44	285	19 957	70	2,2
Noisy-le-Grand	93	128	805	58 217	72	2,2
Villiers-sur-Marne	94	50	357	26 632	75	1,9
Versailles	78	120	1121	85 726	76	1,4
Clamart	92	82	578	48 572	84	1,7
Champigny	94	121	871	74 237	85	1,6
Sceaux	92	24	218	19 494	89	1,2
Châtenay-Malabry	92	35	331	30 621	93	1,1
Plaine commune	93	290	3251	307 528	95	0,9
Arc de Seine	92	200	1193	151 105	127	1,3
Puteaux	92	24	227	40 780	179	0,6
Paris	75	1532	9500	2 125 000	224	0,7

Source : informations trouvées sur les sites Internet de ces 17 villes d'Île-de-France.

## *Glossaire des sigles*

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie  
APUR : Atelier parisien d'urbanisme  
AURG : Agence d'urbanisme de la région grenobloise  
BHNS : bus à haut niveau de service  
CEMT : Conférence européenne des ministres des transports  
CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques  
CETE : Centre d'études techniques de l'équipement \$  
CETUR : Centre d'études sur les transports urbains, devenu en 1993 le CERTU  
CNT : Conseil national des transports  
DREIF : Direction régionale de l'équipement d'Île-de-France, devenue en 2010 la DRIEA  
EPAD : Etablissement public d'aménagement de La Défense  
GART : Groupement des autorités responsables de transport  
IAURIF : Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région Île-de-France, devenu en 2008 IAU Île-de-France  
INRETS : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité  
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques  
LOTI : loi d'orientation des transports intérieurs du 30 décembre 1982  
MEDAD : Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables  
MOS : mode d'occupation des sols en Île-de-France  
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques  
PDE : plan de déplacement d'entreprise  
PDU : plan de déplacement urbain  
PMR : personnes à mobilité réduite  
PREDIT : programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres  
RATP : Régie autonome des transports parisiens  
RER : réseau express régional  
SDF : sans domicile fixe  
SETRA : Service d'études techniques des routes et autoroutes  
SRU : Solidarité et renouvellement urbains (loi du 13 décembre 2000)  
STIF : Syndicat des transports d'Île-de-France  
STP : Syndicat des transports parisiens  
URF = Union routière de France

## *Liste des tableaux*

Tableau 1. La demande d'espace à l'arrêt des divers modes de déplacement .....	13
Tableau 2. Taux de motorisation en Petite couronne selon la taille du logement.....	18
Tableau 3. Normes de stationnement pour les bureaux neufs préconisées en Petite couronne .....	19
Tableau 4. Normes de stationnement pour les bureaux neufs dans quelques PLU en Grande couronne parisienne .....	19
Tableau 5. Nombre de places de parking selon le type de commerce, hors hypercentre.....	21
Tableau 6. Le stationnement à destination des déplacements en voiture, un jour de semaine, dans un rayon de 80 km autour du domicile .....	22
Tableau 7. Les places de stationnement dans l'agglomération parisienne (milliers de places) .....	23
Tableau 8. La répartition des places de stationnement en Ile de France .....	23
Tableau 9. L'offre d'espace de stationnement pour les VP et VU selon les zones.....	24
Tableau 10. Le taux d'occupation des places de stationnement dans les grandes surfaces de bricolage en 2004.....	27
Tableau 11. Estimation du taux d'occupation annuel de quelques types de parking .....	27
Tableau 12. Les places de stationnement dans quelques tours de La Défense .....	30
Tableau 13. Estimation du taux d'occupation des places de stationnement pour VP + VU par jour ouvrable ....	31
Tableau 14. Les quatre approches de la consommation d'espace de circulation .....	33
Tableau 15. Débits maximaux selon les modes par mètre de largeur de voirie .....	34
Tableau 16. La largeur moyenne d'emprise par file selon la vitesse .....	40
Tableau 17. La surface dynamique selon la vitesse .....	41
Tableau 18. La demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru selon la vitesse .....	42
Tableau 19. Demande d'espace-temps de circulation par mode et par personne selon la vitesse .....	45
Tableau 20. Demande moyenne d'espace-temps de circulation par mode et par personne pour des vitesses inférieures à 50 km/h .....	46
Tableau 21. Largeur des files de circulation selon la vitesse limite autorisée .....	48
Tableau 22. Largeur d'emprise par file de quelques autoroutes en Île-de-France en tenant compte des échangeurs et bretelles .....	49
Tableau 23. Le linéaire de voirie en zone urbaine en agglomération parisienne (en km).....	51
Tableau 24. Le linéaire de voies ferrées ouvertes au trafic voyageur en zone urbaine en agglomération parisienne (en km).....	51
Tableau 25. Le linéaire de voirie par surface urbanisée et par habitant en zone urbaine en agglomération parisienne .....	52
Tableau 26. Le linéaire de voies ferrées et autres sites propres, par surface urbanisée et par habitant, en zone urbaine de l'agglomération parisienne.....	54
Tableau 27. Largeur moyenne et surface d'emprise des voiries (au sens strict).....	54
Tableau 28. Largeur moyenne et surface d'emprise des voies ferrées et autres sites propres .....	55

