



Où en est la réflexion sur la ville et la mobilité après tant d'années de recherche intensive sur ce sujet, menée d'abord séparément dans le domaine de l'urbanisme et dans celui des transports, puis de plus en plus en symbiose ? Et quel secours peuvent en attendre les responsables et acteurs des politiques publiques ?

La confrontation de la pensée urbaine et de la mobilité a conduit une vingtaine d'auteurs à approcher de nouveaux thèmes, comme la « ville lente », la « ville fractale » ou la « ville cohérente », ou encore la « ville morcelée », témoignant de l'essor de préoccupations morphologiques reliées à la pratique. D'autres thèmes très variés ont pris de l'importance, comme la logistique urbaine, les « budgets-temps », les inégalités ou les modèles « transport-urbanisme ». Il faut saluer aussi le développement des travaux économiques et financiers appliqués à la mobilité urbaine, sans oublier non plus la prospective.

Cet ouvrage fait une large place aux résultats du programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres Predit. En effet, à l'initiative notamment de la direction de la recherche et de l'innovation du ministère chargé du développement durable et de l'Ademe, ce programme a fortement contribué à la construction d'un édifice conceptuel polyphonique, mais qui ne manque pas d'une certaine cohérence dans sa diversité et a produit de véritables outils d'aide à la décision publique.

*
* *

Gérard Brun, docteur d'État en droit, est chargé de mission à la direction de la recherche et de l'innovation (DRI) du ministère chargé du développement durable et responsable du Groupe opérationnel n° 6 du Predit « Politiques de transport ». Il dirige la collection « Méthodes et approches ».



www.economica.fr



ISBN 978-2-7178-6627-8
39 €

Sous la direction de
GÉRARD BRUN

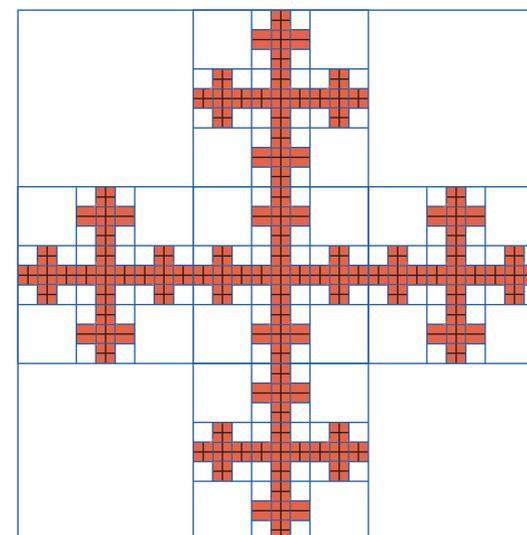
VILLE ET MOBILITÉ

Collection « Méthodes et Approches »
dirigée par Gérard Brun

VILLE ET MOBILITÉ

Nouveaux regards

Sous la direction de
Gérard Brun



 ECONOMICA

VILLE ET MOBILITÉ

Collection « Méthodes et Approches »
dirigée par Gérard BRUN

Cette collection axée sur la recherche en transport et en urbanisme a pour ambition de publier des ouvrages contribuant à un renouveau conceptuel dans le domaine des sciences humaines, par le recours à des méthodes nouvelles et à des approches transversales.

Ouvrages déjà parus :

Le calcul économique dans le processus de choix collectif des investissements de transport, MAURICE Joël et CROZET Yves (sous la direction de), 2007.

L'environnement dans la décision publique – Refonder l'évaluation socio-économique pour des politiques de transport plus durables, CHANEL Olivier et FABUREL Guillaume (sous la direction de), 2010.

Modéliser la ville – Formes urbaines et politiques de transport, ANTONI Jean-Philippe (sous la direction de), 2011.

La ville morcelée – Effets de coupure en milieu urbain, HÉRAN Frédéric, 2011.

Pour une économie de la sécurité routière – Émergence d'une approche pour l'élaboration de politiques publiques, CARNIS Laurent et MIGNOT Dominique (sous la direction de), 2012.

Collection « Méthodes et Approches »
dirigée par Gérard Brun

VILLE ET MOBILITÉ

Nouveaux regards

Sous la direction de
Gérard Brun

Ouvrage publié avec le soutien de la Direction de la recherche et de l'innovation (service de la recherche) du Commissariat général au développement durable (ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Énergie), en liaison avec le Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres – PREDIT 4

 ECONOMICA

49 rue Héricart, 75015 Paris

Sommaire

Avant-propos	
Des concepts aux outils	IX
Gérard Brun, MEDDE/CGDD/DRI	

Première partie Formes et dynamiques urbaines

Morphologie urbaine et mobilité

Chapitre 1 : L'éparpillement périurbain : controverse ou compromis impossible ?	5
Marc Wiel, Marc Wiel consultant	
Chapitre 2 : La ville des réseaux à l'heure du développement durable	27
Gabriel Dupuy, professeur émérite Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, CRIA UMR CNRS 8504	
Chapitre 3 : Écomobilités et urbanisation dispersée : les enseignements du « Carré picard »	41
Antoine Brès, CRIA-Géographies-Cités Université Paris 1 Béatrice Mariolle, IPRAUS-AUSSER	
Chapitre 4 : Transport de marchandises et formes urbaines Vingt ans de recherche et d'expérimentations	57
Jean-Louis Routhier, Jesus Gonzalez-Feliu , Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)	

Structures et proximité

Chapitre 5 : La ville fractale – Un concept d'aménagement multi-échelle	85
Pierre Frankhauser, ThéMA, université de Besançon	

Chapitre 6 : Ville et mobilité cohérentes	101
Jean-Pierre Orfeuil, Lab`urba, Emre Korsu, LVMT	
Chapitre 7 : La ville orientée vers le rail et l'intermodalité	115
Alain L'Hostis, Université Paris Est, LVMT, IFSTTAR, Claude Soulas, Université Paris Est, GRETTIA-IFSTTAR Gebhard Wulforst, Laboratoire de structure urbaine et de planification des transports (Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung), Technische Universität München	
 <i>La mobilité entravée</i>	
Chapitre 8 : Mobilité et pauvreté	129
Sylvie Fol, UMR Géographie-Cités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne	
Chapitre 9 : La prise en compte des inégalités socio-spatiales dans les politiques de mobilité –Analyse des outils d'observation et de pilotage de l'action collective urbaine	143
Sonia Chardonnel, Université de Grenoble Alpes, PACTE UMR 51 94, CNRS, F-38100 Grenoble, Florence Paulhiac Scherrer, Université du Québec à Montréal (ESG- DEUT), Franck Scherrer, Université de Montréal, Institut d'urbanisme	
Chapitre 10 : La ville morcelée	159
Frédéric Héran, Maître de conférences en économie à l'Université de Lille 1, chercheur au CLERSE (Centre lillois d'études et de recherches sociologiques et économiques), UMR 8019 du CNRS et composante de la MESHS (Maison européenne des sciences de l'homme et de la société)	

Deuxième partie

Outils de compréhension et d'action

Temps, vitesse et espace

Chapitre 11 : La consommation d'espace-temps des transports en milieu urbain	177
Frédéric Héran, Maître de conférences en économie à l'Université de Lille 1, chercheur au CLERSE (Centre lillois d'études et de recherches sociologiques et économiques), UMR 8019 du CNRS et composante de la MESHS (Maison européenne des sciences de l'homme et de la société)	

Chapitre 12 : Les budgets-temps de transport	193
Iragaël Joly, Maître de conférences en économie, Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble, Grenoble-INP, INRA, UMR 1215 GAEL, Université Grenoble Alpes	
Chapitre 13 : La structure morpho-fonctionnelle des réseaux routiers : un levier d'action majeur pour une mobilité durable	209
Cyrille Genre-Grandpierre, ESPACE, université d'Avignon	
 <i>Représenter la ville</i>	
Chapitre 14 : L'ambition de modéliser la ville	227
Jean-Philippe Antoni, Laboratoire ThéMA UMR 6049 – CNRS et Université de Franche-Comté	
Chapitre 15 : Simuler l'accessibilité urbaine avec l'outil MOSART	239
Aurélie Mercier, Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)	
 <i>Économie et régulation de la mobilité urbaine</i>	
Chapitre 16 : Le rôle des outils économiques dans la régulation de la mobilité en ville	259
Charles Raux, Laboratoire d'Economie des Transports (CNRS, Université de Lyon)	
	259
Chapitre 17 : Péage urbain : vers la fin d'une utopie ?	275
Stéphanie Souche, Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)	
	275
Chapitre 18 : Maîtriser le financement du transport collectif	291
Bruno Faivre d'Arcier, Professeur au Laboratoire d'Economie des Transports (CNRS, Université de Lyon)	
Chapitre 19 : L'économie expérimentale et la ville	303
Laurent Denant-Boemont et Sabrina Hammiche, CREM, Université de Rennes	

Troisième partie

L'avenir : réponse à la crise et nouveau paradigme

Chapitre 20 : Re-localiser pour un développement plus durable ? Un programme de recherche du Predit 4 (2011-2014)	321
Gérard Brun, Direction de la recherche et de l'innovation (MEDDE/CGDD/DRI)	
Chapitre 21 : La ville et le facteur 4 à l'horizon 2050.....	327
Yves Crozet, Laboratoire d'Économie des Transports Université de Lyon (IEP), président du GO 6 du Predit « Politiques de transport »	
Conclusion	347
Francis Beaucire, Université de Paris 1	

AVANT-PROPOS

Des concepts aux outils

Gérard Brun

*Direction de la recherche et de l'innovation (MEDDE/CGDD/DRI)*¹

Où en est la réflexion sur la ville et la mobilité après tant d'années de recherche intensive sur ce sujet, menée d'abord séparément dans le domaine de l'urbanisme et dans celui des transports, puis de plus en plus en symbiose ? Et quel secours peuvent en attendre les responsables et acteurs des politiques publiques ?

Pour le savoir, beaucoup d'utilisateurs actuels ou potentiels de la recherche, au-delà des chercheurs, souhaitaient que fût tentée une synthèse de ces multiples travaux, présentant l'essentiel de façon accessible, quoique rigoureuse. C'est l'objet du présent volume qui fait appel, sans prétention à l'exhaustivité, à une vingtaine d'auteurs particulièrement impliqués dans les réflexions sur le sujet.

Cet ouvrage fait une grande place aux recherches du Predit. En effet, surtout à l'initiative de la DRI et de l'Ademe, ce programme a fortement contribué à la construction d'un édifice conceptuel polyphonique, mais qui ne manque pas d'une certaine cohérence. On peut en rappeler quelques traits en introduction aux chapitres qui suivent.

ÉTALEMENT, NUISANCES ET DÉPENDANCE

Il semble bien d'abord que les notions de « périurbain », d'« étalement » et de « ville » en général soient sorties sensiblement rajeunies de cette effervescence intellectuelle continue qui a fait émerger une conception dynamique et systémique de la ville : non plus une tache

1. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Commissariat au développement durable, Direction de la recherche et de l'innovation

urbaine statique aux contours bien délimités, mais un ensemble en mouvement, défini par des relations plus que par la contiguïté et tissé de réseaux. Certains ont parlé de « ville émergente », ce qui évoque l'« effet émergent » des théories de la complexité.

Pourtant, on sait que le discours dominant a longtemps été imprégné d'une conception plus simple, énoncée en trois temps et toujours d'actualité sous cette forme, revivifiée même par la montée de la notion de développement durable : la ville s'étale, ce processus est dommageable à tous les égards, y compris pour la planète, donc il faut en finir avec l'étalement et tendre vers une « ville dense », une « ville compacte ». L'un des mots d'ordre apparentés est de « construire la ville sur la ville ». Cette vision concentrée du devenir urbain repose sur l'idée implicite d'un « retour » vers le centre, censé garantir une mobilité raisonnable et moins motorisée. Il importait de s'interroger sur cette description, sur ses implications, sur l'évolution des rapports entre ville et mobilité et de voir ce qu'en dit maintenant la recherche en sciences sociales dans ses diverses composantes.

Certes, il est évident qu'un franc rejet de l'étalement urbain peut s'appuyer sur des motifs solides, touchant aux trois composantes du développement durable. D'abord, l'étalement a pour effet une consommation d'espace ininterrompue, entraînant un mitage et une artificialisation des sols, portant atteinte également aux paysages. L'étalement est aussi la cause d'un étirement des réseaux de toute nature, dont le rendement est amoindri et le coût accru. C'est le cas des réseaux de transport public, avec des périmètres de transport urbain de plus en plus vastes. C'est le cas surtout du réseau routier, en particulier les voies rapides urbaines, dont la construction a reposé sur un calcul coûts/avantages faisant la part belle aux gains de temps. En effet, l'étalement est facilité par l'usage de la voiture, qui a permis d'aller habiter toujours plus loin et hors des grands axes susceptibles d'être desservis par des transports collectifs. Mais inversement, l'étalement rend dépendant de la voiture².

On risque alors un allongement des trajets et, corrélativement, une hausse de la consommation d'énergie, nominale et totale, entraînant toujours plus de pollution et d'émission de gaz à effet de serre. Le processus de production des nuisances est aggravé par des encombrements engendrés par la convergence périodique vers le centre. Il faudrait citer aussi une autre nuisance majeure, le bruit. Par ailleurs, l'étalement a une dimension sociale, dans la mesure où il peut impli-

2. Voir, dans la collection du Predit à la Documentation française, Gabriel Dupuy *La dépendance à l'égard de l'automobile*, 2006.

quer une spécialisation des fonctions nuisible à la diversité de la ville et un éloignement des plus pauvres, aussi bien du centre que des emplois. Il apparaît enfin que la logistique urbaine, qui représente un volume de trafic important, produit les mêmes effets. Les chapitres qui suivent feront plus d'une fois référence à cet ensemble de facteurs.

On comprend qu'il puisse être considéré comme raisonnable de prôner sans réserve un resserrement de la ville, autrement dit une densification, tout en cherchant d'ailleurs vainement la panacée politico-administrative permettant de maîtriser le phénomène urbain, qui se joue des frontières institutionnelles.

QUELLE DENSITÉ ?

Mais, comme on pouvait le penser, cette description unilatéralement négative a été nuancée par la recherche, pour des raisons diverses, notamment parce que résider loin du centre ne signifie pas que l'on effectue inévitablement de longs trajets. De même, un centre compact ne limite pas nécessairement le volume interne des déplacements, ni d'ailleurs leur longueur. Au demeurant, l'extrême densité multiplie les possibilités de tous ordres et donc les occasions de mobilité et de congestion, compte tenu de la surface réduite des zones centrales. En outre, la densité stimule les déplacements externes en vue d'échapper aux désagréments de la compacité et de trouver des espaces libres pour les loisirs.

On peut faire observer aussi que l'augmentation générale des déplacements locaux s'explique également par d'autres facteurs que l'étalement urbain, au premier chef la progression du niveau de vie et la multiplication des activités, y compris scolaires, mais tout autant les déplacements relatifs aux loisirs.

Pour ce qui est des emplois, ils sont loin d'être localisés tous au centre, et généralement loin de s'y multiplier. Quant aux habitants les plus pauvres, ils ne résident pas inévitablement dans la périphérie, les « riches » n'habitent d'ailleurs pas tous le centre non plus. En outre, la densité d'un habitat périphérique, individuel ou semi-individuel, peut être dans certains cas plus élevée qu'on le pense. Enfin, la voiture n'est pas le seul vecteur d'étalement : les transports en commun peuvent jouer le même rôle, même si leur aptitude à structurer l'urbanisme est plus nette que celle de la route, ce qui peut favoriser une densification opportune, autour des gares notamment. C'est le *TOD* des anglosaxons (*Transit Oriented Development*).

Tout cela sera rappelé au fil de l'ouvrage et l'on verra que les constats ne sont pas si faciles à dresser, qu'ils peuvent varier et qu'ils appellent sans cesse des correctifs. Si l'on n'y prenait pas garde, un rejet monolithique de l'étalement risquerait d'être plus pavlovien que raisonné, plus moralisateur que scientifique, et risquerait de faire obstacle par sa rigidité au traitement serein et efficace d'un problème crucial pour les villes.

UNE DYNAMIQUE À RECONSIDÉRER

Une démarche objective apparaissait nécessaire et devait conduire d'abord à considérer que l'étalement n'est pas un phénomène irrationnel, un effet sans causes ou une manifestation quasi démoniaque. Ce que nombre de chercheurs ont fait. C'est en réalité une dynamique qui a sa logique et qui est digne de considération comme tout objet de recherche, au-delà du jugement de valeur. On serait tenté de dire, selon l'expression d'un illustre philosophe, que c'est « la vie même ». En effet, parmi les facteurs explicatifs, il faut rappeler la forte augmentation de la population depuis les années quarante et la forte progression de l'activité économique : la France est ainsi passée d'une quarantaine de millions d'habitants appauvris par la guerre mondiale à soixante-cinq millions qui se sont enrichis et dont la mobilité a crû de façon explosive. On pourrait en dire de même de bien d'autres pays. Était-il imaginable que les nouveaux citadins ayant de plus en plus d'exigences d'espace et de confort, sans disposer de moyens financiers illimités mais possesseurs d'une automobile, résident et vivent tous au centre ou même dans la banlieue proche ? En période de croissance démographique et économique aussi dynamique, l'extension des villes, sous quelque forme que ce soit, était dans la nature des choses.

Comme l'ont montré certains chercheurs, une partie importante de cette population grandissante a dû s'éloigner du centre par impécuniosité et l'a fait souvent dans de mauvaises conditions, subissant la loi d'airain de mécanismes fonciers largement livrés à eux-mêmes. Une autre partie, plus exigeante que pauvre, cette fois, était bien décidée à braver à l'occasion « la constante de Zahavi » en utilisant les possibilités offertes par la voiture au-delà d'une heure de transport. Ces « navetteurs » ont rejeté la ville dense, et aussi certains quartiers, pour vivre agréablement, toujours plus loin, au contact d'espaces libres, ce que ne peuvent guère permettre le centre ou même la première couronne. Dans une société démocratique, on ne peut faire fi de la volonté des citoyens et il faut prendre acte de cette aspiration individuelle très

répandue, sous réserve bien sûr de la canaliser dans l'intérêt général. On pense au courant d'idées développé peu ou prou autour du thème de la « ville émergente », y compris la ville fractale. Mais, comme on le sait, canaliser s'est avéré singulièrement difficile, faute notamment d'une régulation foncière appropriée, face à des mécanismes complexes. Autrement dit, force est de constater une fois encore que la question est systémique, dépendant de facteurs socio-économiques très divers, rendant vaine toute appréhension unilatérale et illusoire la réponse par les seules infrastructures de transport.