Tableau 29. Estimation de la superficie des trottoirs en Île-de-France .....	56
Tableau 30. Répartition de la voirie (hors parking) selon les modes .....	56
Tableau 31. Coût des parkings résidentiels publics et privés (en 1999) .....	70
Tableau 32. Coût d'investissement et d'exploitation d'un parc relais en Île-de-France, au 1 <sup>er</sup> janvier 1999 .....	70
Tableau 33. Ordre de grandeur du coût des parcs de stationnement, hors terrain, par place, en € HT 2012 .....	71
Tableau 34. Ordre de grandeur du coût d'une place le long d'un trottoir, hors terrain, en € HT 2012 .....	72
Tableau 35. Ordre de grandeur du coût d'une place de stationnement pour cycle, hors terrain, en € HT 2012 ...	72
Tableau 36. Ordre de grandeur du coût total annuel (investissement et exploitation) d'une place de stationnement, hors terrain, en € HT 2012 .....	73
Tableau 37. Ordre de grandeur du coût d'investissement dans l'infrastructure, par km et hors terrain en € HT 2012 .....	74
Tableau 38. Coût du m <sup>2</sup> x heure selon la localisation .....	78
Tableau 39. Proportion de surfaces urbaines selon l'occupation .....	85
Tableau 40. Affectation des sols à Los Angeles et à Paris .....	85
Tableau 41. Part de la consommation d'espace par les transports dans l'espace urbanisé à Los Angeles, en 2011 .....	87
Tableau 42. Demande d'espace-temps par mode pour un déplacement domicile-travail.....	92
Tableau 43. La part de la voirie et des parkings dans l'espace urbanisé central.....	97
Tableau 44. Part du bâti et des transports dans neuf aires urbaines selon les bases de données géographiques Corine Land Cover et BDCarto .....	99
Tableau 45. Part de la voirie dans la surface urbanisée en agglomération parisienne .....	100
Tableau 46. La surface de voirie (au sens large) par habitant (en m <sup>2</sup> ) .....	100
Tableau 47. Comparaison entre les lois de Zahavi et de Jacobs .....	112
Tableau 48. Longueur moyenne des principaux véhicules .....	136
Tableau 49. Distance d'arrêt selon la vitesse .....	137
Tableau 50. La surface dynamique selon la vitesse .....	138
Tableau 51. La demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru selon la vitesse ...	138
Tableau 52. Le mode de calcul du linéaire de voirie en milieu urbain par département .....	139
Tableau 53. Données correspondantes .....	140

## Liste des figures

Figure 1. Exemple de râtelier pour vélos sur deux niveaux .....	11
Figure 2. Représentation de l'espace occupé par les divers modes à capacité égale .....	34
Figure 3. Affiche de la campagne de communication pour le tramway à Strasbourg en 1989.....	35
Figure 4. Un exemple de courbe débit-vitesse sur l'A6a, sens sud-nord au Pk 0,960 en janvier 1995 .....	36
Figure 5. Evolution de la courbe débit-vitesse .....	37
Figure 6. Schéma représentant le calcul de la surface dynamique .....	38
Figure 7. Relation entre la vitesse et la largeur moyenne d'emprise totale par file .....	40
Figure 8. La relation entre la vitesse et la demande d'espace-temps de circulation d'une automobile par km parcouru .....	43
Figure 9. Demande d'espace-temps de circulation d'un bus par km parcouru selon la vitesse .....	45
Figure 10. Le linéaire de voirie communale par habitant selon la densité de population par surface urbanisée dans quelques communes d'Île-de-France .....	53
Figure 11. La consommation de carburants selon la densité urbaine.....	53
Figure 12. Schéma de principe d'organisation des circulations dans le quartier de Hautepierre à Strasbourg .....	58
Figure 13. Aménagement du boulevard de Sarrebruck à Nantes .....	59
Figure 14. Des piétons traversant la place Clichy en 1900 .....	60
Figure 15. Schéma de l'évolution de l'ajustement progressif de l'offre à la demande .....	67
Figure 16. La détermination du niveau optimal d'une nuisance .....	82
Figure 17. Les parkings dans le centre-ville d'Albuquerque aux États-Unis.....	88
Figure 18. Schéma d'articulation des nuisances liées à la consommation d'espace par l'automobile .....	107
Figure 19. Deux cas d'autorisation illégale du stationnement à cheval sur le trottoir .....	120
Figure 20. Un exemple de trottoir particulièrement étroit en zone urbaine dense .....	121
Figure 21. Une rue résidentielle accaparée par le stationnement .....	123
Figure 22. Des panneaux révélateurs du sort accordé aux enfants.....	124
Figure 23. Schéma des conséquences de l'adaptation des centres-villes à l'automobile sur leur accessibilité et leur attractivité .....	127
Figure 24. Classification automatique du territoire.....	132
Figure 25. Modèle d'estimation du stationnement sur voirie (nombre de places par km de voie) .....	133
Figure 26. Répartition des places de stationnement sur voirie selon les zones .....	134
Figure 27. Proportion de surface de voirie dans la surface urbanisée .....	135

## *Liste des encadrés*

Encadré 1. Le m <sup>2</sup> .h, une unité de mesure méconnue et pourtant d'un grand intérêt .....	7
Encadré 2. Le dimensionnement des parcs relais en Ile-de-France .....	16
Encadré 3. Quelques définitions concernant le stationnement .....	25
Encadré 4. Les couloirs bus sont-ils justifiés ? .....	35
Encadré 5. De l'intérêt du guidage .....	41
Encadré 6. Les différents types de parcs de stationnement .....	87
Encadré 7. Pourquoi, aux Etats-Unis, les quartiers centraux des affaires comportent tant de dents creuses.....	89
Encadré 8. Le vélo dévoreur d'espace ?.....	93
Encadré 9. L'emprise des parkings des tours de bureaux .....	95
Encadré 10. <i>Parking day</i> ou comment réenchanter la rue.....	123

## Références

- ADEME, 1995, *Transports, énergie, environnement. Le défi*, Paris : ADEME, 43 p.
- AGENCE D'URBANISME DE LA REGION GRENOBLOISE, 2009, *Chronoaménagement et autoroute autrement. La proximité au secours du territoire*, Lyon : CERTU, 200 p.
- AGENCE DE LA MOBILITE, 2007, *Etude comparative des temps de déplacement selon les modes. Synthèse*, Mairie de Paris, Direction de la voirie et des déplacements, 4 p.
- ALONSO Éric, 2005, *Du rond-point au giratoire*, Marseille : Éditions Parenthèses et Lyon : CERTU, 176 p.
- ANCEAU Michel, DUBOIS Julien, HERAN Frédéric, 2009, *Le guide du stationnement des vélos*, réalisé pour l'ADEME (agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) Nord-Pas de Calais, nouvelle édition mise à jour, 24 p.
- ANQUEZ Philippe et HERLEM Alicia, 2011, *Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions*, rapport de la Chaire de responsabilité sociale et de développement durable, Université du Québec à Montréal, 19 p.
- APEL Dieter, 2000, "Traffic system, space demand and urban structure", *Vélo Mondial 2000*, Amsterdam, juin, 13 p.
- APUR, 2011, *L'espace public parisien au XXI<sup>e</sup> siècle. Étude des évolutions au travers des nouvelles pratiques. Observation des usages par l'École d'architecture de Versailles*, Paris : APUR, 104 p.
- ARIES Philippe, 1979, « L'enfant et la rue, de la ville à l'anti-ville », *Urbi*, n° 2, pp. III-XIV.
- ASSEO David, 1992, *Le bon usage des parcs d'échange*, Delémont (Suisse) : Association Transport et Environnement, 8 p.
- BAKER Geoffrey, FUNARO Bruno, 1958, *Parking*, New York: Reinhold Publishing Co., 202 p.
- BANQUE MONDIALE, 1975, *Transports urbains*, Washington : Banque mondiale.
- BARTHELEMY Jean-Roland, 2001, « L'économie mixte, approche durable du stationnement », in Jacques FRENAIS (dir.), 2001, *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 103-119.
- BARTHELEMY Jean-Roland, REYNAL Gilles, RIGAUD Marguerite, 2001, *Vers une économie locale du stationnement résidentiel*, Ed. du PUCA, collection Recherches n° 131, 192 p.
- BEAUCIRE Francis, 1996, *Les transports publics et la ville*, Les Essentiels, Toulouse, Milan, 64 p.
- BEAUVAIS Jean-Marie, 1982-1983, *Consommation d'espace des différents modes de transport urbain*, phase 1 : recherche méthodologique, 31 p., phase 2 : application numérique, 48 p.
- BEAUVAIS Jean-Marie, 2003, *Evolution du commerce et utilisation de la voiture*, Beauvais consultants, rapport de recherche pour le ministère de l'équipement et des transports, Tours, 134 p.
- BELLI-RIZ Pierre, 2001, « Entre public et privé », in Jacques FRENAIS (dir.), 2001, *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 123-149.

- BENE Corinne, LEGAIGNOUX Patrick, 2007, *L'acceptabilité de l'extension du stationnement payant : l'enjeu de l'information, de la communication et de la concertation*, rapport pour le MEDADD, réalisé par Communication & Stratégie et le CETE Méditerranée, 129 p.
- BIGEY Michel, 1993, *Les élus du tramway*, Paris : Lieu Commun, 250 p.
- BIGEY Michel, SCHMIDER André, 1971, *Les transports urbains*, Paris : Ed. universitaires, 186 p.
- BLANCHARD Marie-Annick, 2011, *L'estimation de la consommation d'espace par les parkings de surface à Amiens. Etat de l'art, diagnostic, conséquences et perspectives*, mémoire de master 1 en Aménagement, Urbanisme et Développement des Territoires, Université de Lille 1, 113 p.
- BOITEUX Marcel (dir.), 1995, *Transports : pour un meilleur choix des investissements*, rapport pour le Commissariat général du Plan, Paris : La documentation française, 325 p.
- BOITEUX Marcel (dir.), 2001, *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, rapport pour le Commissariat général du Plan, rapporteur Luc Baumstark, Paris : La documentation française, 325 p.
- BRACHER Tilman, 1987, *Concepts pour le trafic cycliste*, Direction fédérale de la circulation, Berlin.
- BRES Antoine, 1998, « Le système des voies urbaines : entre réseau et espace », *Flux*, n° 34, pp. 4-20.
- BRES Antoine, 2006, « De la voirie à la rue : riveraineté et attrition. Des stratégies d'inscription territoriale des mobilités périurbaines », *Flux*, n° 66-67, pp. 87-95.
- BRÖG Werner, ERL Erhard, 1996, *Réduire ou repenser la mobilité urbaine quotidienne ? Allemagne*, rapport de la 102<sup>e</sup> table ronde d'économie des transports, Paris : CEMT, OCDE, pp. 5-88.
- BRUUN Eric, VUCHIC Vukan, 1995, *The time-area Concept : Development, Meaning and Applications*, Transportation Research Board, 74th Annual Meeting, jan. 22-28, Washington D.C., 27 p.
- BUCHANAN Colin D., 1963, *Traffic in Towns*, HMSO, Londres, 264 p., traduction : *L'automobile dans la ville*, Paris : Imprimerie Nationale, 1965, 224 p.
- CARE-COLIN Serge, GENDRE Patrick, 1999, *Régulation des vitesses sur voies rapides urbaines. Une synthèse des expérimentations*, Lyon, CERTU, 90 p.
- CARRE Jean-René, 1999, *RESBI. Recherche et expérimentation sur les stratégies des cyclistes au cours de leurs déplacements*, Arcueil : rapport de recherche INRETS-DERA, n° 9904, 86 p.
- CEMT, 1998, *La mobilité induite par les infrastructures*, rapport de la 105<sup>e</sup> table ronde d'économie des transports, Paris : CEMT, OCDE, 333 p.
- CERTU, 1997, *La protection des trottoirs contre le stationnement*, Lyon : CERTU, 113 p.
- CERTU, 1999, *Carrefours urbains. Guide*, Lyon : CERTU, 237 p.
- CERTU, 2000, *Recommandations pour des aménagements cyclables*, Lyon, 108 p.
- CERTU, 2009, « Tramway et Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) en France : domaines de pertinence en zone urbaine », *Transport Environnement Circulation*, n° 203, sept.
- CERTU, 2009, *Vingt ans de politiques de stationnement public dans les villes centres des agglomérations françaises*, Lyon : CERTU, 8 p.
- CETUR, 1989, *Réduire la vitesse en agglomération. Mesures localisées d'exploitation et d'équipement de la voirie*, Bagneux, 144 p.
- CETUR, 1994, *Le stationnement privé au lieu de travail, facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine ?*, Bagneux : CETUR, 137 p.
- CETUR, AIVF, 1988, *Guide général de la voirie urbaine. Conception, aménagement, exploitation*, CETUR, Bagneux, 197 p.
- CHERKI Eddy, MEHL Dominique, 1979, *Les nouveaux embarras de Paris : de la révolte des usagers des transports aux mouvements de défense de l'environnement*, Paris : François Maspero, 218 p.
- CLEMENT Lionel, 1995, « La conjecture de M. J. H. Mogridge : test sur l'agglomération de Lyon », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 30, pp. 51-64.
- CLEMENT Lionel, DEKOKERE Alain, FAIVRE D'ARCIER Bruno, 1994, « Réseaux intermédiaires de transports publics urbains : innovation technologique ou nouveau concept organisationnel ? », *Recherche Transports Sécurité*, n° 42, mars, pp. 3-14.
- COHEN Simon, 1986, « Régulation du trafic et sécurité aux carrefours à feux », *Recherche Transports Sécurité*, n° 9/10, pp. 69-72.
- COHEN Simon, 2004, *Conditions de circulation sur le tronç commun A4-A86. Evaluation de la situation de référence*, Arcueil, rapport INRETS, 37 p.