Enfin, quand on relativise le jugement uniformément négatif porté sur l'étalement urbain, il importe de prendre en compte les conséquences du réchauffement climatique, perçues seulement récemment : un centre trop dense est en effet un îlot de chaleur, alors qu'une agglomération doit pouvoir être ventilée naturellement. La ville fractale poreuse, l'un des concepts nouveaux nés de la recherche, est à cet égard préférable à la ville compacte telle qu'elle a longtemps été préconisée, de façon quelque peu abstraite il faut bien le dire. Sans doute se rapproche-t-elle plus que d'autres de la future ville « post-carbone ». On a parlé aussi de « ville creuse ». Il s'agit d'une densité répartie et non pas concentrée. Il y aurait ainsi une acception plus large du terme « densité ».

Cela conduit à s'interroger sur la signification même de l'expression « étalement urbain » : ne convient-il pas d'abord de distinguer l'étalement et l'éparpillement qui est la configuration extrême et la plus difficile à traiter en matière de desserte publique ? Ne faut-il pas prendre plus en considération les centres secondaires existants, qui peuvent être des foyers de densité et de vie locale à leur échelle, minimisant efficacement les déplacements ? Ne faut-il pas considérer en effet que l'important est d'être proche de ses lieux d'activité et non pas nécessairement proche du centre, afin de tendre vers une ville « cohérente » ? Ne faut-il pas rappeler aussi qu'une aire urbaine se constitue à travers deux mouvements croisés et simultanés, se renforçant mutuellement : un mouvement centripète de métropolisation, attirant la population et satellisant des centres secondaires autour d'un centre principal, et un mouvement centrifuge de péri-urbanisation, exportant des habitants vers la périphérie en les mêlant à un monde rural que l'on voudrait croire à l'écart du tentaculaire système urbain, mais qui ne l'est plus ? Ce double mouvement de concentration et de dissémination est fractal, car chaque centre secondaire le pratique à son échelle. Autrement dit, la ville serait bien un phénomène systémique hiérarchisé qui, par-delà une apparence désordonnée, forme un tout structuré et structurable, alliance dynamique de constructions, de réseaux, de flux de

personnes, de flux financiers et de marchandises, le tout caractérisé par un « mode de vie » urbain. Cela contribuerait à justifier que l'on puisse avoir l'ambition d'en modéliser le fonctionnement pour aider à la décision publique, à travers le couplage transport/urbanisme. Sous l'impulsion de la direction de la recherche et de l'innovation du ministère chargé du développement durable (DRI) et de l'Ademe, le Predit a été, en France, l'un des foyers principaux du développement et de la diversification de cette forme de modélisation qui a introduit de nouveaux concepts et de nouvelles techniques dans la recherche en transport, dans la perspective d'une aide à la décision³.

DÉBOUCHER SUR L'AIDE À LA DÉCISION

En réaction à la dichotomie manichéenne centre/périphérie qui a souvent tendu paresseusement à s'installer, les esprits ont donc évolué, tant dans l'appréhension du sujet que dans la manière de le traiter en pratique. Du côté de la recherche surtout, de nouveaux regards ont été portés sur la ville, reconsidérant l'ensemble du problème, dans tous ses aspects, y compris institutionnels, singulièrement dans le cadre des groupes opérationnels (GO) du Predit, à l'intention des décideurs publics.

Ce renouvellement de la recherche sur la ville et la mobilité est ancré dans une conscience globale de la solidarité de destin de l'aménagement et du transport, une solidarité qui reste toutefois à parfaire. La recherche a tenu compte en tout état de cause des évolutions du contexte : non seulement la nécessité d'un développement durable, mais aussi le vieillissement progressif de la population ou les incertitudes en matière d'énergie et, plus récemment, de niveau de vie, sans parler de la cohabitation nécessaire entre les déplacements de personnes et ceux de marchandises. Et l'on a relevé au fil des années des signes d'évolution de la situation : le plafonnement du kilométrage annuel effectué en voiture et la moindre part de marché de celle-ci dans nombre de villes, ou les progrès du vélo comme mode de transport à part entière. Ces phénomènes confirment la pertinence du mûrissement de la recherche dans le domaine urbain, que reflète le présent volume.

Et puis, *nolens volens*, un argument d'opportunité a pris du poids au fur et à mesure de la croissance des villes et de la progression de

3. Voir dans la collection « Méthodes et approches » l'ouvrage *Modéliser la ville*, Economica, 2011, qui recense notamment les modèles développés au sein du Predit : FRETurb, ILOT, Métropolis, MIRO, Mobisim, MOSART, Mup-city, Simaurif, Simbad, ... Voir aussi le site du GIS « Modélisation urbaine » <http://www.urban-modelling.org/>

l'étalement urbain : le caractère difficilement réversible de cet étalement. Il est largement accompli, on ne l'abolira pas d'un trait de plume, autant en tirer le meilleur. On est ainsi passé du recours aux métaphores guerrières (« combattre l'étalement »), à l'idée plus pragmatique de « canaliser » ou « réguler » l'étalement et surtout de le densifier localement. On a constaté la même évolution pour le changement climatique, puisque l'on parle maintenant volontiers d'adaptation, là où l'on parlait de lutte.

La recherche a apporté sa pierre à ce processus, d'abord par un travail sur les concepts, susceptible d'éclairer l'action des responsables urbains : l'accessibilité, les budgets-temps, les programmes d'activités, la trilogie temps/vitesse/espace et la morphologie urbaine, la proximité. Parmi les notions particulièrement étudiées, la vitesse a évidemment fait l'objet d'une attention particulière, dès lors qu'elle est le vecteur de l'éloignement et de l'étalement quand on la laisse augmenter et, inversement, peut être un facteur de resserrement et de densification si elle est limitée.

Mais, le besoin d'aide à la décision ne s'arrête pas à la compréhension de la situation, alors que l'on mène des réflexions nationales sur les infrastructures, la transition énergétique ou la transition écologique. Le temps de l'action vient ensuite. Aussi la recherche s'est-elle attachée, comme on l'a vu avec les modèles, à forger des outils, commandités par ses financeurs et attendus avec intérêt par les praticiens.

Concernant ces outils, outre les indicateurs et les modèles qui ont beaucoup évolué, il faut évoquer la vitalité de la recherche dans le domaine des outils économiques (péage urbain, fiscalité, permis négociables⁴,...) et du financement du système de transport, avec le souci croissant de prendre en compte les effets redistributifs et les facteurs d'inégalité, y compris ceux liés à la morphologie de la ville, comme les coupures urbaines. On doit mentionner parallèlement les travaux sur la « gouvernance », locale et supra-locale, qui accompagnent ces recherches.

QUEL AVENIR POUR LA VILLE ?

Pour conclure, on peut s'interroger sur ce qu'il adviendra de cette ville en évolution permanente, sans limites distinctes, cette dynamique qui a progressivement conquis presque tout le territoire, créant et

4. Voir, dans la collection du Predit à la Documentation française, Charles Raux, *Les permis négociables dans le secteur des transports*, 2007, et *Le péage urbain*, 2007.

imposant un mode de vie et le mettant en réseau. Que peut-on savoir du visage futur de la ville ? On pressent que les contraintes économiques et énergétiques pourraient inciter à cultiver la proximité, nouveau paradigme déjà présent d'ailleurs, c'est-à-dire inciter à une « re-localisation », sans que cela se passe nécessairement et seulement au centre des aires urbaines. En effet, une recomposition généralisée dans le cadre d'une multipolarité pourrait être à l'ordre du jour, renouant avec une certaine diversité fonctionnelle locale.

Cela signifierait-il la dislocation des grandes conurbations héritées du xx^e siècle, muées en *shrinking cities*, des villes évanescents, à l'image de la mondialisation elle-même, minée par les vicissitudes énergétiques, économiques et politiques et les tendances protectionnistes ? Ou bien, au contraire, une nouvelle organisation des localisations et des déplacements, plus économe, plus sage, plus durable, permettra-t-elle à la configuration urbaine actuelle de se régénérer et finalement de perdurer ? La réalité du moment, marquée par les incertitudes propres aux périodes critiques, nous masque largement l'avenir, aussi doit-on faire appel à la prospective pour envisager les futurs possibles d'ici 2050.

Les travaux synthétisés dans cet ouvrage résultent de recherches menées en particulier au sein du Predit⁵ et publiés ces dernières années. Les différents chapitres ont été évalués par le comité scientifique de l'ouvrage, ce qui a contribué à son homogénéité sans dissimuler pour autant les éventuelles nuances ni les controverses. Ces travaux sont regroupés autour de deux grands axes : les formes et les dynamiques urbaines d'une part, les outils de compréhension et d'aide à la décision d'autre part. Les deux axes sont complétés par une interrogation finale concernant l'avenir de la ville. Enfin, comme on l'a souligné, les travaux exposés ici prennent comme toile de fond le développement durable et la conscience du changement climatique. Il n'y a donc, logiquement, aucun chapitre consacré en propre à ce thème

5. Voir www.predit.prd.fr

Première partie

Formes et dynamiques urbaines

Morphologie urbaine et mobilité

L'éparpillement périurbain : controverse ou compromis impossible ?

Marc Wiel

Marc Wiel consultant

INTRODUCTION

Le terme d'étalement urbain est le plus couramment utilisé pour désigner la tendance à la multiplication des maisons individuelles dans la campagne environnant les agglomérations. La ville, dit-on, s'étale, sort de ses limites antérieures, prend ses aises... Ce constat, déjà ancien, fut l'occasion d'une critique qui s'est progressivement radicalisée au fur et à mesure que les flux automobiles aux portes de l'agglomération compacte augmentaient au fil des ans et que l'élargissement des voies routières faisait l'objet de plus de débat qu'autrefois. Il n'est pas contestable que la facilité de déplacement et l'étalement urbain sont fortement liés entre eux. Or le trafic méritant d'être limité pour des raisons liées à la pollution atmosphérique de l'air, au réchauffement climatique ou à la probabilité du renchérissement du pétrole, l'idée de lutter contre « l'étalement urbain » – cette propension à l'extension indéfinie de la ville – est devenue un des serpents de mer des questions urbaines. De nombreux urbanistes préconisent le retour à la « ville compacte », la seule, selon eux, à être « durable », c'est-à-dire économe en ressources non renouvelables, équitable pour tous, tout en restant adaptée au développement économique. La loi SRU a par ailleurs clairement prôné le « renouvellement urbain » de préférence à « l'extension urbaine » comme moyen privilégié d'accueillir la croissance démographique.

Nous réinterrogeons ici ces certitudes très fréquemment partagées en montrant comment la recherche s'est saisie de ces questions pour expliquer qu'il puisse y avoir un tel écart entre les intentions collectives et les pratiques individuelles. Naturellement la pensée urbanistique se donne pour objectif de trouver le bon modèle morphologique du sys-

tème urbain à promouvoir et elle met sur le compte de responsables politiques insuffisamment informés ou insuffisamment volontaires le fait de ne jamais y parvenir. La recherche montre à l'urbaniste les lacunes de sa réflexion mais aussi les difficultés qui l'attendent... même s'il comble ses lacunes. La planification urbaine n'a pas les outils de ses objectifs. La question est de savoir si on souhaite vraiment les lui donner.

Nous commencerons par critiquer l'usage du terme « étalement » en évoquant la difficulté de mesurer le phénomène. Nous examinerons les diverses critiques de l'étalement urbain mais nous chercherons surtout à illustrer comment s'est progressivement enrichie et affinée l'analyse des raisons du phénomène. Nous concluons sur les pistes de régulation possibles qu'ouvre cette meilleure compréhension sans sous-estimer les multiples difficultés de les mettre en place.

L'ÉTALEMENT URBAIN, QU'EST-CE QUE C'EST ?

Le terme d'étalement urbain est probablement le terme le plus communément utilisé en France pour désigner la propension des agglomérations urbaines à croître et se développer sur de beaucoup plus larges périmètres qu'autrefois. Mais un grand nombre d'autres termes sont utilisés, en France ou à l'étranger, pour désigner le même phénomène. Le terme de périurbanisation est également fréquemment utilisé. Ce terme de périurbanisation (l'action d'urbaniser autour) est probablement plus juste dans la mesure où ce qui est désigné par le terme d'étalement correspond en fait à un « éparpillement » des espaces bâtis, à une absence de continuité en contradiction avec le terme d'étalement. On parle de ce fait aussi d'émiettement. Par la suite nous éviterons le terme d'étalement.

Émiettement urbain ne veut pas dire fin d'une polarisation des agglomérations

Au début du 20^e siècle, les géographes cherchèrent par quel terme désigner la sortie de l'urbanisation continue des limites institutionnelles de la commune-centre. Ils inventèrent le terme d'agglomération et durent proposer comment mesurer la « population agglomérée ». En France, du fait de l'éparpillement périurbain, l'Insee reprit cette quête et dut à la fin de ce même 20^e siècle inventer quelque chose de nouveau. Ce furent les « aires urbaines ». Mais pour désigner la limite des aires urbaines la morphologie pure ne suffisait plus. Il fallut introduire un

critère « relationnel » en plus d'un critère purement morphologique. Une commune pouvait être morphologiquement identique à sa voisine sans faire partie de la même aire urbaine. Il fallait qu'il y ait des échanges suffisamment fréquents (aller au travail) entre la commune périurbaine et une entité urbaine pour être rattachée à elle. Certaines communes, dites multi-polarisées, pouvaient par ailleurs être sous l'influence de plusieurs agglomérations. Renoncer au seul recours de la morphologie urbaine pour délimiter un territoire avait pour conséquence de dissocier cette définition de ce qui, jusqu'alors, fondait le sentiment d'appartenance territoriale. C'était finalement adopter un autre regard sur la notion de ville, la reconnaître non plus comme une « chose » mais *un système de relations qui ne devait d'avoir produit un « agglomérat du bâti » qu'à la lenteur de sa mobilité interne*. N'y avait-il que la lenteur pour cimenter entre elles les diverses composantes sociales qui constituent la ville ?

Notons que cette définition statistique de l'Insee, certes plus appropriée à la réalité du territoire sur lequel s'opèrent les échanges urbains, n'est pas sans inconvénients. Les périmètres des aires urbaines fluctuent avec le temps et compliquent les comparaisons. En ne centrant pas l'analyse sur les caractéristiques des personnes (ou des ménages auxquels elles appartiennent, comme des logements qu'elles occupent) qui habitent sans travailler dans la même zone géographique, l'Insee laissait passer la possibilité de cerner commodément les raisons de cette périurbanisation et la façon dont se combine la grande variété des jeux d'acteurs : l'incidence des arbitrages individuels, l'impact du choix des acteurs institutionnels, le poids du système productif ou des contextes locaux historiques ou géographiques. Le Predit a pallié ces inconvénients en développant de nombreuses recherches sur la question. Nous ne les résumerons pas, insistant seulement sur des résultats qui nous paraissent majeurs et utiles à notre raisonnement.

Admettre la diversité des situations géographiques

Les recherches sur la périurbanisation sont parties d'une question simple. Est-ce partout pareil ? Les disparités locales nous informent-elles des raisons du processus et de la façon de l'encadrer ? Les réponses furent que les disparités sont réelles et prolongent sur notre sol national des disparités repérables à l'échelle européenne. *L'intensité* du phénomène semble échapper aux volontés locales. Elles expriment des différences de contexte géographique (plus ou moins d'espaces facilement constructibles à portée de voiture) ou culturelle (rapport à la propriété). *L'éparpillement* proprement dit, la propension des

périurbains à se regrouper hors de la ville agglomérée, semble un peu moins incontrôlable mais renvoie à tous les facteurs qui handicapent ou non le fonctionnement de l'intercommunalité. On en déduisit que la capacité de réguler le processus par la planification urbaine n'était pas sans espoir mais restait très incertaine. La loi SRU ne retient que le premier terme de la formule.

Ne pas séparer, pour en comprendre les raisons, la périurbanisation du reste de l'évolution de la ville

Les recherches prirent alors un autre chemin. Celui de mieux comprendre le lien entre la périurbanisation et les autres manifestations de l'évolution du reste de la ville. On constata alors que nous étions en face d'une gigantesque redistribution des localisations sous l'effet de la mobilité facilitée. Précarisation des quartiers sensibles, gentrification des ex-quartiers populaires, consolidation des ghettos pour riches, et étalement urbain étaient les diverses facettes de cette grande recomposition urbaine. Celle-ci s'appuyait sur une dynamique sociale propre (l'entre soi) qui n'était pas sans rapport avec l'évolution du système productif. Parallèlement les entreprises avaient, suivant leur nature, leurs propres critères de localisation, partiellement autonomes de celle de l'habitat. La mobilité plus facile rendait possible une spécialisation sociale et fonctionnelle plus élevée. La pensée systémique s'imposait pour comprendre les évolutions urbaines. Mais pour aller au bout de cette explication il restait à mettre en lumière le rôle joué par la formation de la rente immobilière.