- COHEN Simon, 2006, « Considérations sur les courbes débit-vitesse », in *Séminaire vitesse. Apports récents de la recherche en matière de vitesse*, Actes INRETS n° 105, pp. 57-66.
- CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL, 1976, *Les déplacements en milieu urbain* (rapport Schmider et avis du CES), Paris : CES, 154 p.
- CONSEIL NATIONAL DES TRANSPORTS, 2005, *Une voirie pour tous. Sécurité et cohabitation sur la voie publique au-delà des conflits d'usage*, Paris, rapport du CNT, 2 tomes.
- CROZET Yves, 2011, « Les effets structurants sont un mythe », *Ville, rail et transports*, n° 525, 27 juillet, pp. 48-51.
- CUILLER Francis (dir.), 1994, *Strasbourg : chroniques d'urbanisme*, ADEUS / Ed. de l'Aube, 259 p.
- DARBERA Richard, 1992, « Le coût total de la voiture particulière et des transports collectifs dans une grande agglomération : le cas de Paris », communication n° 919 à la *Conférence mondiale sur la recherche dans les transports* (WCTR), Lyon, 29 juin-4 juillet, 13 p.
- DARIN Michaël, 1988, « Les grandes percées urbaines du XIX<sup>e</sup> siècle : quatre villes de province », *Annales. Economies, sociétés, civilisations*, n° 2, pp. 477-505.
- DARIN Michaël, 1996, « Le plan général d'alignement à Paris : une pensée "réseau" de la voirie », *Flux*, pp. 43-45.
- DEHAN Philippe, 2001, « Le parking souterrain est-il encore pertinent ? », in Jacques FRENAIS (dir.), 2001, *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 153-161.
- DESBOUIS Gérard, LAURENT François, MEDEVILLE Nathalie, 1999, *Les multiplexes, impact sur la mobilité et l'urbanisation en Île-de-France*, 1. rapport final. 2. synthèse d'étude, Association pour la Recherche sur l'Aménagement Urbain et Commercial, 226 p.
- DEUTSCH Jean-Claude, 2005, *L'hydrologie urbaine*, support de cours, ENPC, 9 p.
- DI SALVO Magali, 2007, *Quelle est la consommation d'espace par les transports et par l'urbanisation ? Rapport de synthèse et d'expérimentation*, Lyon, CERTU, 64 p. Téléchargeable sur le site du CERTU.
- DOUAY Sophie, HASIAK Fabrice, 1994, *Le vélo dans la chaîne de transport*, ENTPE, travail de fin d'études, sous la direction d'Edith METZGER, CETE de Lyon, mémoire soutenu le 16 juin 1994, 104 p.
- DREIF, 2001, *Les normes de stationnement dans les plan locaux d'urbanisme. Méthodes et bonnes pratiques*, PDU Île-de-France, Paris : La Documentation Française, 64 p.
- DRON Dominique, COHEN DE LARA Michel, 1995, *Pour une politique soutenable des transports*, rapport au ministre de l'Environnement, cellule de prospective et stratégie, Paris : La documentation française, 328 p.
- DUANY Andrés, PLATER-ZYBERK Elizabeth, SPECK Jeff, (2000). *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*, New York: North Point Press, 320 p.
- DUMONT Marc, VON DER MÜHLL Dominique, 2007, « De la rue à la ville apaisée : l'éclairage comparé des expériences péri/suburbaines suisses et françaises », *Flux*, n° 66/67, pp. 50-61.
- DUPUY Gabriel, 1999, *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, Paris : Anthropos, 160 p.
- DUSSART Robert, TATERODE Maurice, 1987, « La politique du stationnement à Paris », *Transport Environnement Circulation*, n° 79-80, pp. 18-31.
- EMELIANOFF Cyria, 2007, « La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe », *L'information géographique*, n° 3, pp. 49-64.
- EPAD, 2006, *Etude mobilité transports à La Défense*, réalisation MV2 ETC pour l'EPAD, 20 p.
- ESTIGARIBIA Sandra, 2010, *Enquête auprès des ménages sur l'utilisation de leur garage, dans quatre quartiers de l'agglomération lilloise*, rapport de stage pour le CETE Nord Picardie.
- FAIVRE D'ARCIER Bruno, 1995, « La voie comme patrimoine », actes du séminaire *Villes et transports*, Plan urbain, tome 2, pp. 169-184.
- FLONNEAU Mathieu, 2009, « Rouler dans la ville. Automobilité et démocratisation de la cité : surprenants équilibres parisiens pendant les "Trente Glorieuses" », *Articulo – Journal of Urban Research*, n° 1.
- FOUCHIER Vincent, 1997, *Les densités urbaines et le développement durable. le cas de l'Île-de-France et des villes nouvelles*, Paris : Éd. du SGVN, 212 p.
- FRENAIS Jacques, 2001, « L'économie du stationnement résidentiel », *Etudes foncières*, n° 90, mars-avr., pp. 29-31.

- FRENAY Patrick, 2001, « P+R versus urbanisation autour des nœuds de transports publics », *Transport Environnement Circulation*, n° 166, pp. 20-29.
- FRENAY Patrick, 2004 et 2005, « Le tram, outil au service du développement urbain durable ? Réflexions tirées d'une comparaison entre quelques villes moyennes françaises et allemandes », *Transport Environnement Circulation*, n° 184, pp. 62-69 et n° 185, pp. 2-8.
- FRUIN John J., 1987, *Pedestrian Planning and Design*, Revised Edition, Elevator World, Inc., Mobile, AL.
- GARDON Sébastien, 2007, « Pouvoirs urbains et ingénieurs de l'État. La construction d'infrastructures routières dans la région lyonnaise au vingtième siècle », *Métropoles*, n° 2, 40 p.
- GART, 1991, *Métrobusvaltram, pour que ça roule*, Paris : GART, 34 p.
- GERONDEAU C., 1969, *Les transports urbains*, Paris : PUF, Que sais-je ?, 127 p.
- GERONDEAU Christian, FLICHY M., 1966, *Le stationnement : aspects techniques et économiques*, Paris : Ministère de l'équipement, SERC (service d'études et de recherches sur la circulation routière), 53 p.
- GHORRA-GOBIN Cynthia, 2006, « Los Angeles, réinventer les espaces publics », *Urbanisme*, n° 346, janv.-fév., pp. 50-53.
- GIGUERE MéliSSa, 2009, *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*, Québec : Institut national de santé publique, 95 p.
- GOODWIN Phil B., 1998, *La mobilité induite par les infrastructures. Royaume-Uni*, rapport de la 105<sup>e</sup> table ronde d'économie des transports, Paris : CEMT, OCDE, pp. 151-238.
- GRAND LYON, 2005, *Stationnement, déplacements, transport... Lyon, pour une ville accessible*, Grand Lyon, 12 p.
- GRUEN Victor, 1973, *Centers for the urban environment: Survival of the cities*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- GUENGANT Alain, 1992, *Les coûts de la croissance périurbaine. L'exemple de l'agglomération rennaise*, Paris : ADEF, 157 p.
- GUIEYSSE Louis, MARCHAND Louis, 1988, « Congestion urbaine et réponse de la planification en agglomération parisienne », dans *Les transports collectifs urbains*, actes du colloque des 3-5 mai 1988, Presses de l'ENPC, Paris, pp. 111-122.
- HALL Peter, 2001, *Entretien avec Thierry Paquot*, *Urbanisme*, n° 316, pp. 14-21.
- HARTER Hélène, 2005, « Les villes américaines et le culte de la mobilité. Les politiques d'infrastructures routières, 1945-1950 », *Cercles*, n° 13, pp. 63-82.
- HENARD Eugène, 1982, *Etudes sur les transformations de Paris et autres écrits sur l'urbanisme*, Paris : L'Esquerre, 364 p. (1<sup>e</sup> éd. 1903-1910)
- HENLEY Simon, 2007, *L'architecture du parking*, Marseille : Parenthèses, 255 p.
- HERAN Frédéric (dir.), RAVALET Emmanuel, 2008, *La consommation d'espace-temps des divers modes de déplacement en milieu urbain. Application au cas de l'Île de France*, rapport pour le PREDIT 3, lettre de commande 06 MT E012, 189 p.
- HERAN Frédéric, 2006, « Transports, vitesse et paysage urbain », actes du séminaire sur *Le paysage de la mobilité*, Rennes : Conseil régional de Bretagne, 14 décembre, 11 p.
- HERAN Frédéric, 2009, « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours », *Flux*, n° 76/77, pp. 110-121.
- HERAN Frédéric, 2011, « Pour une approche systémique des nuisances liées aux transports en milieu urbain », *Les cahiers scientifiques du transport*, n° 59, 25 p.
- HUMBERT Ricardo C., 1944, *La ciudad hexagonal*, Buenos Aires : Editorial Vasca Ekin, s.r.l., 89 p.
- HUMBERT Ricardo C., 1954, « Problèmes de circulation dans les centres urbains », *Technique et Architecture*, n° 3-4, pp. 2-36.
- IAURIF, BETURE CONSEIL, ISL, GRONTMIJ, 1996, *Etude sur le rabattement en vélo sur les gares d'Île de France*, étude pour le Conseil Régional d'Île de France, Paris : IAURIF, 5 tomes.
- JACOBSEN P. L., 2003, « Safety in numbers : more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling », *Injury Prevention*, vol. 9, pp. 205-209.
- JACOBSEN Peter, 1997, "Liquid vs. Gas Models for Traffic," *Los Angeles Times*, Letters to Editor, 14 May.
- JACQUOT Alain, 2007, « La demande potentielle de logements : un chiffre à l'horizon 2020 », *Notes de synthèse du SESP*, n° 165, pp. 41-48.