Ne pas considérer la facilitation de la mobilité comme une cause de l'étalement urbain mais comme une condition permissive de ce dernier

La conséquence de cette avancée fut de permettre de reconsidérer le rôle de la mobilité plus facile dans l'évolution urbaine. La mobilité était moins « structurante » de l'évolution urbaine qu'elle n'ouvrait les champs du possible à qui voulait saisir les opportunités ainsi offertes. Il fallait donc prendre les précautions nécessaires pour que les autres possibilités, celles non désirées, soient effectivement contrariées. Ce message fut peu entendu par de nombreux urbanistes qui préférèrent des messages moins compliqués. Ils retinrent que la ville durable était la ville compacte et que la mobilité durable était celle des transports collectifs et des modes doux. Cela avait l'avantage de laisser croire que la planification urbaine, identifiée à un document cartographique

énonçant le droit du sol pouvait avoir l'efficiencia recherchée. On renvoyait la maîtrise des flux financiers circulant entre les sphères du privé et du public à un rôle second. En fait, pour ne plus identifier trop hâtivement ou trop strictement, ville durable et ville compacte, il aurait fallu, comme nous le verrons plus loin, introduire la question de la maîtrise de la rente foncière. Mais avant d'aborder cette question rappelons ce qui justifia la critique de la périurbanisation.

FINALEMENT, LA PÉRIURBANISATION, EST-CE BIEN OU EST-CE MAL ?

Dans le courant des années 1990 eut lieu, en France, la controverse sur ce qui fut appelé « la ville émergente ». Face aux défenseurs de la ville historique (on ne disait pas encore compacte) qui dénonçaient les erreurs de Le Corbusier et plus généralement du fonctionnalisme, un courant d'idée se forma pour qu'enfin les urbanistes acceptent un peu plus la ville telle qu'elle était et non telle qu'ils voulaient qu'elle fût. Les urbanistes n'ont pas autorité, selon eux, à s'opposer à la demande sociale. Qu'ils commencent donc par la comprendre. La périurbanisation se retrouva au centre des analyses. Il convenait de savoir si les gens faisaient exactement ce qu'ils voulaient. Rappelons ici ce que furent, à ce moment-là, les critiques les plus courantes des contempteurs de la périurbanisation.

La *critique de l'enlaidissement du paysage* fut assurément la première critique et elle reste toujours très virulente. Elle s'appuie parfois implicitement sur un système de valeur, sur une conception jugée supérieure de l'urbanité. La ville c'est la cohésion, l'équilibre trouvé entre le besoin du collectif et la promotion individuelle. Cette critique émane surtout de ceux qui insistent sur la recherche de la nature comme cause première de l'étalement urbain. À force de miter le territoire on en viendra à stériliser les raisons de ce mitage. La quête de la nature dénature la nature. Cette critique débouche sur une préconisation de densification (plus ou moins raisonnée selon les auteurs, mais dont les modalités de mises en œuvre restent souvent à clarifier) pour donner toute leur place à ce qu'on appelle l'écologie urbaine. Introduisons la nature dans la partie dense de nos villes et densifions leur partie « étalée » et tout rentrera dans l'ordre. Densité = urbanité.

La *critique économique* dénonce la périurbanisation comme une gabegie. Cette critique est souvent présentée comme une évidence. Une ville plus compacte serait naturellement plus économe pour tout le monde (particuliers et institutions) même à court terme. Cette évi-

dence est réelle pour certains réseaux, voire certains équipements mais masque le fait que la densité peut présenter des surcoûts¹ (par exemple construire en hauteur) ou simplement que la valorisation immobilière pourra ne profiter qu'à certains et exiger de la puissance publique de constamment racheter au secteur privé cette valorisation qu'elle aura contribué à majorer par ses investissements. Finalement on est rassuré de savoir que si le développement urbain a eu lieu sous cette forme c'est qu'il y avait quand même des personnes à y trouver intérêt. Cette critique globale a donc été remplacée par la recherche des gagnants et des perdants en insistant, peut-être, surtout sur les perdants. Mais on tombait ainsi dans un relativisme démobilisateur qui tendit à considérer nul en quelque sorte, le match entre les tenants de la ville compacte ou de la ville émergente (pour ne pas dire étalée). La plupart des urbanistes accordèrent alors toute leur attention aux opérations en zone dense et une ville périurbaine, faiblement encadrée, se développa, sans eux, aux marches (ou aux marges) de la ville agglomérée.

La prise en compte des *problèmes environnementaux et énergétiques* donna une nouvelle actualité à la critique du modèle urbain étalé, mais à partir d'autres points de vue. La première critique concerna la consommation d'espace, en lien avec le problème des ressources alimentaires et de leur intérêt d'en disposer à proximité. La deuxième critique mit en exergue l'impact sur la diversité des espèces, l'artificialisation des sols, les agressions aux divers écosystèmes existants. Enfin la dernière insista sur l'impact en termes de pollution des milieux (effet de serre), en raison des kilomètres parcourus par certains moyens de transports plutôt que d'autres, et de la dépendance énergétique qui lui est associée.

Même s'il est déséquilibré le débat continue entre les partisans de la dispersion et de la concentration. Sur la question des kilomètres automobiles un argument put se croire définitif. On constata que les ménages des centres urbains denses, plus économes en kilomètres de déplacements locaux, faisaient plus de kilomètres automobiles ou en avion pour leurs loisirs²... Mais rien ne prouve évidemment que la

1. On notera l'article de Jean-Charles Castel dans le numéro 102 (Juillet 2007) des *Annales de la recherche urbaine*, intitulé « De l'étalement urbain à l'émission périurbain ; deux tiers des maisons construites en diffus ». Il retient cinq causes principales du processus : (1) des économies de l'individuel en coûts de construction, (2) la minimisation des risques et des surcoûts normatifs par la dispersion des opérations, (3) les gains de l'individuel grâce à la « démonétarisation » en matière de coûts de finition, d'entretien et de sécurisation, (4) les caractéristiques du milieu professionnel local, (5) la limitation des coûts marginaux des petites opérations pour les collectivités

2. Depuis, l'enquête nationale de transport (ENTD, 2008) a permis de moduler (et relativiser) ces observations. On pourra se reporter au document du Certu : *Mobilité et transports, Le point sur* ; fiche 17 « Réduction des GES liés aux transports », septembre 2011.

corrélation entre mode de vie et forme d'habitat soit stable et directe. Qui peut savoir si la plus faible appétence pour les voyages au long cours restera durablement corrélée avec la diffusion de la maison individuelle ? On peut en douter, auquel cas il n'est peut-être pas légitime d'ajouter les deux sortes de kilomètres automobiles qui correspondent aux déplacements urbains et interurbains... On ne mélange pas les choux et les carottes.

Ce débat changea progressivement de contenu³. Aux analyses qui privilégiaient la recherche du meilleur modèle urbain et du meilleur mode de transport s'ajoutèrent d'autres types de préoccupations. Il y avait la nécessité de mieux évaluer les démarches. N'y avait-il pas chez ceux qui s'abritaient derrière une recherche de la ville durable, un souci de mieux consolider des positions déjà dominantes dans la rivalité qui oppose entre eux les territoires ? La demande sociale ne restait-elle pas insuffisamment comprise⁴ ? Surtout on se préoccupa plus de savoir comment coordonner les politiques publiques pour s'adapter aux défis environnementaux et énergétiques, en tenant compte de la diversité des territoires, en sachant qu'il serait impossible d'accepter que l'un ou l'autre disparaisse sans au moins freiner les évolutions. Mais à quelle échelle territoriale inscrire cette solidarité ? La façon dont la taxe carbone par exemple a été accueillie a donné à réfléchir sur la faisabilité de mesures peut-être un peu trop « globales » dans un contexte où les disparités territoriales sont de plus en plus mal vécues.

Ces questions appelaient donc des approfondissements. Nous insisterons ici sur l'un d'entre eux que nous pensons crucial et qui, finalement, nous paraît renouveler la façon d'interroger la question. Il est indispensable de mieux comprendre et mieux faire comprendre le rôle joué par la formation de la rente immobilière. Sans que le rôle de cette rente immobilière n'ait été jamais ignoré dans le processus, c'est probablement la forte poussée des prix immobiliers dans la première décennie du nouveau millénaire, comme les réactions qu'elle a engendrées dans le monde de la planification urbaine, qui ont naturellement provoqué l'approfondissement de ce champ d'analyse. Sans introduire le rôle de la rente foncière, la périurbanisation peut en effet apparaître comme un défi au bon sens. Un livre récent exprime bien comment celle-ci peut apparaître scandaleuse. Ce livre⁵, intitulé *La tentation du bitume. Où s'arrêtera l'étalement urbain ?*, a été écrit par un

3. J'en fais un recensement plus approfondi dans *Étalement urbain et mobilité* paru en 2010 à la Documentation Française, dans le cadre d'une commande du PREDIT.

4. Citons à titre d'exemple de réflexion « mesurée » et documentée sur cette question fort complexe l'article d'Eric Charmes paru dans *Les annales de la recherche urbaine* en juillet 2007 et intitulé : « Les périurbains sont-ils anti-urbains ? ».

5. Paru aux éditions Rue de l'échiquier en 2011.

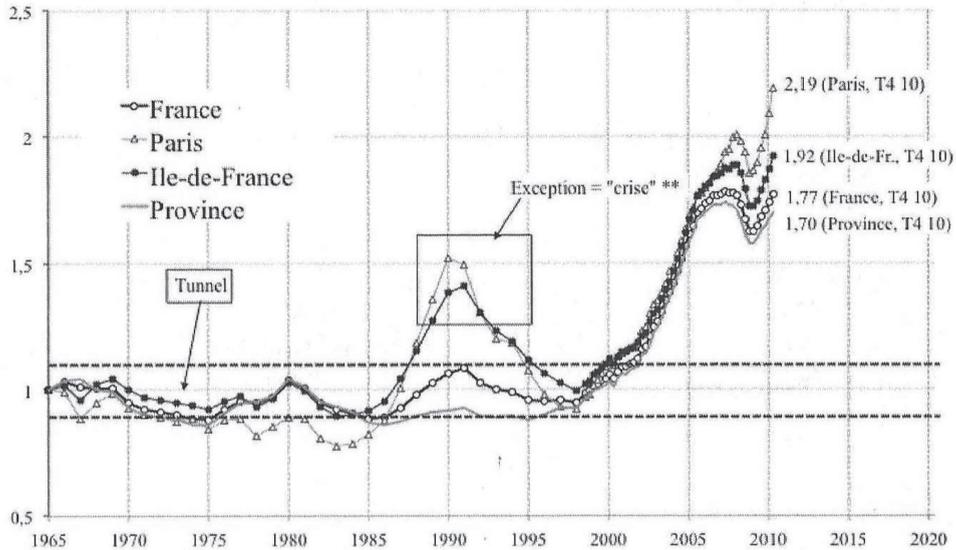
journaliste, Olivier Razemon, et un urbaniste, Eric Hamelin. Comment l'expliquer quand on nous affirme simultanément qu'il manque des logements, qu'il y a des terrains constructibles et que néanmoins la construction préfère s'émietter dans la campagne ? Tout fonctionne comme si un mur d'argent venait repousser les constructions et leur interdisait d'occuper les espaces vides existants. Oui, c'est exactement le rôle que joue la rente immobilière du fait de la logique de sa formation.

REMETTRE LA RENTE IMMOBILIÈRE AU CENTRE DE LA COMPRÉHENSION DE L'ÉTALEMENT/ÉPARILLEMENT URBAIN

Nous constatons que la trajectoire d'évolution de nos villes ne se modifie pas fondamentalement depuis plusieurs décennies, tout en s'éloignant des objectifs régulièrement rappelés dans les documents de planification urbaine. Sous l'effet de la mobilité facilitée la ville s'émiette, et se spécialise socialement et fonctionnellement. Le seul élément vraiment nouveau depuis une quarantaine d'année est la récente flambée des prix des logements. Jacques Friggit par le graphique ci-dessous analyse l'évolution de la moyenne⁶ des prix des logements dans un bassin d'habitat.

La périurbanisation, supposée être une soupape pour contenir le prix des logements, n'a pas suffi à empêcher cette flambée. La bulle immobilière de 1988-1996 (voir graphique ci-dessus), a surtout concerné l'Île-de-France et certains territoires touristiques. Puis elle est repartie de plus belle en 2001, en concernant beaucoup d'autres territoires, car elle a moins traduit une recherche de gain spéculatif à court terme que la mise à l'abri d'actifs de plus long terme. Elle commence actuellement (2012) à se « dégonfler ». L'existence de cette bulle sur tous les territoires ou presque réinterroge l'explication courante des prix par l'existence (pourtant bien réelle) d'une pénurie de logement. Ce fut (et cela reste trop souvent) pourtant l'explication privilégiée par les planificateurs.

6. Il y a une résistance à raisonner sur les moyennes qui est tout à fait justifiée car elle peut masquer des disparités sociales qui infirment certaines conclusions hâtives. Ici, néanmoins, la moyenne n'est pas sans signification, car nous sommes dans le cas d'une compétition de tous contre tous pour occuper l'espace. En conséquence, la notion de revenu moyen a quand-même une certaine validité pour décrire un équilibre de marché.



Le dénominateur des quatre ratios territoriaux est le revenu disponible par ménage sur l'ensemble de la France. Base 1965 = 1.

** La notion de « crise » est relative : un acheteur considère les périodes de fortes hausses comme des « crises » et celles de fortes baisses comme des aubaines ; un vendeur a le point de vue inverse. Soucieux de neutralité entre acheteurs et vendeurs, nous considérons comme des « crises » les périodes où le prix des logements est très éloigné (par le haut ou par le bas) de sa tendance longue, qu'il s'en écarte (« début de crise ») ou qu'il s'en rapproche (« sortie de crise »).

Source : CGEDD* d'après Insee, base de données notariales, indices Notaires-Insee. Publié par Jacques Friggit dans le chapitre « Quelles perspectives pour le prix des logements après son envolée ? » du livre *Pour sortir de la crise du logement*, La Découverte, Collection *Regards croisés sur l'économie*, numéro 9, mai 2011.

Comment se forme la rente immobilière ?

Le prix plus élevé des logements (en moyenne) s'expliquent par quatre causes principales. La première est le revenu moyen des ménages du bassin d'habitat et la part que ces ménages consentent à l'habitat concurrentiellement aux autres postes de consommation. On trouve effectivement (hors bulle) une excellente corrélation entre la richesse des ménages et le prix des logements. J. Friggit qui en a fait l'analyse explique que le marché, à l'équilibre, aura des prix moyens reflétant ces revenus. Par conséquent s'il y avait un écart avec cette loi pour quelques agglomérations on pouvait, pensait-on, le mettre sur le compte d'une pénurie momentanée de logement dans ces agglomérations, d'un écart en quelque sorte à la situation d'équilibre du marché. Puis vint la bulle immobilière qui concerna quasiment tous les territoires, c'est-à-dire

même ceux où la pénurie, eu égard à la situation démographique, était réputée faible. La bulle immobilière peut donc être considérée comme la deuxième cause possible dans l'explication de la formation du prix des logements. Elle s'expliquait par une demande momentanément plus importante que ne l'aurait voulu l'équilibre du marché. Cela pouvait provenir d'une poussée spéculative comme autour des années 90. Mais le processus des années 2000 semblait avoir en plus d'autres causes. Certains privilégiaient la faiblesse des taux du crédit et la durée de prêt qui enrichissaient artificiellement les ménages. Mais d'autres y ajoutèrent le comportement de précaution des ménages qui, en raison de la situation mondiale, préféraient placer leurs disponibilités financières dans l'immobilier. La hausse moyenne du prix des logements n'était donc pas principalement expliquée par une dérive du coût de la construction neuve, ni par la rétention foncière des collectivités, ni par une brusque évolution démographique. On pouvait dès lors se poser la question de savoir si les disparités de cherté observée antérieurement à la bulle s'expliquaient bien par la pénurie de construction.

Joseph Comby rend compte de cette évolution de la rente immobilière dans le numéro 155 de la revue *Études foncières*, en se référant aux comptes du patrimoine de l'Insee. Les terres agricoles qui représentaient (en euros 2010) environ 550 milliards d'euros en 1978 ne représentent plus que 220 milliards en 2010. En revanche, dans le même temps, les terrains urbains sont passés de 700 milliards à 5600 milliards d'euros. L'Insee isole la valeur de ces terrains urbains (bâti ou non) de la valeur du bâti que ces terrains supportent. Cette évolution n'est pas continue. On observe, de 1978 à 1998, une chute continue des valeurs foncières agricoles après trente années de progression. La concurrence internationale en matière de produits agricoles, encouragée par les ouvertures douanières, en est la principale raison. Depuis 1998, on a une relative stabilité des valeurs agricoles. Pour les terrains urbains, c'est l'inverse. La relative stabilité avant 1998, à peine affectée par la bulle autour de 1990 (qui n'affecte que certains territoires), bondit depuis cette date avec un léger répit de la crise autour de 2008.

Puisque ce n'est pas le coût de la construction qui l'explique principalement, il paraît plus logique de parler de hausse de la « rente immobilière » plutôt que de hausse du prix des logements⁷. Cette rente varie selon les localisations du bien dans le bassin d'habitat et la hiérarchie

7. L'accroissement des normes de construction, comme la rénovation des logements (parfois associée à des processus de gentrification) ont leur part d'explication dans le renchérissement de la valeur constructive. Mais la rente telle que nous la définissons est la part du coût du logement qui ne s'explique que par la localisation indépendamment de la valeur constructive. L'Insee distingue bien les deux dans son estimation de la valeur des patrimoines (voir encadré).

des préférences des ménages dont les ressources sont inégales. Mais on constate néanmoins que la moyenne⁸ de cette rente locale est depuis toujours supérieure (à revenu moyen égal et hors bulle immobilière) dans les plus grandes agglomérations et dans les secteurs touristiques. Le caractère touristique du secteur sera donc la troisième grande cause possible de la hausse du prix des logements. Dans les secteurs touristiques les revenus des ménages attirés sont généralement supérieurs à ceux de la moyenne des résidents permanents (ou déjà installés) du secteur. Cette troisième raison n'était pas très différentes de la première. C'était toujours une affaire de revenus. Fallait-il ajouter la taille de l'agglomération comme quatrième grande cause de la hausse des prix moyens des logements ? Nous avons préféré (c'est donc une hypothèse) une explication de cet ordre mais formulée un peu différemment. En réalité, la course pour satisfaire les besoins de déplacements provoque, nous l'avons dit, une spécialisation sociale et fonctionnelle supérieure qui ne va pas obligatoirement s'interrompre quand l'offre de déplacement commencera à manifester des signes d'insuffisance. Le ressort de cette spécialisation n'est pas la mobilité facilitée. Cette dernière est plutôt, comme nous l'avons déjà dit, la *condition permissive* de sa manifestation. Si l'on continuait d'améliorer l'offre on aurait une ville plus étalée avec quelques concentrations plus marquées de certains emplois. Ce retard permanent des transports sur la spécialisation des territoires (qu'ils contribuent à induire) provoque, dans les plus grandes agglomérations *seulement*⁹, une progression supérieure tant du temps moyen de déplacement pour aller au travail que du prix d'achat des logements. Les temps de déplacements plus importants, jugés excessifs par plus de personnes, font mieux accepter les majorations de prix des logements¹⁰. Les ménages font en effet un arbitrage qui intègre simultanément les deux postes de dépenses¹¹. Ce lien fait partie pour l'instant d'une sorte « d'impensé collectif ».

8. La rente locale dépendra de variables différentes de celles qui influent sur la rente moyenne. C'est là une cause fréquente de confusion dans les analyses. Les niveaux d'accessibilité, l'occupation sociale et de niveau d'équipement de proximité, qui se corréleront bien avec la rente locale sont des variables qui s'annulent au niveau de la moyenne. Ces variables servent donc uniquement à expliquer l'écart entre la rente locale et la rente moyenne.

9. Et nous ne savons pas dire encore précisément à partir de quelle taille. Nous pensons que c'est à partir d'un seuil de temps pour accéder commodément aux logements individuels bon marché à partir des emplois les plus centraux.

10. Il est possible et même vraisemblable que la survalorisation de certains logements, induite par l'insuffisance de transport engendre ailleurs une sous valorisation symétrique. Mais on ne retrouvera pas cette sous valorisation dans la moyenne, car le prix des logements que l'on mesure n'est pas celui de tous les logements mais uniquement de ceux pour lesquels on observe une transaction dans la période. Ces transactions ne sont pas proportionnellement aussi fréquentes selon tous les segments du parc (en particulier dans les friches ou dans le parc social).

11. Pour prendre un exemple extrême, c'est d'une certaine façon ce genre d'arbitrage qui rendra pensable d'habiter dans une cave où dans un hôtel délabré, mais là où l'offre en emploi

Nous privilégions cette explication du fait qu'elle nous semble plus plausible que l'explication par la pénurie (ce qui n'empêche pas cette dernière d'exister). La demande de logement est certes soutenue du fait de l'évolution démographique (vieillesse des personnes) et de la pénurie accumulée dans le passé. Mais si la pénurie a certainement un impact sur les prix du locatif privé dans les lieux les plus convoités, ce n'est pas elle qui explique, pour les primo-accédants, le prix des logements plus élevé qu'autrefois (par rapport à leur revenu). La contagion des prix due à la pénurie ne remonte pas toute la hiérarchie du parc de logement, elle reste confinée à sa base (15 % de la population d'après la Fondation abbé Pierre, ce qui fait quand même dix millions de personnes...).

Dans cette vision des choses il devient possible de changer de discours. On ne dira plus que c'est l'insuffisante construction des communes de l'espace aggloméré qui fait monter les prix des logements et provoque de ce fait une périurbanisation dans les grandes comme dans les petites agglomérations. On dira que, quelle que soit la taille de l'agglomération, pour freiner significativement la périurbanisation et lui offrir une alternative, il conviendrait, pour les accédants à la propriété, *d'effacer par des financements publics du logement l'impact de la rente immobilière sur leur acquisition*. En moyenne cette rente ne dépend pas de la pénurie mais des revenus des ménages du bassin d'emploi, et dans les plus grandes agglomérations du fait que la capacité des transports se fait toujours rattraper par ce qui motive les délocalisations (et ceci encore plus vite en cas de bulle immobilière). Par conséquent, en période de bulle immobilière, s'il existait une telle aide à l'acquisition de logement (proportionnée au revenu du bassin d'emploi), celle-ci deviendrait vite insuffisante. Il faudrait la majorer. Comme dans tous les cas les aides aux acquisitions de logements existantes (prêts à taux zéro) ne tiennent pas compte des revenus moyens des bassins d'emploi et ne privilégie pas la partie agglomérée, on ne doit pas s'étonner que la périurbanisation continue imperturbablement. Dans les grandes agglomérations, on constate que l'adaptation à cette rente supérieure ne se fait pas par plus de périurbanisation¹² mais par moins de ménages qui deviennent propriétaires (ou qui le deviennent plus âgés). Et ce phénomène est amplifié en cas de bulle. Or en France, compte tenu des rapports entre propriétaires et locataires, avoir moins de propriétaires signifiera plus de demandeurs de

existe, plutôt que de s'expatrier dans un quartier « sensible » souvent enclavé en matière de déplacement.

12. Même si l'épaisseur géographique des couronnes périurbaines s'accroît quand la taille des agglomérations augmente.

locatif social même si les ménages sont beaucoup plus riches que dans les plus petites agglomérations. La raison en est que les propriétaires bailleurs tendent eux même à diminuer en nombre sans aides substantielles. Comme le volume de locatif social ne s'accroît pas suffisamment la pénurie globale s'accroît. *La rente chère produit la pénurie et non l'inverse*. C'est évidemment tout à fait contre-intuitif et cela transgresse ce que chacun a mécaniquement intériorisé du rapport normal entre offre et demande.

L'importance du changement de lecture de l'évolution urbaine

Retourner la problématique de compréhension de la formation de la rente foncière (à partir des variables qui expliquent sa moyenne avant d'introduire celles qui expliquent les écarts à cette moyenne) explique mieux les raisons de la périurbanisation. Mais cela va plus loin en montrant l'importance des vrais ressorts de l'évolution urbaine actuelle, que l'on a un peu trop vite tendance à assimiler à la seule quête irrépressible de nature¹³. N'est pas assez « contrôlée », pourrait-on dire, la liberté de se localiser. Mais ce n'est peut-être pas seulement une affaire de règlement du droit du sol. On devrait plutôt dire que celui qui se localise comme celui qui se déplace devraient mieux payer les coûts collectifs dont ils sont tous les deux à l'origine, par leur choix de mobilité ou de localisation. Entre soi des ménages et rentabilité des entreprises en compétition, les deux grands ressorts des délocalisations, feront donc curieusement partie des raisons qui pénalisent les grandes agglomérations par rapport aux petites. Cela n'empêchera pas ces grandes agglomérations d'avoir d'autres atouts qui expliquent que l'affaiblissement de leur attractivité ne produit pas obligatoirement leur décroissance. Cela inspire l'idée de définir des mécanismes de régulation différents selon les territoires pour gommer les inconvénients de la formation de la rente immobilière. Cette perspective va simultanément relativiser l'approche traditionnelle qui voudrait que l'on lutte contre les inconvénients de la rente immobilière en s'appuyant d'abord sur les vertus structurantes des transports collectifs. En investissant dans les infrastructures de transports nous pensons que nous allons moins perdre de temps, oubliant que la ville est un système global et que faciliter la mobilité va réagir sur tous les choix de localisation, en changeant le cadre de la compétition pour l'espace de tous les investisseurs. Ces choix de localisation des ménages comme des entreprises

13. Quête de la nature qui est bien dans les raisons des comportements, sans en être au centre pour de nombreux ménages.

annulent les avantages recherchés (gagner du temps) mais permettent d'en obtenir d'autres (gagner de l'espace d'habitat pour un prix moindre ou choisir son voisinage), tout en suscitant d'autres inconvénients collectifs multiples (dont la concentration spatiale de l'exclusion sociale). De même nous pensons toujours faire baisser les prix des logements en accroissant la production quantitative de logement¹⁴. Nous n'y parvenons que très partiellement du fait de la façon dont se forme la rente immobilière. Or nous refusons de toucher à ce processus de formation pour ne pas fausser l'ajustement « naturel » de l'offre à la demande. C'est toute notre façon de comprendre l'articulation entre elles des politiques urbaines qui est à revoir.

Les inconvénients de la non-maîtrise de la rente immobilière

Le renchérissement des logements par la bulle immobilière aura pour conséquence d'accélérer l'évolution urbaine déjà manifeste avant la formation de cette bulle. La majoration de la rente immobilière sera, pour partie au moins, une forme de privatisation d'avantages induits par des financements publics. Elle va empêcher la réalisation, sans apports publics nouveaux, de nombreux projets locaux et elle va simultanément *renchérir les politiques urbaines correctrices de l'évolution urbaine induite par les choix de localisation des investisseurs urbains*. Les trois principales politiques correctrices des conséquences de la liberté plus grande des ménages et des entreprises de se localiser selon leur convenance seront : la politique des infrastructures de déplacement, les aides au financement du logement et la politique de restructuration des quartiers sensibles. On a pleinement conscience du lien entre localisation des ménages, ou des entreprises, et besoin d'infrastructures. On ignore complètement qu'il y a un lien de même nature entre le choix de la localisation et le financement de l'habitat ou la politique de la ville... du fait de la méconnaissance des mécanismes de formation de la rente immobilière.

Le changement d'optique que nous proposons consistera à ne plus catégoriser les politiques urbaines suivant les thématiques habituelles (logement, emploi, transport, etc.) mais suivant qu'elles *prétendent ou non corriger les conséquences des choix de localisation*. Ce changement d'optique ouvre de nouvelles perspectives. On peut en effet imaginer pénaliser fiscalement plus lourdement ceux qui par leur choix

14. Répétons-le, cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de pénurie de logement. D'après Michel Mouillard il en manquerait autour de 3 % à l'échelle nationale et d'après la fondation de l'abbé Pierre cela aurait des répercussions sur environ 15 % de la population.

de localisation vont majorer le coût des politiques publiques. Avec ces ressources on pourra mieux financer les opérations privées ou publiques dont le programme et la localisation seront les plus efficaces pour accroître « la performance urbaine » offerte aux ménages et entreprises sans impliquer trop d'investissements publics via les politiques publiques correctrices. La *performance urbaine* se mesurera principalement, pour les ménages, par la répartition du rapport entre coût et qualité des logements, par celle de l'accessibilité aux emplois sans déménager, et enfin par celle du temps d'accès au travail ; pour les entreprises, par la productivité selon le type d'emploi.

Actuellement l'intégration des politiques publiques des diverses institutions tente de se faire par le schéma spatial d'aménagement en le prolongeant quelquefois par des contrats entre institutions différentes. Par exemple le schéma prévoira de pouvoir densifier autour des gares (exemple des contrats de développement territorial dans le cadre de la démarche du Grand Paris). Ou bien l'intercommunalité (cas de Grenoble) qui hésite à financer un tramway à la limite de la rentabilité négocie ce que l'on appelle des contrats d'axes pour que les communes desservies saisissent toutes les opportunités qui se présentent à elle pour améliorer la fréquentation de la ligne envisagée. Nous explorerons ici une possibilité de pousser cette intégration plus loin sans nous contenter de l'approche spatiale (qui a son intérêt mais aussi ses limites). Mais auparavant nous illustrerons dans un schéma que nous commenterons cette double incidence des coûts de la mobilité et de la formation de la rente foncière sur l'alourdissement des politiques publiques correctrices des effets de nos choix de localisation.

Un nouveau cadre conceptuel de l'interaction entre transport et urbanisme

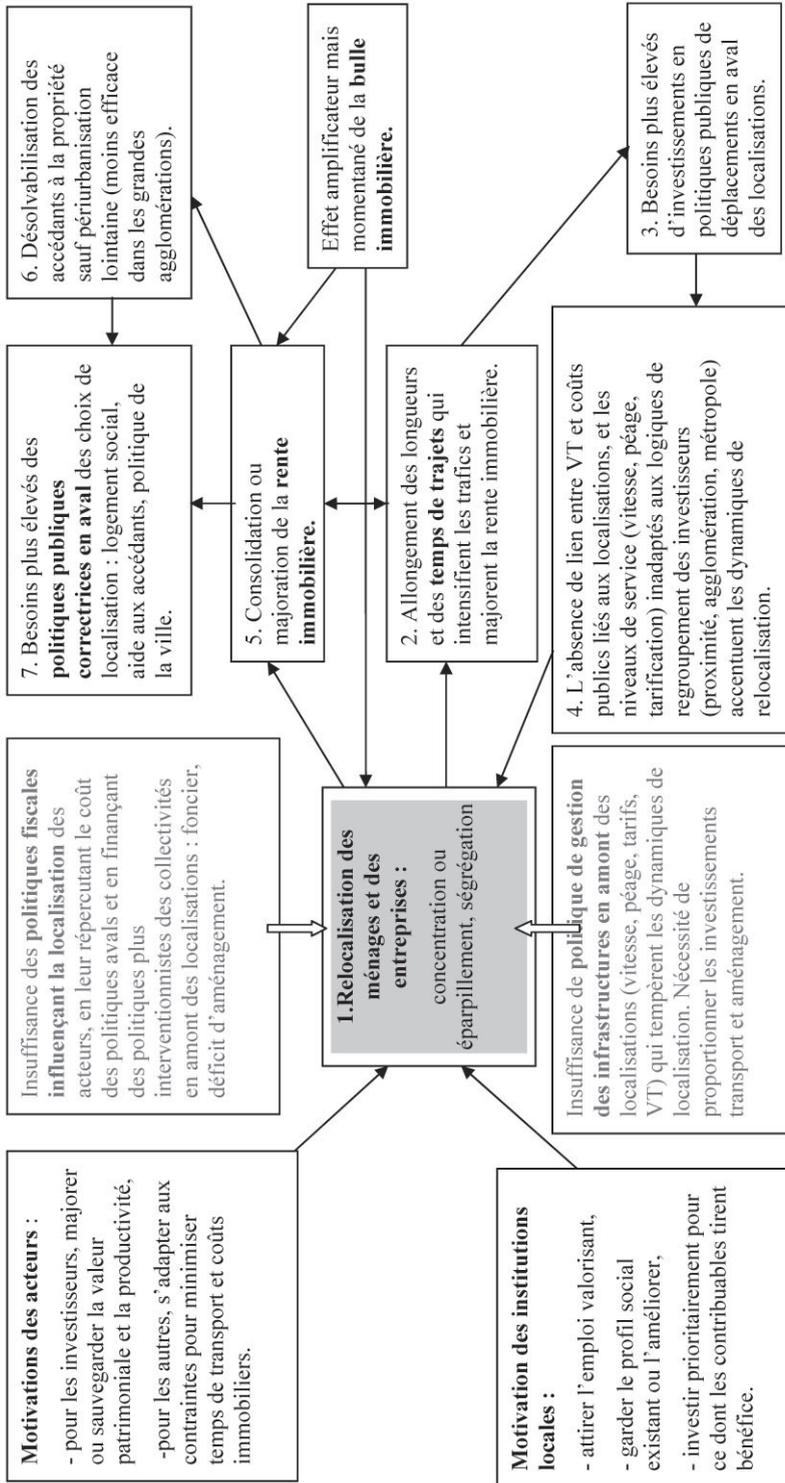
À gauche du schéma ci-dessous, deux encadrés sont intitulés « motivations des acteurs » et « motivations des institutions ». Les choix des acteurs et des institutions se combinent¹⁵ pour expliquer que les acteurs optent pour un système de localisation (une distribution dans l'espace des éléments de l'agencement urbain : logements, lieux de travail, équipements, espaces publics) ou qu'ils veuillent en changer pour s'adapter aux modifications des conditions d'accessibilité ou d'aménagement (encadré central).

15. Nous n'entrerons pas ici dans les modalités (évidemment capitales) de cette combinaison qui doivent beaucoup aux stratégies des divers acteurs, investisseurs ou institutions. Nous renverrons à la lecture de notre livre sur le Grand Paris : Orfeuil Jean-Pierre et Wiel Marc, *Le grand Paris, sortir des illusions, approfondir l'ambition*, Edition Scrineo, 2012.

Les logiques des acteurs en compétition pour se localiser sont passées au filtre de la logique des institutions qui édictent des règles de localisations, montent des opérations d'urbanisme, mettent en place des infrastructures de déplacement ou en modifient les conditions d'exploitation, lèvent l'impôt, etc. Cette confrontation des logiques aboutit à un *agencement urbain*. Il y a partage, entre ces différents acteurs, de ces lieux. Ce partage est toujours révisable, tant dans leur appropriation que dans leur usage. L'agencement urbain résultant, et surtout la façon qu'auront les acteurs d'occuper le bâti existant, pourront être décrits à partir de multiples indicateurs de densité, de mixité, de concentration ou de dispersion, qui vont peser sur la *génération des déplacements* d'une part et sur la *rente immobilière* d'autre part, sachant que les deux interagissent comme nous l'avons dit précédemment.

Examinons ces interactions au travers des boucles formées par des flèches en bas ou en haut du schéma d'ensemble. L'influence de l'agencement urbain sur les déplacements (boucle du bas 1-2-3-4-1) se manifesterà par le fait que plus de spécialisation sociale et fonctionnelle allonge les kilomètres parcourus. Cela va exiger toujours plus d'offre supplémentaire en transports, même dans une agglomération en faible croissance. Ce n'est pas là l'expression de « besoin » des individus mais la conséquence d'une gigantesque compétition pour l'espace, insuffisamment encadrée et dont les acteurs ne supportent pas les coûts collectifs qu'ils induisent. La collectivité s'efforce de satisfaire cette demande en modifiant son offre de déplacement. Mais elle le fait de façon telle que cette offre nouvelle de déplacement va relancer un nouveau partage des localisations entre les acteurs. Si elle voulait atténuer (ou véritablement guider) ces relocalisations, il lui faudrait ne pas donner une égale satisfaction à la demande de déplacement quelle que soit sa nature, tenir compte que certains de ces déplacements peuvent être prioritaires ou davantage déstabiliser que d'autres les localisations préexistantes. Pour y parvenir, elle dispose de plusieurs leviers (dont elle se sert insuffisamment et qui sont indiqués dans le schéma en rouge) : la modération sélective des vitesses, les fréquences ou les tarifs des transports collectifs, ainsi que les péages routiers dont les formes sont très diverses. Le partage actuel des rôles entre les institutions, comme la totale confusion actuelle entre les notions de vitesse et de fluidité, ne permettent pas la nécessaire bonne régulation des conditions de la mobilité.