- JAMES Emma, MILLINGTON Anya, TOMLINSON Paul, 2005, *Understanding Community Severance I: Views of Practitioners and Communities*, TRL, Department for Transport 61 p.
- JOAN Jean-Marc (JMJ Conseil), 2003, *Impact des politiques de stationnement sur la circulation et l'environnement*, rapport pour le PREDIT 3, DRAST, 82 p.
- JOLY Iragaël, 2003, « L'hypothèse de Zahavi revisitée. Quelle pertinence ? », XXXIX<sup>e</sup> colloque de l'ASRDLF (Association de science régionale de langue française) *Conception et ségrégation, dynamiques et inscriptions territoriales*, Lyon, 1-3 sept., 22 p.
- LAMMING Clive, 1999, *Paris ferroviaire*, Paris : Parigramme, 192 p.
- LAMURE Claude, 1995, *Quelle automobile dans la ville*, Paris : Presses de l'ENPC, 333 p.
- LAMURE Claude, LAMBERT Jacques, 1993, *Impact des transports terrestres sur l'environnement. Méthodes d'évaluation et coûts sociaux*, Synthèse INRETS n° 23, 103 p.
- LE BRETON Eric, 2002, *Les transports urbains et l'utilisateur : voyageur, client ou citoyen ?*, Paris : L'Harmattan, 256 p.
- LE CORBUSIER, 1933, *La Charte d'Athènes*, Paris : Minuit, éd. de 1957, 190 p.
- LE GAC Marie, 2007, *Parcs-relais et politique de rabattement*, présentation Powerpoint du 11 décembre à l'Agence d'urbanisme de la région grenobloise, 38 p.
- LE GAL Yan, CHALEROUX Ludovic, MEUGNIOT François-Régis, LAROCHE Christian, 2002, *La voirie urbaine : un patrimoine à réhabiliter. Enseignements de Nantes*, rapport pour le ministère de l'équipement, direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, PREDIT 2, 85 p.
- LEBRETON Joël, BEAUCIRE Francis, 2000, *Transports publics et gouvernance urbaine*, Les Essentiels, Toulouse : Milan, 125 p.
- LECHNER Daniel, MALATERRE Gilles, FLEURY Dominique, 1986, *La reconstitution cinématique des accidents*, rapport INRETS, n° 21.
- LEFEVRE Christian, OFFNER Jean-Marc, 1990, *Les transports urbains en question, usages, décisions, territoires*, Paris : Ed. Celse, 221 p.
- LESORT Jean-Baptiste, 2006, « Vitesse individuelle, vitesse de flot : quelques rappels sur la physique du trafic », in *Séminaire vitesse. Apports récents de la recherche en matière de vitesse*, Actes INRETS n° 105, pp. 41-45.
- LEVEQUE François, 2004, *Économie de la réglementation*, Paris : Ed. La Découverte, Collection Repères, 2<sup>e</sup> édition, 128 p.
- LEVY Jacques, 2004, « Modèle de mobilité, modèle d'urbanité », in Sylvain ALLEMAND, François ASCHER et Jacques LEVY (dir.), *Le sens du mouvement*, Paris : Editions Belin, chapitre 14.
- LIPIETZ Alain, 1995, « La valeur de l'espace économique », in GOURDON Jean-Loup, PERRIN Evelyne, TARRIUS Alain, *Ville, espace et valeurs : un séminaire du Plan urbain* [en 13 séances du 23 février 1988 au 15 novembre 1990], Paris : L'Harmattan, pp. 101-107.
- LITMAN Todd, 2002, *Evaluating Transportation Land Use Impacts*, Victoria Transport Policy Institute, Canada.
- LITMAN Todd, 2011, *Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning*, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 35 p.
- LOISEAU-VAN BAERLE Francine, 1989, *Le piéton, la sécurité routière et l'aménagement de l'espace public. Etude comparative des politiques et réalisations aux Pays-Bas, en Allemagne et en France*, Bagneux : CETUR, 144 p.
- LOWE Marcia, 1989, *The Bicycle: Vehicle for a small Planet*, Worldwatch Institute.
- MALATERRE Gilles, 1986, « Temps de réponse et manœuvres d'urgence », *Recherche Transports Sécurité*, n° 12, pp. 11-16.
- MANGIN David, PANERAI Philippe, 1999, *Projet urbain*, éditions Parenthèses, Marseille, 187 p.
- MARCHAND Louis, 1977, « Qu'est-ce que la mobilité », *Métropolis*, n° 24-25, pp. 51-54.
- MARCHAND Louis, 1984, « Un concept fécond, la consommation d'espace temps », *Les cahiers scientifiques de la revue Transport*, 2e semestre.
- MARCHAND Louis, 1993, *Du bon usage de l'espace de voirie dans les centres urbains*, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, cycle Transport de voyageurs, module 2 : l'économie des transports, Paris, 11 p.
- MATHON Sylvie, 2008, *Le stationnement résidentiel sur l'espace public : état des lieux, problèmes et perspectives. Une application à l'agglomération lilloise*, thèse en urbanisme soutenue à l'Université de Paris XII, sous la direction de Jean-Pierre ORFEUIL, 465 p.