Cette relocalisation permanente de tous les acteurs va intégrer l'existence d'une redistribution spatiale de la rente immobilière (boucle



du haut 1-5-6-7-1¹⁶), mais aura, aussi, en retour, un impact sur elle. Elle influe à la fois sur la *moyenne* de sa valeur, si l'insuffisance des transports rend préférable d'accepter des logements plus chers pour perdre moins de temps, et elle influera *localement* (ponctuellement pourrait-on dire), là où le différentiel d'accessibilité, de composition sociale, de qualité paysagère ou d'aménités urbaines aura creusé un peu plus l'écart entre territoires « délaissés » et « convoités ». Et si, en plus, une bulle immobilière (encadré à mi-hauteur à l'extrême droite du schéma) persiste, comme c'est le cas depuis dix ans, cette rente se trouvera majorée et stimulera des relocalisations qui contribueront également à l'allongement des trajets...

La majoration de la rente désolvabilise (encadré du haut à droite) les ménages primo-accédants, nécessitant plus d'intervention compensatoire de l'État, à la fois dans la politique du logement mais aussi dans celle de ville, ou pour les collectivités dans leurs politiques d'équipements de superstructures.

Pour réguler le dispositif global et éviter d'avoir, en aval de ces permanentes relocalisations, des politiques publiques de plus en plus coûteuses pour un rendement de plus en plus médiocre, il faudrait intervenir en amont par le règlement (autoriser/interdire des localisations) ou par des voies d'incitation/dissuasion financières (fiscalité) ou encore par un emploi judicieux de ces ressources fiscales pour financer les bons projets d'urbanisme. Ces bons projets d'urbanisme seront à localiser au bon endroit avec le bon programme – que le marché ne pourra jamais prendre en charge seul – et qui contribuera à diminuer les kilomètres parcourus ou la progression du niveau de la rente immobilière... *La dynamique urbaine issue de la mobilité facilitée condamne donc les institutions à être de plus en plus interventionnistes pour corriger ce que le marché ne sait pas faire de lui-même. Mais si elles ne s'unissent pas suffisamment entre elles, elles n'y parviendront pas, faute de ressources.* Un schéma d'aménagement se préoccupant d'abord de spatialiser les droits de construire ne suffit plus et les compétences stratégiques pour réguler l'ensemble ne sont pas au bon niveau géographique, du fait de l'architecture institutionnelle actuelle. Autre vaste sujet...

16. C'est intentionnellement que nous avons omis de mettre la flèche entre le pavé 7 et le pavé 1 qui finirait la boucle décrite. C'est que les opérations publiques en 7 sont insuffisantes et pas obligatoirement les mieux localisées pour corriger convenablement l'agencement urbain impulsé par le marché. C'est ce qu'il va falloir faire grâce à une fiscalité des localisations, de nouvelles politiques en aval de ces localisations, mais aussi et surtout, par une meilleure coopération entre les niveaux institutionnels.

Les pistes de solutions

La non-maîtrise de la rente immobilière comme l'insuffisante différenciation du niveau de service des infrastructures selon le type de déplacement¹⁷ ont chacune leurs raisons. En s'associant elles expliquent (à côté d'autres déterminants) la tendance des plus grandes métropoles à s'étouffer sur elles-mêmes en quelque sorte, et donc à perdre en attractivité. À l'opposé le processus de métropolisation lui-même engendre la dévitalisation d'autres types de territoires. Ces deux processus ont en commun d'exiger des politiques publiques compensatrices dont les financements sont rarement, du fait de notre architecture institutionnelle, réclamés à ceux qui les provoquent ou en tirent profit. Il est fascinant de constater que ces nouvelles partitions du territoire recourent strictement les cartes électorales de la récente présidentielle ou que la question du prix de l'essence se soit invitée dans cette dernière... Le périurbain, autrefois terre heureuse de conquête, s'installe dans une ambiance « défensive ».

Régulation des processus de développement urbain, de ceux de l'aménagement du territoire et de ceux de la mondialisation entrent en synergie de façon imprévue mais appellent des réponses différenciées selon les configurations territoriales. Nous ne suggérerons ici que quelques grandes pistes de solutions.

Il est évidemment urgent de désenclaver la discipline des transports qui fonctionne beaucoup trop en vase clos, inventant de façon autonome ses propres critères de performance, ce qui majore l'illusion de gagner du temps sans comprendre les catastrophes que cela peut provoquer ailleurs. Il convient de changer les modes d'évaluation des projets d'infrastructure. Cela devrait déboucher sur le constat que réformer l'usage de l'automobile (vitesse, péage) est plus important que d'investir à tort et à travers dans des transports collectifs rapides et coûteux (qui n'atteindront pas les objectifs affichés mais dont le caractère emblématique suffit à rassurer), même si les besoins (comme dans le logement) sont bien réels. Mais les modalités seront différentes d'un territoire à l'autre.

Une urgence symétrique s'impose concernant le logement. Les aides au logement doivent devenir fonction des territoires et surtout tenir compte de la formation de la rente immobilière qui est devenue

17. Un des grands principes de l'économie des transports est, pour des raisons de rentabilité, la massification des flux. Cette pratique gestionnaire, fort logique par ailleurs, a beaucoup d'inconvénients dans le domaine de l'aménagement. Elle égalise les niveaux de service de déplacements dont la facilité n'aura pas les mêmes conséquences sur les stratégies de localisation des investisseurs. En devenant conscient oriente vers des solutions plus sophistiquées qui redonne un sens nouveau à l'utilité des péages.

plus structurante de l'espace que l'accessibilité. Il est vain également de vouloir que les schémas d'aménagement soient exclusivement au service du développement économique. Ils doivent accueillir le projet économique (ils peuvent même en accueillir plusieurs), ils ne sont pas LE projet économique. Depuis toujours, leur rôle est de desserrer l'étau foncier qui vient altérer les atouts, réels mais fragiles, de la concentration humaine. Le premier schéma qui visa cet objectif fut l'œuvre de ceux qui inventèrent la rue plutôt que de circuler d'une maison à l'autre par les toits... Mais depuis, à chaque étape du développement urbain il convient d'inventer de nouvelles réponses à un phénomène consubstantiel au fait urbain, et qui donc se renouvelle en permanence du fait de divers changements socio-économiques. S'agglomérer a des avantages constamment réduits par des inconvénients collatéraux. Il faut conserver un bilan global favorable tout en limitant les inégalités associées. Actuellement notre système productif mondialisé induit une accélération d'un processus de différenciation sociale qui tend à se spatialiser, de même qu'il induit une compétition accrue entre les entreprises qui accentue la demande, soit de concentration, soit d'éparpillement, selon la nature des entreprises.

Le renouveau de la planification urbaine et régionale sera concomitant à la réforme des institutions, il la rendra possible. La décentralisation a tenté d'éviter le chevauchement des compétences. Cet échec est corrigeable par le développement du contrat inter-institutionnel. Mais ce contractualisme ne doit pas se dissoudre dans un partenariat circonstanciel entre acteurs de bonne volonté. Il est la construction de nos futures institutions locales, leur « invention ». Une démarche comme le Grand Paris pourrait devenir autre chose que l'affirmation d'une supériorité métropolitaine. Il pourrait être un laboratoire pour la France s'il savait inventer une collaboration des institutions régulatrices des dysfonctionnements que le marché ne sait pas corriger de lui-même, donc des corrections des inconvénients induits par l'exercice simultané de nos préférences individuelles. Une fiscalité des localisations en identifiant des fonds communs à se partager pour résoudre prioritairement un problème précis sera le moyen privilégié d'éviter que le jeu des péréquations internes à chaque niveau institutionnel¹⁸ ne finisse par avoir plus d'effets pervers que d'effets désirés. À une autre échelle territoriale, ce sera le même esprit qui animera les rap-

18. Faire par exemple que l'entreprise du Val-de-Marne non desservie par les transports collectifs finance, via le versement transport, la possibilité d'un emploi supplémentaire à La Défense que l'on subventionnera par ailleurs, alors que ce nouvel emploi alourdit plus considérablement que s'il était localisé ailleurs, tant les dépenses de transport que d'habitat de toute la région. Mais La Défense, c'est sacré. Dans les représentations communes, l'opération est représentative d'une « France qui gagne » censée « faire gagner la France ».

ports entre les régions et les pays. Dans tous les cas, il s'agira de rendre possible les confrontations entre des logiques aussi légitimes que la défense d'une cohérence et cohésion locale (qui devrait maintenant se manifester dans les rares grandes agglomérations au travers de l'intercommunalité) et celle d'une cohérence et cohésion métropolitaines.

EN CONCLUSION, UNE CONTROVERSE DÉPASSÉE QUI S'IGNORE ?

La périurbanisation concerne pratiquement tous les pays (avec des variantes), non pas du fait que le désir de nature est une caractéristique universelle (anthropologique) mais parce que le mécanisme de formation des prix immobiliers obéit à peu près partout aux mêmes règles qui sont celles du marché. Il y a une analogie entre la nécessité de dés-encaster la politique de l'économie pour ne pas rendre la politique dépendante du marché, tel qu'un auteur comme Polanyi en parle, et le fait qu'il convient de dés-encaster l'urbanisme d'une politique de mobilité qui serait devenue trop autonome à force de concentrer tous ses efforts sur le gain de temps. Pas plus que le marché n'est source par lui-même de progrès social, la mobilité facilitée n'est plus légitime à vouloir s'imposer aux finalités de *l'être ensemble*. Au-delà de la possible conversion idéologique en cours, notre fonctionnement institutionnel constitue un obstacle à la matérialisation de cette conversion.

Pour revenir à la question de départ, la controverse autour de la périurbanisation, telle qu'elle se formulait autrefois, devrait (selon moi) être derrière nous, alors qu'elle perdure semble-t-il trop souvent sous les mêmes formes.

Nous serions tous *contre* la périurbanisation pour des raisons paysagères ou écologiques, que cela ne suffirait pas à renverser un processus de bouleversement de la morphologie urbaine maintenant fort avancé. Nous sommes trop nombreux à choisir et le droit du sol renouvelé pas plus qu'une logique de projet mieux promue dans les démarches d'urbanisme, ne suffiront à renverser cette évolution. Idéalement il faudrait que nous soyons tous prêts à accepter une combinaison de mesures qui mêleraient l'acceptation de la lenteur, du péage, et d'une lourde fiscalité des localisations qui serait probablement vécue comme une remise en cause radicale de la propriété. La persistance à ne pas vouloir parler de ces sujets qui fâchent est par elle-même révélatrice. En parler dans les instances décisionnelles ne me paraît pas vraiment proche.

Nous serions tous *pour* la périurbanisation que cela ne nous rendrait pas pour autant collectivement assez riches pour assumer les consé-

quences d'une hausse du coût de l'énergie qui piégera spatialement un certain nombre de ménages aux ressources insuffisantes tout en dévalorisant leur logement. On aura alors compris, mais un peu tard, que ce n'est pas une affaire de mobilité mais plutôt d'urbanisme impliquant une autre attitude vis-à-vis de la mobilité... Il est néanmoins douteux, vu la complexité du message, qu'on puisse le faire comprendre avant. Mais d'ici là, où situer exactement le compromis nécessaire pour avoir une politique tant soit peu préventive ? Nous la trouverons probablement en marchant et elle ne sera vraisemblablement pas le même partout. À un certain niveau de prise de conscience l'ingéniosité collective sera plus facilement au rendez-vous, en même temps que certaines mesures limitatives de la mobilité deviendront plus acceptables. C'est sans doute la raison du relatif succès de ceux qui, actuellement, plaignent surtout pour la canalisation de la périurbanisation plutôt que de chercher à contrarier frontalement un processus en cours qui mobilise des valeurs, des besoins, une évolution de nos rapports sociaux, apparemment irrésistiblement attaché à notre modèle social. Mais dans le même temps le discours sur la lutte contre l'étalement urbain a aussi de beaux jours devant lui. Mais pour un certain temps comme un pur discours.

BIBLIOGRAPHIE

- Castel Jean-Charles, 2007, « De l'étalement urbain à l'émiettement périurbain ; deux tiers des maisons construites en diffus », *Annales de la recherche urbaine*, n° 102, juillet.
- Comby Joseph, 2012, « Foncier sans frontière », *Études Foncières* n° 155, janvier-février.
- Fondation de l'abbé Pierre pour le logement des défavorisés, 2012, *L'état du mal-logement en France*, 17^e rapport annuel.
- Friggit Jacques, 2011, « Quelles perspectives pour le prix des logements après son envolée ? », dans *Pour sortir de la crise du logement*, collection « Regards croisés sur l'économie », La Découverte.
- Kaufmann Vincent, 2008, *Les paradoxes de la mobilité, bouger, s'enraciner*, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Orfeuil Jean-Pierre et Wiel Marc, 2012, *Le grand Paris, sortir des illusions, approfondir l'ambition*, Édition Scrineo.
- Razemon Olivier et Hamelin Eric, 2011, *La tentation du bitume. Où s'arrêtera l'étalement urbain ?*, Édition Rue de l'échiquier.
- Wiel Marc, 2010, *Étalement urbain et mobilité*, Collection du Prédit, série « Le point sur », La Documentation Française.

La ville des réseaux à l'heure du développement durable

Gabriel Dupuy

*Professeur émérite Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne,
CRIA UMR CNRS 8504*

LES RÉSEAUX : FONT-ILS OU DÉFONT-ILS LA VILLE ?

Le dictionnaire définit le réseau comme un « ensemble des lignes, des conduites électriques, des canalisations, etc., qui desservent une même unité géographique, dépendant d'une même Compagnie » (Dictionnaire Le Robert). De nos jours tous ces réseaux sont indissociables de la ville. Par ville il ne faut pas entendre celle d'hier, mais comme l'a magistralement montré Françoise Choay dans son article de 1994 sur « Le règne de l'urbain et la mort de la ville », celle d'aujourd'hui dans un sens extensif : urbain, périurbain, métropole, région urbaine.

Le 19^e et le 20^e siècles ont vu des innovations techniques remarquables surgir, se diffuser, se généraliser. Pensons, dans le domaine du transport, au tramway, au métro et surtout à l'automobile circulant sur un réseau viaire adapté. Certains auraient tendance à en déduire que les réseaux ont fait croître les villes, organisé leur développement, conditionné la forme urbaine. Le mythe des réseaux structurants a été mis à mal par le fameux article de J.M. Offner publié en 1993. Mais c'est surtout pour les réseaux interurbains, autoroutes, TGV que la démonstration a été convaincante. Pour l'urbain, on continue de dire, et sans doute de croire, que les réseaux, surtout routiers, font le lit de l'urbanisation et plus précisément de l'étalement urbain.

Or cette vision « structurante » de la ville des réseaux est ambiguë, voire fautive, pour deux raisons.

D'une part, il n'y a pas un mais plusieurs réseaux. La ville est irriguée par des réseaux d'eau, de gaz (de ville !), de chauffage urbain, d'électricité, d'éclairage public, de voirie, de transport collectif, de télédistribution, pour ne citer que des réseaux qui ont des traces phy-

siques majeures. Il faudrait bien sûr ajouter la téléphonie mobile et ce qu'on peut appeler la « télégraphie mobile » (smartphones). Nous y reviendrons plus loin. S'il est vrai que des réseaux disparaissent tels ceux d'air comprimé, d'autres apparaissent comme les réseaux de télé-relevage des compteurs électriques. En fait, des réseaux de plus en plus nombreux, évolutifs, s'entrecroisent, se combinent de manière complexe, se complètent, se substituent. Certains, comme Robert Fishman ont ainsi vu dans la ville moderne un réseau de réseaux, un système animé par l'ensemble des citoyens usagers de ces réseaux. Il n'y a donc pas de déterminisme spatial des réseaux. Par exemple, comme l'évoque Marc Wiel, l'automobile, la télévision, l'électricité ont permis la périurbanisation mais le périurbain est un vrai défi pour les réseaux de transport collectif et d'assainissement qui peinent à le desservir convenablement.

D'autre part, des études historiques précises montrent que le moteur de l'urbanisation n'est pas dans les réseaux mais ailleurs, dans des forces démographiques, économiques, sociales. Le système d'eau et d'assainissement de Paris conçu par Belgrand du temps d'Haussmann a été dépassé au 20^e siècle par la croissance de l'agglomération parisienne entraînée par l'industrie et facilitée d'ailleurs par les annexions haussmaniennes. Aux États-Unis, le tramway n'a pas créé mais accompagné une suburbanisation initiée par des forces ségrégatives. De même, selon des historiens, ce sont les cycles économiques scandés par des périodes de retour sur investissement qui ont conduit à l'extension de certains réseaux, indépendamment du rythme de la croissance urbaine. Aujourd'hui les vellétés de contrôler l'étalement urbain par le biais d'une limitation des réseaux se heurtent non seulement aux mécanismes des marchés fonciers et immobiliers mais aussi à des tendances sociologiques lourdes. Chercher, loin des centres agglomérés et des cités stigmatisées, un entre soi valorisé conduit droit au périurbain. Les réseaux suivent le mouvement plus qu'ils ne le précèdent.

LES LOGIQUES D'EXTENSION DES RÉSEAUX

Quoiqu'il en soit les réseaux ne s'étendent pas de manière aléatoire et chaotique. À première vue leur développement paraît souvent incrémental. On construit une station d'épuration ici, un transformateur électrique là, on effectue un raccordement au chauffage urbain ou à l'ADSL ailleurs. Actuellement en banlieue parisienne des lignes de tramway apparaissent un peu partout sans que l'on en discerne bien

Figure 1
Une image des années 1970 montrant la place des réseaux dans une ville moderne



le plan d'ensemble. Ce caractère incrémental n'exclut pas les possibilités de ruptures et de discontinuités. C'est ce que l'on a observé au début du 20^e siècle en région parisienne avec le réseau des chemins de fer dits « de grande banlieue ». De tronçon en tronçon le réseau s'est constitué pour mailler le territoire de la Seine-et-Oise en assurant la liaison avec les grands réseaux radiaux et les tramways urbains de l'époque. Mais dans les années 1930, on a assisté à un effondrement « catastrophique » de ce réseau qui, dans son ensemble, n'a pas pu résister à la montée en puissance du parc automobile, des autocars et des camions.

Malgré cet aspect incrémental et parfois discontinu de l'évolution des réseaux, *a posteriori*, on relève en général deux caractères marquants dans l'extension des réseaux urbains :

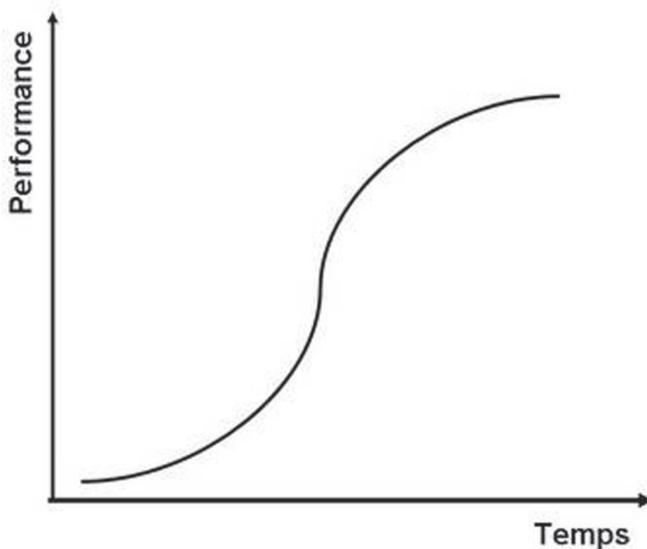
- des mécanismes communs de développement des réseaux, bien résumés par la fameuse « courbe en S ». Le réseau, ou plutôt la desserte de l'espace qu'il assure, évolue dans le temps selon une loi mathématique dite logistique :

$$x = a / (1 + e^{-akt})$$

x est la proportion de population d'un territoire desservie par le réseau ; t est le temps, a et k deux paramètres caractérisant le type de réseau et le territoire considérés.

Figure 2

La courbe en S, caractéristique de l'extension des réseaux



Pour être plus précis on peut dire que la courbe en S représente une tendance désormais séculaire des espaces urbains à la desserte universelle par des réseaux (eau, électricité, télévision, transport,...). Selon ce modèle, à un moment donné, certaines populations, certains espaces connaissent un retard de desserte mais ce retard est théoriquement rattrapable au fil du temps puisque la loi logistique conduit asymptotiquement à 100 % de raccordements. Dans la réalité le rattrapage ne se fait pas partout, pour toutes les populations et pour tous les réseaux. Parfois il est impossible d'atteindre la desserte maximale. La difficulté technique et/ou le coût économique des dernières connexions à opérer conduit à y renoncer. La desserte de certains lieux ou de certaines populations plafonne à un niveau inférieur, ce qui crée un hiatus durable.

De plus, ce qui précède suppose que le contexte ne change pas. En fait, ce contexte est le plus souvent très influencé par l'extension du réseau. La situation des non-connectés par rapport à ce contexte se détériore alors gravement au fur et à mesure que celle des connectés s'améliore. Cela contredit le rattrapage théorique évoqué au début. Souvent, pour les non-connectés, la situation antérieure ne peut même pas être maintenue : la dégradation est due au fait que la diffusion de la connexion change le contexte. Il y a alors fracture. Cette dégradation ne peut plus être enrayée que par inclusion complète des non-connectés dans le réseau de desserte. Cette inclusion implique un accroissement de la dépendance au réseau.

- des formes géométriques de tracés certes irrégulières et complexes mais que l'on parvient de mieux en mieux à comprendre et à modéliser. Aux États-Unis W. Garrison fut pionnier en la matière. Il montra que la forme géométrique des réseaux découlait de principes simples mais répétitifs à la base de leur extension. En France, S. Thibaud appliqua l'approche fractale aux réseaux d'assainissement puis de transport collectif. Il montra dès 1987 que les tracés de ces réseaux étaient conformes à des figures bien spécifiées par la géométrie fractale. Après la modélisation fractale, d'autres dynamiques de constitution de la géométrie des réseaux furent mises en évidence tels l'attachement préférentiel qui rend bien compte de la constitution de *hubs*. Plus récemment des formalisations amiboïdes parviennent à traduire les capacités de résilience des réseaux. On notera que ces différentes modélisations ne sont pas concurrentes mais plutôt complémentaires.

Ces mécanismes et ces formes résultent très probablement des propriétés essentielles des réseaux. Les effets de club et les économies d'échelle caractérisent les réseaux et expliquent la forme de la courbe

en S qui résume une sorte de cycle cumulatif. Comme l'a rappelé Pierre Frankhauser, la fractalité des formes réticulaires est liée à la vocation de desserte universelle (en particulier à base d'arborescences). La construction par les principes de l'attachement préférentiel renvoie à l'organisation monopolistique ou oligopolistique du réseau. C'est le compromis entre économie de desserte et résilience qui conduit à des schémas amiboïdes.

Ce développement, longtemps considéré comme vertueux, de multiples réseaux irrigant un espace urbain qui s'est considérablement dilaté fait que l'on a pu parler d'âge d'or des réseaux, de *networked city*...

UN MODÈLE RÉTICULAIRE INSOUTENABLE : FRACTURE ET DÉPENDANCE

Mais jusqu'à quel point ? L'âge d'or des réseaux est-il durable ? On pense évidemment au fait que les réseaux qui facilitent les circulations de toutes natures sont des vecteurs privilégiés pour des contagions, des attaques terroristes, etc. À vrai dire, cela n'est pas nouveau. Mais nous voulons insister ici sur un autre point. Les réseaux et la ville qui va avec sont minés par deux processus potentiellement dangereux dans une perspective de développement durable : des fractures les fragilisent, des dépendances les menacent.

Du côté fracture on peut rappeler les analyses de Graham et Marvin illustrant le risque de villes « à deux vitesses », qu'il s'agisse des réseaux de transport « premium » mais aussi des réseaux d'eau, d'énergie, de télécommunications performants (fracture numérique). Comme l'écrit S. Warren, on peut se passer d'Internet « ... mais cela prend plus de temps, nécessite généralement des déplacements physiques sur des distances assez grandes, coûte plus cher et conduit probablement à une qualité moindre en termes de variété des sources, de couverture spatiale et de commodité d'usage. Alors qu'Internet donne un bénéfice substantiel à ses utilisateurs, son manque procure un désavantage à ses non-utilisateurs. Souvent ce désavantage relatif aura pour conséquence un désavantage absolu. C'est ce qui se produit lorsque les services hors-ligne sont réduits [et a fortiori supprimés] du fait d'une dépendance croissante à Internet ». Le risque est d'autant plus grand que la concurrence se généralise entre opérateurs de réseaux et que l'évolution technologique rapide devient un levier de cette concurrence.

Du côté de la dépendance, on peut mettre en regard la véritable spirale qui rend la connexion d'autant plus nécessaire qu'elle se généralise. C'est ce que l'on a observé pour l'eau, l'assainissement où la dépendance est désormais telle, du moins dans les pays du Nord, qu'elle empêche même les nécessaires évolutions des réseaux. Pour mieux maîtriser l'évolution des réseaux d'eau, il serait nécessaire de trouver une alternative au système de chasse d'eau des WC. Un tel changement est aujourd'hui devenu impensable tant la dépendance au tout-à-l'égout est forte dans les villes. On a également constaté cette dépendance pour l'automobile. Elle pourrait aussi bien être analysée pour les réseaux électriques.

**DÉVELOPPEMENT DURABLE :
L'IMPASSE POLITIQUE DU « TOUT-RÉSEAUX »**

Fracture et dépendance ne sont pas fortuites. Elles sont indissociables de la nature même des réseaux. La vertueuse courbe en S qui garantit le développement et l'extension des réseaux recèle des cercles vicieux qui conduisent à la fracture et à la dépendance. Dans les pays du Nord, ces phénomènes furent longtemps masqués par une croissance économique générale qui permettait, surtout pour les villes, d'accepter la généralisation de la dépendance et de pallier les effets pernicioeux des fractures. Le cas des villes du Sud était alors considéré comme très différent. L'ouvrage de S. Graham et de S. Marvin, publié en 2001, examinant divers réseaux dans des villes du Sud et du Nord, avec des régimes politiques plus ou moins libéraux, a eu le mérite de servir de révélateur. La généralisation et la mise à l'agenda politique de la problématique du développement durable ont fait le reste. Aujourd'hui, force est de constater que le développement des réseaux conduit à une impasse politique. Rappelons que le développement durable est supposé reposer sur trois piliers. Un pilier doit assurer le développement économique dans la durée. Un autre pilier représente la préservation à long terme de l'environnement. Le troisième préserve la cohésion sociale. Si les réseaux reposent sur un pilier solide du point de vue du développement économique, paradoxalement, la solidité de ce pilier fragilise les deux autres : le pilier environnemental est miné par la dépendance, le pilier social est sapé par la fracture. Les pouvoirs publics qui restent en général aux commandes en matière de réseaux, du moins chargés de leur régulation, se trouvent ainsi dans une impasse.

Ou bien ils continuent de favoriser la desserte universelle créant des situations de dépendance qui, aujourd'hui viennent s'opposer à d'autres impératifs en particulier environnementaux, écologiques ou sanitaires : décarbonatation, lutte contre l'obésité, etc. Ou bien ils freinent le développement des réseaux en considérant que « le progrès ne vaut que s'il est partagé par tous », mais alors, du fait de la fracture, c'est la durabilité sociale du modèle qui est en cause.

UNE ISSUE : LE SYSTÈME À LA PLACE DU RÉSEAU

Sortir de l'impasse n'est pas facile. Toutefois une issue paraît possible qui remettrait en question les fondamentaux du réseau et en particulier y redistribuerait les rôles. Dans les réseaux de communication, pour l'énergie électrique mais aussi pour l'automobile et probablement pour d'autres réseaux apparaissent de nouvelles voies. L'intérêt de ces nouvelles voies est aussi de gommer les visions manichéennes des rapports ville/réseaux qui sous-tendent par exemple la notion d'étalement urbain. L'automobiliste susceptible de fournir de l'électricité aux *smart grids* n'est pas forcément le citoyen vertueux de la zone centrale mais celui qui, justement parce qu'il circule beaucoup, se trouvera au bon moment au bon endroit pour recharger le réseau. La définition du réseau que nous avons mise en avant jusqu'ici est avant tout technico-économique. Une « Compagnie » fait fonctionner une machinerie de conduites pour desservir un espace habité d'usagers et de clients dont elle tire ses ressources. Bien que cette définition se soit avérée opératoire, plusieurs auteurs ont considéré qu'elle ne résumait pas le réseau. Dans le cas des réseaux d'eau et d'assainissement, d'énergie, de transport, l'histoire a montré que la réussite d'un réseau tenait à un accompagnement parfois très large d'éléments matériels et immatériels qui font système avec le réseau. Cela paraît assez évident pour les éléments matériels. Le réseau d'électricité n'a de sens qu'en fonction des machines et ustensiles divers que les usagers y branchent. La fée électricité a pénétré dans les foyers par des ampoules et toute une panoplie d'appareils électroménagers. Mais l'immatériel joue aussi son rôle. Pour l'automobile l'ensemble des règles, codes, assurances qui font que le véhicule peut être utilisé dans des conditions fonctionnelles acceptables par des dizaines de millions de personnes dans un pays comme la France, des milliards dans le monde, est fondamental. Plus largement, J. Urry évoque un système d'automobilité qui va bien au-delà, incluant des dimensions sociologiques importantes de la mobilité automobile. Dans un autre domaine, Pierre Sansot a écrit que l'usage du réseau d'eau

courante renvoyait à des significations imaginaires essentielles qui, par exemple, différencient la douche qui « signifie que nous sommes tous les sociétaires, les terminaux d'un réseau dont nous semblons user mais qui, en fait, nous institue comme un segment parmi les autres du réseau », du bain, aujourd'hui symbole d'un intimisme douillet qui ne renvoie pas au réseau. À l'heure où s'instaure un débat sur la « dématérialisation/re-matérialisation » de la géographie, la prise en compte du système qui englobe le réseau est donc aussi d'un particulier intérêt. Dans un article de 2004, A. Latham et D.P. McCormack plaident pour leur part pour que l'on redonne une place à l'immatériel (ici celui qui relève du système englobant le réseau), de manière à améliorer la compréhension du rôle de la matérialité (ici celle du réseau). Ils illustrent justement leur propos par le cas de l'automobile, rejoignant en grande part l'analyse plus spatiale que nous avons conduite dans les années 1990 à propos des territoires de l'automobile.

Pour en revenir à l'action publique, agir sur le système (notamment dans ses aspects immatériels) plutôt que sur le réseau proprement dit pour contrer le dilemme fracture/dépendance peut s'interpréter de la manière suivante. Il s'agit d'opérer une rupture par rapport aux principes qui sous-tendent le modèle de la courbe en S et les processus de fracture et de dépendance qui en découlent. En effet, ces principes, issus d'approches économiques des réseaux (des effets de club aux économies d'échelle), reposent sur des postulats de désirabilité générale de la connexion et de maximisation des opportunités offertes par le réseau. Si, par une action sur d'autres éléments du système englobant le réseau, l'on parvient à rendre moins uniforme la désirabilité de la connexion, les hypothèses de base sont infirmées. Les processus de fracture et de dépendance sont remis en cause et la contradiction pour l'action publique n'est plus inéluctable. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle nous étions parvenus en examinant les moyens de modérer la dépendance automobile. À côté de modifications du réseau routier, nous préconisons une diversification des véhicules susceptible de réduire l'effet de club ainsi qu'une politique généralisée de contrôle du stationnement agissant sur un élément accessoire du réseau mais essentiel pour le système automobile.

Cette vision, encore très théorique, peut cependant être illustrée par plusieurs exemples actuels. Dans ces exemples des éléments immatériels du système sont mobilisés pour participer à une mise en cause du réseau proprement dit. Tout d'abord des économistes ont proposé de s'intéresser à certains aspects des systèmes non réductibles à la théorie standard des effets de club. A. Bonnafous s'interrogeant sur les moyens d'internaliser les externalités négatives des réseaux de

transport, plus spécialement des réseaux routiers, évoque une internationalisation « sensible » consistant à agir sur l'information des usagers du réseau afin qu'ils considèrent les contreparties environnementales des effets de réseaux dont ils bénéficient. Auparavant, en 1986, Thorelli avait déjà suggéré de distinguer dans les effets de club mis en œuvre dans les réseaux de télécommunications, ceux qui correspondent à de réelles « affinités » entre agents, ce qui conduirait à tempérer le processus de dépendance et à relativiser l'enjeu de la fracture.

Dans la pratique, certains opérateurs de réseaux se sont engagés dans cette voie en mettant l'accent sur les aspects immatériels du système en liaison avec le réseau qu'ils gèrent. Ainsi la RATP a cherché naguère à convaincre que le réseau de métro parisien faisait système avec la ville à tel point que la fracture ne pouvait signifier que désurbanisation du réseau et que la dépendance ne serait qu'une manifestation de son urbanité. Elle poursuit aujourd'hui en mettant l'accent sur les liens informationnels et communicationnels qui unissent les usagers du réseau, liens par lesquels pourrait s'opérer une régulation de la fracture et de la dépendance.

Les *smart grids* offrent une illustration plus prospective de la manière dont un passage du réseau au système pourrait favoriser l'action publique. (Voir Figure 3 ci-contre.)

Cette nouvelle conception des réseaux d'électricité vise en principe à permettre une gestion plus précise et plus fine des fournitures et des consommations de courant grâce à des systèmes d'information parallèles au réseau physique de distribution, mais aussi à pouvoir diversifier les tarifications (« tarifs verts », *feed in tariffs*) de manière à contrer le recours aux énergies chères ou polluantes et à favoriser des productions locales. C'est sur ce dernier point que pourrait s'opérer le changement de perspective du réseau vers le système. Historiquement conçu pour une distribution centralisée, le réseau serait ainsi englobé dans un système plus vaste qui ferait potentiellement de chaque consommateur un producteur d'électricité. En témoigne la possibilité qui pourrait être offerte par les *smart grids* d'utiliser dans un futur proche des voitures électriques comme véhicules d'énergie (grâce à la capacité de stockage de leurs batteries) entre des lieux et des moments correspondant à des pointes ou à des creux de la demande d'électricité. Dans ce scénario, la gestion de la dépendance et de la fracture ne relèverait plus ni d'un opérateur monopoliste ou oligopoliste ni des pouvoirs publics mais des particuliers et des entreprises auxquels les *smart grids* offriraient un système d'information efficace pour prendre localement leurs décisions de production, de consommation, de vente ou d'achat d'énergie électrique

Figure 3

(Cliché G. Lesteven)

**En Corée du Sud, depuis 2009,
un smart grid est expérimenté en vraie grandeur sur l'île de Jeju**



Il faut noter d'ailleurs que tous les réseaux ne sont pas équivalents de ce point de vue. Alors que les réseaux d'eau et d'électricité s'adressaient jusqu'ici à des abonnés relativement passifs, les réseaux de transport de personnes, par nature, laissent à l'utilisateur un rôle de choix, d'orientation, condition nécessaire au fonctionnement du réseau. Il y a en quelque sorte co-production du réseau en temps réel. Pour aller de son domicile à son lieu de travail, le citoyen peut non seulement choisir son mode de transport mais, s'il prend par exemple le métro, il lui appartient de décider de son itinéraire, de ses correspondances, de son cheminement pédestre à partir de ou vers sa station de métro. Ce qui est vrai pour le transport collectif l'est encore plus pour l'automobile.