- MELLETT François, 1969, *Le stationnement aux gares et le dimensionnement des parcs de dissuasion. Principaux résultats. Eléments de programmation. Méthode de calcul*, Paris : IAURP, 119 p. + 34 p. tabl., graph., fig., 3 microfiches 98 vues.
- MERLIN Pierre, 1984, *La planification des transports urbains*, Paris : Masson, 220 p.
- MERLIN Pierre, 1991, *Géographie, économie et planification des transports*, Paris : PUF, 472 p.
- MERLIN Pierre, 1992, *Les transports urbains*, Paris : PUF, Que sais-je ?, 127 p.
- MERLIN Pierre, 1997, « Les transports en région parisienne », Notes et études documentaires, n° 5052, 202 p.
- MOGRIDGE Martin J.H, 1990, *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow ?*, London: McMillan.
- NOLAND Robert B. and LEM Lewison L., 2002, « A Review of the Evidence for Induced Travel and Changes in Transportation and Environmental Policy in the US and the UK », *Transportation Research D*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-26.
- OFFNER Jean-Marc, 1993, « Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'espace géographique*, n° 3, pp. 233-242.
- PAQUOT Thierry, 2006, « Espace(s) public(s) », *Urbanisme*, n° 346.
- PEREZ-DIAZ Claudine, 1996, « Les régulations rationnelles du contrôle des contraventions », in « Routes, espace incertain », *Les cahiers de la sécurité intérieure*, n° 25, pp. 90-106.
- PEYRON Julien, 2009, « Les parcs relais en Île-de-France », *Transport environnement circulation*, n° 202, juin, pp. 32-39.
- PICARD Aleth et DELACOURT Laurent, 2001, « Du garage habité au parking standardisé », in Jacques FRENAIS (dir.), *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 123-149.
- PINON Pierre, 2002, *Atlas du Paris haussmannien. La ville en héritage du Second Empire à nos jours*, Paris : Parigramme, 212 p.
- PLASSARD François, 1977, *Les autoroutes et le développement régional*, Paris : Economica, 341 p.
- POULIT Jean, 1971, « La circulation urbaine », *Revue générale des routes et des aérodromes*, n° 462, fév., pp. 59-78.
- POUYANNE Guillaume, 2008, « Théorie économique de l'urbanisation discontinue », *Cahiers du GREThA*, n° 2008-07, 28 p.
- PROCHASSON François, 2001, « Une gestion territoriale », in Jacques FRENAIS (dir.), 2001, *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 123-149.
- QUINET Emile, 1993, « Les coûts sociaux des transports : évaluation et liens avec les politiques d'internalisation des effets externes », in *Internaliser les coûts sociaux des transports*, Paris : ECMT / OCDE, pp. 35-80.
- ROBIN Jacques, 2009, *Exemples mondiaux et avantages sécuritaires d'une ligne d'arrêt transversale avant les passages piétons*, rapport de l'Institut national pour la sécurité des enfants, 32 p.
- SAUVY Alfred, 1968, *Les 4 roues de la fortune. Essai sur l'automobile*, Paris : Flammarion, 246 p.
- SCHMIDER André, 1977, « L'espace urbain, un bien public », *Métropolis*, n° 24-25, pp. 55-57.
- SCOBELTZINE André, 2001, « Usages et paysages », in Jacques FRENAIS (dir.), 2001, *Le stationnement résidentiel*, Paris : PUCA, pp. 165-181.
- SERRATOSA Albert et alii, 1999, *Semiòtica de l'Eixample Cerdà*, Editorial Proa, Barcelone.
- SERVANT Louis, 1978, *L'amélioration des transports urbains. Expériences françaises et étrangères*, Paris : La documentation française, 106 p.
- SERVANT Louis, 2005, « La consommation énergétique des transports franciliens », *Note rapide sur les transports*, nov., 6 p.
- SERVICE DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET INTERNATIONALES ET RATP, 1974, *Les contraintes physiques au développement des transports parisiens*, Paris : SAEI, 48 p.
- SERVICE DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET INTERNATIONALES ET RATP, 1974, *Les contraintes physiques au développement des transports parisiens*, Paris : SAEI, 48 p.
- SMEED R.-J., 1961, *The traffic problem in towns*, Manchester statistical Society, traduction *Le problème de la circulation dans les villes*, Arcueil : SERC, 1965, 59 p.
- SMEED R.-J., 1961, *The traffic problem in towns*, traduction *Le problème de la circulation dans les villes*, Arcueil : SERC, 1965, 59 p.
- SMEED Reuben J., 1961, *The traffic problem in towns*, Manchester statistical Society, traduction *Le problème de la circulation dans les villes*, Arcueil : SERC, 1965, 59 p.

- SOFRETU, CETUR, 1992, *Le coût de la consommation d'espace*, note interne, Paris.
- SOFRETU, CETUR, 1994, *Analyse des coûts de déplacement : élaboration d'une méthodologie dans le cadre d'un compte transport des voyageurs*, 3 tomes et rapport de synthèse, Paris.
- STP, 1999, *Cahier de références pour la conception, la réalisation et l'exploitation des parcs relais d'Île-de-France*, Paris : STP, 62 p.
- STUDENY Christophe, 1995, *L'invention de la vitesse*, Paris : Gallimard, 408 p.
- TORRE André, 2010, « Conflits environnementaux et territoires », in Zuindeau B. (ed), *Développement Durable et Territoire*, Presses universitaires du Septentrion, 518 p.
- TROCME Hélène, 1994, « Pour ou contre le damier ? La ville nord-américaine », in Cynthia GHORRA-GOBIN (dir.), *Penser la ville de demain. Qu'est-ce qui institue la ville ?*, Paris : L'Harmattan, pp. 57-63.
- UITP, 2001, *Better Mobility in Urban Area. Problems, Solutions, Best Practices*, Bruxelles : UITP, 44 p.
- UNITED NATIONS, 1984, *Transportation Strategies for Human Settlements in Developing Countries*, UNCHS, Nairobi, Kenya.
- VAHL H. G., GISKES J., 1988, *Urbanisme et trafic, de la guerre à la paix*, Bagneux : CETUR, 48 p.
- VAYSSIERE Bruno, 1988, *Reconstruction, déconstruction : le hard french ou l'architecture française des trente glorieuses*, Paris : Picard, 327 p.
- VERHOEF Erik, 1996, *The economics of regulating road transport*, London: Edward Elgar Publishing, 265 p.
- VICKREY William S. 1996, *Public economics: selected papers*, Cambridge: Cambridge University Press, XII-558 p.
- VIVIER Jean, 1997, *Coûts des déplacements en Île-de-France. Eléments pour une politique d'investissement et de tarification*, RATP, Département du Développement, Paris, 88 p. + annexes 191 p.
- WERQUIN Ann-Caroll, DEMANGEON Alain, 1998, *Boulevards, rondas, parkways... des concepts de voies urbaines*, dossier du CERTU, 161 p.
- WIEL Marc, 1999, *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Liège : éd. Pierre Mardaga, 149 p.
- WIEL Marc, 2007, *Pour planifier les villes autrement*, Paris : L'Harmattan, 244 p.
- WOLMAR Christian, 2007, *Fire & Steam: A new History of the Railways in Britain*, Atlantic Books, 480 p.
- ZAHAVI Yacov, 1973, "The TT-relationship : a unified approach to transportation planning", *Traffic Engineering and Control*, vol. 15, n° 4-5, pp. 205-212.