Mettre en cause la conception fondamentale d'un réseau de manière à faire face au défi présenté ci-dessus est donc en principe plus simple pour un réseau de transport que pour un réseau d'assainissement. Il est plus facile de faire des usagers des acteurs du réseau à part entière, de leur offrir des alternatives de déconnexion. C'est exactement ce qui se produit actuellement dans les pratiques de co-voiturage, notamment

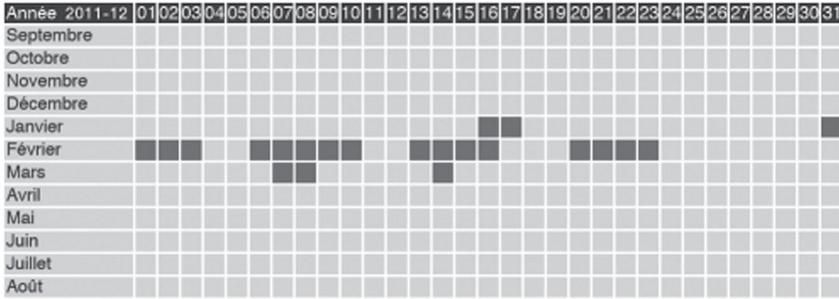
les pratiques « informelles » qui se multiplient. Elles s'apparentent à des déconnexions partielles du réseau pour des motifs divers, principalement économiques.

Comme l'écrit Gabriel Plassat dans son blog ADEME, « nous sommes probablement en train de vivre le même type de transition vers un système plus large et plus complexe. Dès le départ, le chemin choisi [pour l'automobile] est celui qui comportait le plus de risques, le plus de difficultés mais le plus haut potentiel en matière d'intérêt individuel. Et si le choix d'investir autant dans ce système était lié à sa capacité prodigieuse à produire de l'individualisme ? Si cette tendance de fond va se poursuivre, le choix devrait donc se porter sur les solutions technologiques qui maximisent notre "individualisme", c'est-à-dire des capacités à maximiser notre temps libre, à enchaîner de nombreuses actions dans des environnements multiples et complexes. Depuis l'industrialisation de l'internet mobile, il est probable que la maximisation de notre individualisme ne passe plus principalement par le véhicule, l'objet roulant, mais par l'accès à des connaissances et des savoirs qui nous permettront de mieux réaliser nos activités, de maximiser notre temps libre et éventuellement d'accéder au "meilleur" siège libre roulant, le plus adapté au contexte. »

Ces évolutions pourraient être grandement facilitées par le développement des systèmes d'information. Dans *smart grids*, il y a *smart*. Si l'on veut faire un peu d'histoire, il est intéressant de rappeler le cas de l'EJP. Ce mode de tarification inventé et pratiqué il y a plusieurs décennies par EDF consistait en un contrat passé avec l'abonné. Ce dernier se voyait proposer une réduction du prix du KWh pour toute sa consommation annuelle à condition d'accepter une tarification dissuasive (x 10 !) pendant un certain nombre de jours dans l'année, EDF ayant le choix des jours en question. D'où le nom de la tarification (Effacement des Jours de Pointe). Même si les usagers qui avaient souscrit à ce système ont pu le conserver jusqu'à aujourd'hui, l'EJP, en tant que tel, n'a pas connu de large diffusion. Il impliquait en fait des contraintes rédhibitoires pour les particuliers qui n'étaient pas prévenus suffisamment à l'avance des jours de coupure et ne pouvaient donc s'organiser pour y faire face. L'absence d'interactivité dans les échanges d'information handicapait fortement le fonctionnement de l'EJP. Aujourd'hui, avec les compteurs Linky le système pourra vraisemblablement s'appliquer et l'on pourra aller beaucoup plus loin en matière de modulation des tarifs. Dans les transports, l'usage des systèmes d'information et de plus en plus des téléphones mobiles et smartphones facilite en temps quasi réel les changements de modes ou d'itinéraires.

Figure 4

Le principe de l'EJP : faire appel à l'utilisateur pour « effacer » la demande des jours de pointe de manière à lisser la charge du réseau. On voit sur le tableau les jours de l'« effacement » demandés par EDF dans un contrat EJP



Plus généralement, le passage du réseau au système implique peut-être un changement de la vision historique de la ville des réseaux. À la superposition de multiples réseaux construits aux 19e et 20e siècles succéderait un réseau de réseaux à la portée et au choix de tous. Cette nouvelle vision n'est-elle pas utopique ? Pour la ville des réseaux, la réussite de cette nouvelle donne qui, au fond, grâce à l'information, facilite l'internalisation des coûts externes, n'est pas garantie. Mais les impératifs économiques, sociologiques, environnementaux du développement durable en accroissent l'urgence. Faute d'agir au plus vite dans ce sens, il faudrait choisir entre ville soutenable et ville des réseaux, ce qui ne serait pas sans dommage pour les citoyens dont l'histoire a fait des urbains et par conséquent, selon le mot de P. Sansot, des « sociétaires » des réseaux.

BIBLIOGRAPHIE

Choay F., 1994, « Le règne de l'urbain et la mort de la ville », in *La ville, art et architecture en Europe, 1870-1993*, Paris, Éditions du Centre Pompidou, p. 26-35.

Dupuy G., 2006, *La dépendance à l'égard de l'automobile*, La Documentation Française.

Dupuy G., 2007, *La fracture numérique*, Ellipses.

Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, .

Garrison W.L., 1990, « Networks : Reminiscence and Lessons », *Flux*, Spring 1990, Issue 1, p. 5-13.

Graham S., Marvin S., 2001, *Splintering Urbanism*, Routledge, London.

- Fishman R., 1990, « Metropolis unbound : The new city of the twentieth century », *Flux*, n° 1, p. 43-55.
- Latham A., McCormack D.P., 2004, « Moving cities : rethinking the materialities of urban geographies », *Progress in Human Geography*, 28, 6, p. 701-724.
- Offner J.M., 1993, « Les “effets structurants” du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'Espace géographique*, n° 3, p. 233-242.
- Sansot P., 1984, « L'eau : eau urbaine, eau chaude et salle de bain », *Urbanisme*, n° 201, mai 1984, p. 82-83.
- Thibault S., 1987, *Modélisation morpho-fonctionnelle des réseaux d'assainissement urbain à l'aide du concept de dimension fractale*, Thèse de Doctorat d'État sous la direction de H. Botta, INSA de Lyon.
- Urry J., 2000, *Sociology beyond Societies : Mobilities for the twenty-first century*, London and New York, Routledge.
- Warren M., 2007, « The digital vicious cycle : Links between social disadvantage and digital exclusion in rural areas », *Telecommunications Policy*, 31, p. 374-388.
- Wiel M., 2010, *Étalement urbain et mobilité*, La Documentation Française.

Écomobilités et urbanisation dispersée : les enseignements du « Carré picard »

Antoine Brès, CRIA-Géographies-Cités Université Paris 1
Béatrice Mariolle, IPRAUS-AUSSER

Considérée comme urbaine à 80 % selon les statistiques de l'INSEE (2009), la population française vit en fait pour seulement un quart dans la ville héritée des années 50, pour un peu plus de la moitié à sa proximité tandis qu'un cinquième s'en trouve vraiment éloigné. Les espaces de faible densité, périurbains et ruraux, accueillent en réalité 40 % de la population métropolitaine et captent 57 % de la croissance démographique. À l'inverse, les « bassins de vie ruraux », notion proposée par la Datar pour offrir une meilleure représentation des espaces de faible densité (2003), englobent 79 % du territoire français et un tiers de sa population. Ainsi, tandis que la périurbanisation demeure le phénomène dominant et qu'elle contribue le plus fortement à l'accroissement de population, c'est désormais au sein des espaces considérés comme ruraux plus éloignés que l'accélération de la croissance démographique est la plus forte (Mora 0., 2008).

La dispersion de l'urbanisation qui caractérise avant tout ces espaces (Barattucci C., 2006) en raison de la prégnance des espaces agricoles et naturels, vaut trop souvent à ces territoires d'être considérés comme perdus pour la « ville durable » et de rester encore les délaissés de la réflexion aménagiste. Le regard qu'on porte sur eux est faussé par la référence constante qui est faite au pôle urbain dont ils dépendraient. Elle introduit de plus des difficultés méthodologiques importantes aussi bien au plan des concepts que des outils qui permettraient d'appréhender notamment les caractéristiques de ces espaces en termes de dynamique démographique, de déplacements domicile-travail, d'accès aux équipements et aux services ; d'autant plus si l'on souhaite faire émerger une vision prospective de leur évolution. Certains présupposés qui portent sur ces territoires sont à interroger : leur dépendance aux pôles urbains au plan des services et de l'emploi, la

dispersion du bâti qui impliquerait inéluctablement le recours obligé à l'automobile, l'étalement en « tache d'huile »,...

Les réflexions qui suivent s'appuient sur un double basculement méthodologique qui a permis de surmonter ces difficultés. Il s'est agi en premier lieu de prendre ces espaces d'urbanisation dispersée pour ce qu'ils sont, en particulier au plan morphologique, et non pas de chercher à déterminer ce qu'ils devraient tendre à être, forcément compacts ; il s'est agi en même temps de les observer en eux-mêmes, et non pas à partir d'un centre dont ils constitueraient la périphérie, à partir de la ville agglomérée dont ils représenteraient l'éparpillement ou l'étalement.

À partir de là, le point de vue porté sur ces espaces, qualifiés pour une grande part de périurbains, et pour le reste de ruraux, s'en est trouvé complètement modifié. Il a combiné, comme on le verra, déplacement du cadre d'observation et accommodation du regard, et a trouvé une première application en Picardie à la faveur d'une recherche menée pour le PUCA. On a pu ainsi dans un premier temps explorer et décrire les spécificités morphologiques et organisationnelles, à la fois héritées et contemporaines, de ces espaces d'urbanisation dispersée ; tandis que la problématique était reformulée de la manière suivante : comment peut-on faire participer ces espaces au projet de la « ville durable » sans pour autant nier leurs spécificités morphologiques, c'est-à-dire en dépassant « les vieux critères et les obstacles épistémologiques » qui considèrent le périurbain comme un état « immature » de la Ville (Chalas Y., 2000).

Plus précisément, l'approche simultanée des modes diffus d'occupation du sol, des distances et des mobilités qu'ils induisent pour partie, a permis de déterminer les paramètres de résolution d'une éco-mobilité spécifique à ces espaces et d'esquisser ainsi des alternatives multimodales au « tout-automobile ». Elle ouvre par ailleurs des pistes sur ce que pourrait être leur inclusion dans une approche globalement soutenable d'un territoire qui associerait les formes compactes et dispersées de l'urbain généralisé et ne serait pas réductible à la « ville durable ».

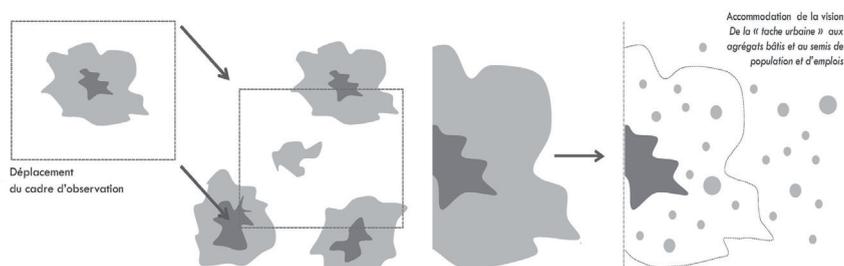
Les éléments qui sont présentés à la suite s'appuient sur les résultats de la recherche intitulée « Les figures d'une éco-mobilité périurbaine, entre intermodalité obligée et densité dispersée » menée dans le cadre du programme PUCA *La mobilité et le périurbain à l'impératif de la ville durable*¹, qui s'est enrichie à la suite d'une approche comparative franco-allemande dans le cadre du programme *Mobilités dans les régions urbaines* du PREDIT 4, Groupe opérationnel n° 3².

1. Brès+Mariolle, Ipraus-AUSSER _ Brès A., Mariolle B., 2011.

2. Brès+Mariolle, Ipraus-AUSSER, CRIA-Géographies-Cités-Université Paris 1_ Brès A., Desjardins X., Mariolle B., 2012.

Figure 1

Changement de point de vue : le double processus de déplacement du cadre d'observation, et d'accommodation du regard



**DÉCENTREMENT ET ACCOMMODATION DU REGARD :
LE « CARRÉ PICARD »**

Changer le point de vue porté sur les territoires de basse densité implique un double processus qui combine décentrement et accommodation du regard.

Le décentrement consiste à déplacer le cadre d'observation qui, généralement, dispose le pôle urbain au milieu du cadre et les territoires de moindre densité sur sa périphérie. À l'inverse, nous proposons de placer le cadre entre les pôles urbains de manière à n'y inclure que des espaces d'urbanisation dispersée et d'en exclure les villes de plus de 20 000 habitants, c'est-à-dire « moyennes » au sens de l'INSEE.

À travers l'accommodation du regard, il s'agit en même temps d'aller au-delà de la vision de la « tâche urbaine » qui est habituellement perçue et représentée comme le résultat d'un processus continu d'« étalement » ou d'« émiettement urbain » (Castel J.C., 2007). Ce changement de focale permet d'observer la composition de cette urbanisation dispersée à l'échelle micro-locale des agrégats bâtis qui la composent.

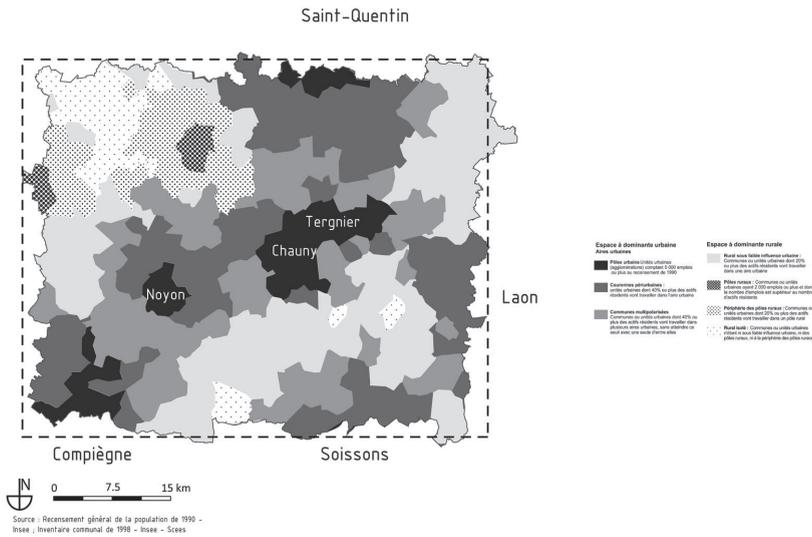
Suivant ce double processus et dans le prolongement des propositions de Béatrice Mariolle portant sur l'observation des morphologies des réseaux et des espaces de nature sur un exemple picard³, un échantillon d'espace d'urbanisation dispersée a été prélevé en Picardie, sous la forme d'un carré d'environ 50 km de côté, le « Carré picard ». Situé entre les villes de Saint-Quentin, Soissons, Compiègne, Laon, il englobe différentes catégories de territoire au sens de l'INSEE, des

3. Mariolle B., 2010, « Quand nature et transport dessinent le périurbain », Colloque *Ville, transport et territoire, quoi de neuf ?*, PRES Est, publication électronique.

espaces à dominante urbaine, des pôles urbains (Tergnier, Chauny, Noyon) et leur couronne périurbaine, des communes multipolarisées, des espaces à dominante rurale, pôle rural et périphérie des pôles ruraux sous influence urbaine,... (figure 2).

Figure 2

Les différents types d'espace constituant le Carré picard suivant les catégories de l'INSEE



Les observations présentées à la suite ont été faites sur la base de ce « prélèvement » et ont porté sur l'organisation de ce Carré picard aux différents plans de sa morphologie (occupation du sol, densité bâtie, configuration des réseaux), de la distribution de la population, des emplois et des services et enfin des pratiques de mobilités. Le rapprochement entre modes d'urbanisation dispersée et modes de déplacement alternatifs au « tout-automobile » a permis de faire émerger les potentialités d'organisation d'une mobilité soutenable propre à ce territoire.

LES FORMES DISPERSÉES DE L'URBAIN GÉNÉRALISÉ

Entre compacité et dispersion

À travers l'observation du Carré picard, l'image qui émerge de l'occupation de ces espaces d'urbanisation dispersée est plus complexe que celle attachée ordinairement au périurbain et s'apparente davantage à

la « ville diffuse » (Secchi B., 1999 ; Grosjean B., 2010), bien que le terme ville se trouve ici plus que jamais contestable. Elle n'est surtout pas réductible à la faible densité. La représentation cartographique donne à voir une urbanisation très fragmentée et qui se présente en réalité comme un semis d'agrégats bâtis – petites villes, bourgs, villages, hameaux – dispersés au sein de vastes espaces ouverts, agricoles ou naturels (figure 3). Ces agrégats se sont constitués pour l'essentiel à partir de noyaux bâtis anciens, et qui ont connu différentes extensions, à différentes époques et sous différentes formes. On a constaté une certaine régularité de leur distribution spatiale et une relative proximité entre eux. La distance moyenne entre agrégats bâtis, toutes tailles confondues, n'est en effet que de 1,2 km (calculée à partir de leur centroïde).

La distribution de ces agrégats, considérée cette fois en fonction de leur taille, s'avère également relativement homogène. Elle se trouve cependant fortement influencée par la géographie de ce territoire picard qui a orienté l'implantation des établissements humains suivant leur situation dans les vallées ou sur les plateaux, suivant leur proximité avec une « ville centre » située en frange du Carré picard, ou avec un pôle urbain inclus dans ce carré, d'autant plus s'il bénéficie de la présence d'une gare. La taille et la concentration de ces agrégats y sont alors légèrement plus importantes.