## *Table des matières*

Préambule .....	2
Introduction .....	3
Une thèse ancienne .....	3
La consommation d'espace est-elle vraiment une nuisance ? .....	4
Comment mieux appréhender l'articulation entre stationnement et circulation ? .....	5
Comment réguler la consommation d'espace ? .....	5
Choix méthodologiques .....	6
Le contenu de l'ouvrage .....	6
<b>Première partie. Le constat. D'énormes disparités de consommation d'espace selon les modes de transport .....</b>	<b>8</b>
Chapitre 1. La demande d'espace de stationnement. Grands écarts .....	9
Les espaces de stationnement automobile .....	9
Le stationnement des deux-roues .....	11
Les stations et les garages des bus et tramways .....	12
Les gares et garages des trains .....	12
Les piétons en station debout .....	13
Synthèse .....	13
La demande d'espace-temps de stationnement .....	13
Chapitre 2. L'offre d'espace de stationnement. Empirisme et dérive .....	15
L'impossible adaptation de l'offre à la demande .....	15
Un empirisme inévitable .....	16
La variabilité des normes de stationnement .....	17
La dérive de l'offre .....	22
Une évaluation de l'offre globale de stationnement .....	23
L'offre d'espace-temps de stationnement .....	24
Chapitre 3. Le taux d'occupation des espaces de stationnement. Gaspillages .....	25
Le taux d'occupation des divers lieux de stationnement .....	25
Le nombre de places de stationnement par véhicule .....	30
L'évolution du nombre de places de stationnement par véhicule .....	32
Chapitre 4. La demande d'espace de circulation. La vitesse spatiophage .....	33
Le débit selon la largeur .....	33
Les courbes débit-vitesse .....	36
La surface dynamique .....	38
La demande d'espace-temps de circulation .....	42

Chapitre 5. L'offre d'espace de circulation. Excès et pénurie .....	47
La largeur d'emprise des différents espaces de circulation .....	47
Le linéaire des infrastructures .....	50
La surface de circulation .....	54
Chapitre 6. Le taux d'occupation des espaces de circulation. Dimensions généreuses .....	57
Questions de méthode .....	57
De larges voiries .....	57
De vastes carrefours .....	60
Une expansion autoentretenu .....	62
Mais un maillage insuffisant des réseaux de transport en périphérie .....	63
Chapitre 7. Les raisons des espaces automobiles surdimensionnés .....	64
Une insuffisance de régulation par les prix .....	64
Une forte spécialisation des espaces .....	65
Des capacités conçues pour les périodes de pointe .....	65
Un traitement local sans vision globale suffisante .....	65
Une compétition pour offrir un maximum d'espace .....	66
Des erreurs dans l'ajustement de l'offre à la demande .....	67
Divers blocages pour requalifier les espaces excédentaires .....	67
Chapitre 8. Le coût de la consommation d'espace par les transports en milieu urbain .....	69
Les coûts d'investissement et d'exploitation des parkings .....	69
Les coûts d'investissement et d'exploitation des garages .....	71
Les coûts d'investissement et d'exploitation des places de stationnement dans la rue .....	71
Les coûts d'investissement et d'exploitation des dispositifs de stationnement pour cycles .....	72
Synthèse .....	73
Les coûts d'investissement et d'entretien des infrastructures de transport .....	73
Le coût de l'espace public .....	74
<b>Seconde partie. Les conséquences. La consommation d'espace par l'automobile comme nuisance .....</b>	<b>81</b>
Chapitre 9. Le cas limite des villes nord-américaines .....	84
Quelques doutes sur le cas de Los Angeles .....	84
Une méthode pour évaluer la consommation d'espace dans les centres-villes américains .....	85
Application au cas de Los Angeles .....	86
Comparaisons avec d'autres villes .....	87
Les raisons de la forte consommation d'espace par les transports dans les centres-villes américains .....	88
Les modes économes en espace incontournables .....	90
Chapitre 10. La réduction de la densité urbaine .....	92
L'automobile spatiophage .....	92
Automobile et discontinuité urbaine .....	94
La part des transports dans l'espace urbanisé .....	97
Chapitre 11. Les nuisances liées aux emprises occupées par les infrastructures de transport .....	102
L'artificialisation des sols .....	102
La dégradation des paysages urbains .....	103
Les effets de coupure .....	104
L'insécurité routière .....	105
Les impacts résultants .....	106
Chapitre 12. La loi d'occupation maximale de l'espace par les véhicules individuels motorisés .....	108
Le caractère envahissant des véhicules individuels motorisés .....	108
La loi d'occupation maximale de l'espace .....	110
Les conséquences de cette loi .....	112
Loi de Jacobs et conjecture de Mogridge .....	113

Chapitre 13. Les conflits d'usage de l'espace .....	115
L'expression des conflits .....	115
Les conflits concernant l'affectation des sols .....	116
Les conflits concernant l'occupation de la voirie .....	119
<b>Conclusion. Accessibilité et attractivité : le dilemme fondamental .....</b>	<b>125</b>
Ville automobile et zone d'environnement.....	125
Ville accessible et attractive .....	127
Ville mobile et ville durable .....	128
<b>Annexes .....</b>	<b>129</b>
Annexe 1. Le calcul de la consommation d'espace selon Louis Marchand .....	129
Annexe 2. L'évaluation du stationnement dans l'agglomération lilloise .....	131
Annexe 3. Le calcul de la surface dynamique .....	136
Annexe 4. Le calcul du linéaire de voirie de l'agglomération parisienne .....	139
Annexe 5. Le linéaire de voirie communale par habitant selon la densité de population par surface urbanisée dans quelques communes d'Île-de-France.....	140
<b>Glossaire des sigles .....</b>	<b>141</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>142</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>144</b>
<b>Liste des encadrés .....</b>	<b>145</b>
<b>Références .....</b>	<b>146</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>153</b>