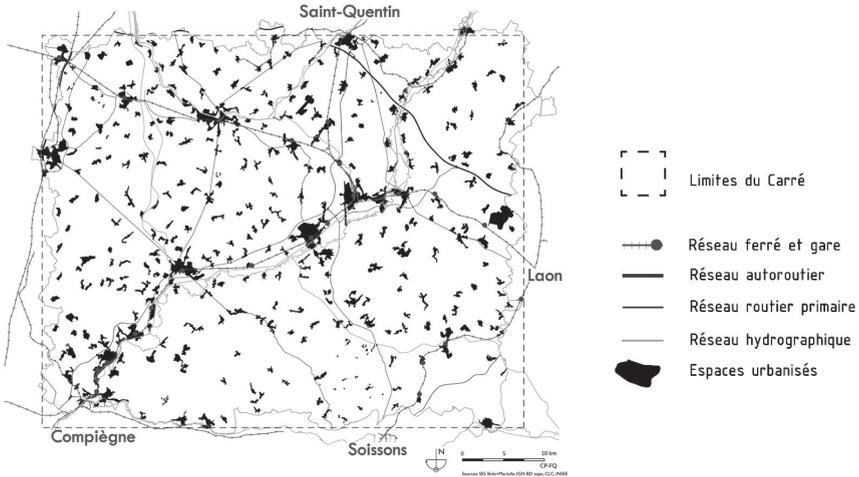
On observe ainsi une certaine isotropie de la distribution des agrégats quelle que soit la catégorie INSEE des espaces auxquels ils appartiennent. Son origine est à rechercher dans le temps long de l'occupation du territoire, dont témoigne par exemple la carte de Cassini.

Au plan démographique, la population du Carré picard est principalement localisée autour des réseaux de transport (routiers, ferroviaires et hydrauliques), et les communes les plus importantes, comme Chauny, Tergnier et Noyon, se sont développées à la croisée des axes de circulation.

La localisation des agrégats varie cependant en fonction de la classe de leur population et atteste d'une nette corrélation entre hiérarchie des agrégats et connexion aux réseaux structurants : entre 0 et 500 habitants, une localisation interstitielle des agrégats domine, à l'écart des infrastructures de transport et des grands axes, principalement sur les plateaux dans les espaces ruraux. Pour la classe de 500 à 2 000 habitants, on observe une concentration autour des réseaux ferroviaires et le long de la vallée de l'Oise ainsi qu'une proximité avec les pôles urbains extérieurs au Carré picard (Compiègne, Saint-Quentin). Enfin, les grains de plus de 2 000 habitants sont presque tous desservis par le réseau ferroviaire.

Figure 3

**Le Carré picard : un prélèvement d'urbanisation dispersée
inscrit dans un quadrilatère de 2 500 km²**



Redistribution plutôt qu'étalement

L'observation minutieuse, c'est-à-dire à l'échelle de chaque agrégat, de l'évolution de l'urbanisation du Carré picard révèle que l'étalement en « tache d'huile » des pôles urbains ne s'est pas opéré à partir du centre mais par extension d'unités urbaines dispersées (bourgs, villages, hameaux) à partir d'un processus similaire qui se décline à l'échelle de chacune de ces unités quelle que soit sa taille : ainsi du lotissement, dont on observe l'apparition aussi bien à la périphérie immédiate de la ville centre qu'à celle du bourg ou du petit village ; ou même du programme de logement collectif édifié aussi bien en marge de la petite ville que du bourg. Ce qui implique que les densités, rapportées à l'échelle des agrégats bâtis et non plus à celle des communes auxquelles ils appartiennent – c'est-à-dire en excluant les espaces non bâtis dominants dans ces espaces –, ne présentent que peu de différences, si l'on raisonne à formes urbaines équivalentes.

La notion d'« étalement urbain », qui postule un gradient négatif du centre à la périphérie, ce qui signifierait notamment que la densité bâtie de la « tache urbaine » serait inversement proportionnelle à la distance au centre des secteurs bâtis qui la composent, ne se vérifie donc pas ; et l'interprétation du processus d'urbanisation, issue de données traitées à l'échelle du grand territoire, est démentie par une

plus grande acuité du regard, une modification de son « accommodation » du global au local.

À cette notion d'« étalement urbain », qui ne fait qu'occulter l'organisation propre à ces espaces à l'héritage rural, mais parfois également industriel, il nous paraît à la fois morphologiquement plus pertinent et prospectivement plus opératoire de substituer celle de « figures dispersées de l'urbain généralisé », dans la suite du concept d'« urbain généralisé » proposé par Françoise Choay dès 1994 et du constat, aujourd'hui largement partagé, notamment par Yves Chalas (2000), Martin Vanier (2005), Michel Lussault (2007) et Jean Viard (2012), de la similitude des modes de vie entre ville et campagne. Ce serait également une manière de contribuer au débat portant sur le « périurbain », terme dont l'usage reste circonscrit aux champs de la géographie et de l'aménagement, et plus récemment des médias, mais qu'ignorent, ou récuse même ses habitants, qui se considèrent le plus souvent comme vivant « à la campagne ».

LA DISPERSION AU FILTRE DES MOBILITÉS

C'est sans doute l'approche des mobilités au sein de ces espaces d'urbanisation dispersée qui présente la plus grande difficulté au plan statistique, avec en particulier l'absence d'enquête « ménages-déplacements » s'y rapportant. La notion de polarisation en termes d'emploi, qui prévaut à la définition par l'INSEE des aires urbaines et de couronnes périurbaines, apparaît insuffisante pour décrire les dynamiques locales qui leur sont propres. Elle est en effet essentiellement basée sur l'identification de pôles d'emploi et sur leur attractivité. Elle est donc non seulement indépendante des qualifications morphologiques de ces espaces, mais de surcroît, ne prend pas en compte l'attractivité liée aux services, aux équipements et aux zones d'activités de quelques dizaines à quelques centaines d'emplois. Afin de remédier à cette difficulté méthodologique, les données statistiques disponibles au niveau des communes ont été déclinées à l'échelle du Carré picard puis à celle de chaque agrégat.

Mobilité domicile-travail : la courte distance pour le plus grand nombre

À partir de la source Mirabelle 2007, 76 743 emplois ont été recensés au sein du Carré picard, dont plus de 76 % sont pourvus par les actifs y résidant. La distance moyenne d'accès à ces emplois est de 12,5 km et ils engendrent un total quotidien de 965 000 km, dont 65 % sont le fait d'actifs résidant en dehors du Carré. Ainsi, les trois quarts des emplois du Carré ne représentent qu'un peu plus d'un tiers du kilomé-

trage effectué. En ne retenant que les parcours inférieurs ou égaux à 4 km, on regroupe près de 60 % des actifs internes au Carré et à peine 15 % de la distance totale.

Toujours à partir du fichier Mirabelle, 96 977 actifs ont été recensés parmi les résidents du Carré picard, dont 60 % y ont leur emploi. En outre, 40 % des actifs du Carré représentent près de 80 % de la distance totale parcourue par les actifs du Carré. Ainsi 70 % des actifs du Carré picard font des navettes de moins de 10 km.

Deux types de territoire accueillent plus particulièrement les actifs qui ont davantage tendance à avoir un emploi au sein du Carré picard et parcourent ainsi de faibles distances : les hameaux (0 à 100 habitants) ainsi que les bourgs et les petites villes (plus de 2 000 habitants) avec une distance moyenne des navettes intra-Carré autour de 6 km dans les deux cas.

Dans les trois principaux agrégats du Carré (Tergnier, Chauny, Noyon), les actifs se localisent majoritairement à proximité de leur commune de résidence. On y observe également la présence des hypermobiles qui effectuent des trajets en dehors du Carré et parcourent des distances deux fois plus longues en moyenne que dans les autres classes d'agrégat. Cette localisation privilégiée des hypermobiles dans ces pôles du Carré est à mettre en relation avec la proximité d'une gare directement connectée aux villes périphériques au Carré et à Paris.

Ainsi ressort une forte proximité spatiale entre lieux de domicile et d'emploi. Pour la très grande majorité des communes, 85 % des emplois sont en effet pourvus par des navettes de moins de 10 km. Ce phénomène est d'autant plus notable qu'il concerne les plus grands pôles⁴.

Réseau ferré : le défi de l'« entre-gares »

Avec une desserte assurée par 22 gares (hors taxi-gares) et une inter-distance moyenne des gares d'environ 5,9 km, le Carré picard possède un réseau ferré encore dense qui assure les liaisons avec les grandes villes du Nord de la France et le positionne entre Paris et Lille d'une part et Calais et Reims d'autre part.

La formalisation des périmètres d'accessibilité aux gares, correspondant à une proximité active à ces gares (moins de 15 minutes en

4. Les données portant sur les navettes domicile-travail sont issues de la base MIRABELLE de l'INSEE. Pour chaque déplacement, la distance à vol d'oiseau entre la commune d'origine du déplacement (domicile) et la commune de destination (travail) a été calculée à l'aide des coordonnées géographiques des mairies de ces communes. Un coefficient multiplicateur de 1,3 a été appliqué à chaque déplacement afin d'estimer les distances réelles. Enfin, chaque résultat a été pondéré à l'aide des coefficients IPONDI qui mesurent le caractère représentatif des données.

vélo) et leur superposition aux données d'occupation du sol a permis de constater que 40 % des espaces urbanisés du Carré picard étaient compris dans ces périmètres, soit 60 % de ses habitants et 71 % des emplois qui s'y trouvent⁵.

Dans les espaces urbanisés situés hors des périmètres d'accessibilité aux gares, les 60 % restants qui accueillent environ 100 000 habitants, ce que nous avons appelé l'« entre-gares », chaque agrégat est situé en moyenne à 7,5 km de la gare la plus proche (distance pondérée par 1,2). La distance médiane est de 6,8 km, reflétant des distances maximales très importantes (16,2 km) qui impactent fortement la moyenne. Ainsi, plus de 60 % des habitants de l'« entre-gares » habitent à moins de 7 km d'une gare.

Distribution des services : une disponibilité de proximité

La distribution au sein du Carré picard des commerces et services a été également appréhendée à l'échelle de l'agrégat bâti. Pour 72 % des communes constituées d'un seul agrégat, la répartition a été simple. Pour les autres communes, la répartition des commerces et services situés dans leur périmètre a été effectuée à l'échelle des agrégats qui les composent sur la base de repérages et de recherches sur Internet.

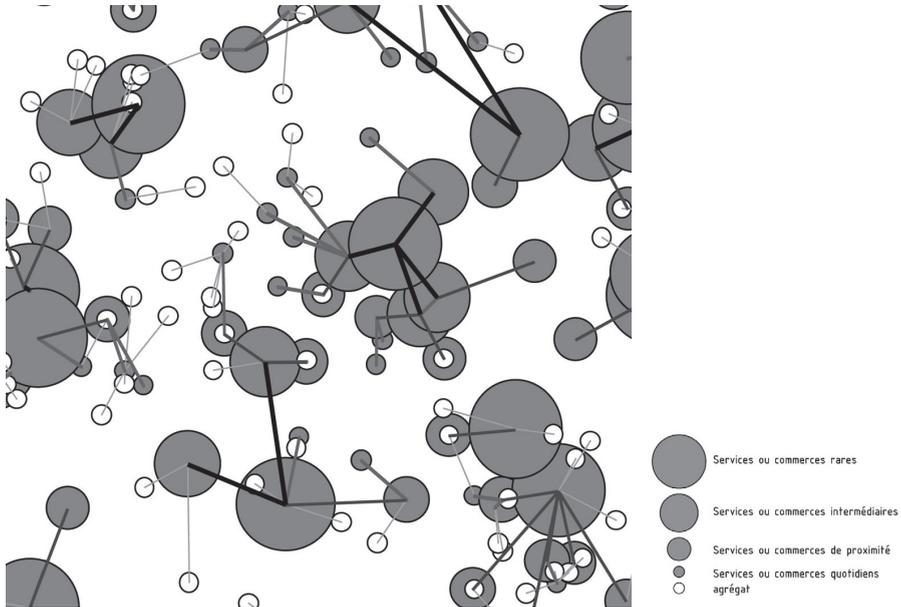
La relation de proportionnalité entre nombre d'habitants et type de commerces et services proposés, observée à l'échelle de la commune, se confirme à l'échelle de l'agrégat. À l'évidence, plus l'agrégat est important, plus la gamme de commerces et de services proposés est riche.

Si les petits agrégats de moins de 200 habitants ne disposent quasiment jamais de commerce, 36 % des agrégats appartenant à la classe de 200 à 500 habitants et 81 % de la classe 500 à 2 000 habitants bénéficient de la présence d'au moins un commerce quotidien.

5. Brès+Mariolle, 2010, « Pour un aménagement et un urbanisme orientés rail », Volets 2 et 4, ADEME, DREAL et Région Picardie.

Figure 4

Les grappes d'accessibilité aux services : relations entre un agrégat et l'agrégat le plus proche offrant un service de gamme immédiatement supérieure



Au-dessus de 2 000 habitants, toute la gamme des commerces, du quotidien à l'intermédiaire, est représentée. Cependant, quelques agrégats disposent d'une gamme de commerces et de services plutôt complète en dépit de leur faible nombre d'habitants : ainsi des commerces et services intermédiaires dans une dizaine d'agrégats de moins de 200 habitants et dans plus de cinq agrégats de 200 à 500 habitants ; et des commerces et services rares (établissement de santé, Trésor Public, parfumerie, électroménager,...) dans cinq agrégats de 200 à 500 habitants.

Sur la base de cette distribution, les distances moyennes aux différents services de la gamme ont été évaluées suivant une approche de type Christaller, c'est-à-dire en raisonnant en termes de distance moyenne d'une montée de gamme. En représentant les relations entre un agrégat et l'agrégat le plus proche offrant un service de gamme immédiatement supérieure, on a pu évaluer la chaîne des déplacements qui conduit d'un agrégat ne présentant aucun service à un agrégat disposant de services rares, en prenant en compte toutes les situations intermédiaires ; et ainsi les regrouper sous forme de « grappes d'accessibilité » aux services (figure 4). La distance moyenne cumulée est

la distance moyenne entre un agrégat présentant un certain niveau de service et les agrégats ayant un niveau de service inférieur situés dans son aire d'influence.

En suivant cette logique, la distance moyenne d'accès à un service quotidien a été estimée à 2,1 km et à 4,9 km pour un service rare. Ces distances, très faibles, traduisent une disponibilité presque générale pour les populations des services de première nécessité et, pour un service rare, une accessibilité potentielle par les modes actifs.

LES « TERMES DE L'ÉQUATION » D'UNE MOBILITÉ SOUTENABLE

Le rapprochement de ces distances extraites des statistiques disponibles ou calculées à partir d'un travail cartographique, qu'elles soient constatées ou potentielles, permet de déterminer les « termes de l'équation » (Beaucire F., 1998) ou, plus précisément, les paramètres de résolution d'une mobilité écologiquement soutenable spécifique à ces espaces d'urbanisation dispersée à partir de leurs caractéristiques, notamment topologiques et organisationnelles. Cette résolution permettrait d'introduire une nouvelle conception de ces espaces basée sur la proximité géométrique et l'intermodalité à partir des modes de déplacement alternatifs au tout-automobile, marche à pied, vélo ou véhicule partagé. L'accessibilité aux services, aux emplois, aux équipements et aux pôles de transport (gares et aires de covoiturage), c'est-à-dire à toutes les échelles territoriales, serait ainsi assurée à leur population. Cela impose une transformation conséquente de l'aménagement des espaces de déplacement qui permettrait de surmonter ce qui représente aujourd'hui le plus grand obstacle au développement des mobilités alternatives : le manque d'intermodalité et la piètre fonctionnalité des liaisons entre agrégats.

Ces paramètres de résolution d'une mobilité soutenable concernent deux échelles, celle, locale, des agrégats bâtis et de leur groupement en « grappes d'accessibilité », et celle du système territorial qu'ils contribuent à constituer et qui leur assure la connexion aux réseaux de déplacement pour le moins régionaux. Ils concernent tout autant la répartition des services que la gestion des déplacements et font le plus souvent appel à des logiques endogènes de résolution des mobilités, car il s'agit pour l'essentiel d'encourager le report modal de la voiture aux modes actifs pour les trajets de courtes distances qui restent largement majoritaires dans ces territoires d'urbanisation dispersée.

Un système territorial de lieux hiérarchisés

L'enjeu est donc, en premier lieu, de s'appuyer sur le système territorial existant pour mettre davantage en adéquation courtes et longues distances, accès à une large gamme de services et d'emplois, ainsi qu'aux points de connexion aux grands réseaux de transport, routier et ferré. Son fonctionnement serait ainsi basé sur une répartition optimale de l'offre de services et d'équipements entre les différentes catégories d'agrégats dans la logique d'une certaine « centralité dispersée », pour reprendre la formule de Christaller, mais adaptée aux technologies, notamment de communication, et aux modes de vie contemporains.

La répartition des services et équipements quotidiens et intermédiaires au sein du Carré picard répond globalement à ces exigences de proximité avec des distances moyennes d'accès parcourables en modes « actifs ». Il s'agit toutefois que cette répartition se maintienne dans les années à venir, ce qui n'est pas acquis si l'on considère notamment la reprise problématique de certains commerces au moment du départ à la retraite de leurs propriétaires et/ou la concentration en cours des services administratifs ou de santé.

Concernant les mobilités de longue distance, deux situations sont à prendre en compte. Dans l'emprise des périmètres de proximité aux gares et stations de transport en commun, qui englobe, il faut le rappeler, 60 % des habitants et 71 % des emplois du Carré picard, il s'agirait de ménager autant que faire se peut des itinéraires d'accès courts, confortables et sûrs, et qui composeraient un maillage efficace : raccourcis et autres « chemins de traverse » conçus prioritairement pour les cycles et les piétons ou mutualisés avec les engins agricoles comme cela se fait en Allemagne notamment⁶. Ces mêmes principes d'aménagement seraient à appliquer aux abords des points d'accès au réseau routier structurant, échangeur ou aire de péage autoroutiers, dans une logique d'encouragement au covoiturage.

Au sein de l'« entre-gares » (40 % de la population et 29 % des emplois restant), où l'on constate généralement l'inadaptation des transports en commun, les mobilités de longue distance seraient facilitées par les pratiques de partage du véhicule automobile, soit pour assurer un accès direct aux services rares et aux emplois lointains, soit pour permettre le rabattement sur les points d'entrée aux grands réseaux (gare, station, diffuseur autoroutier,...). Ainsi, on a pu observer l'émergence sur le terrain, souvent davantage par néces-

6. Cf. note 5.

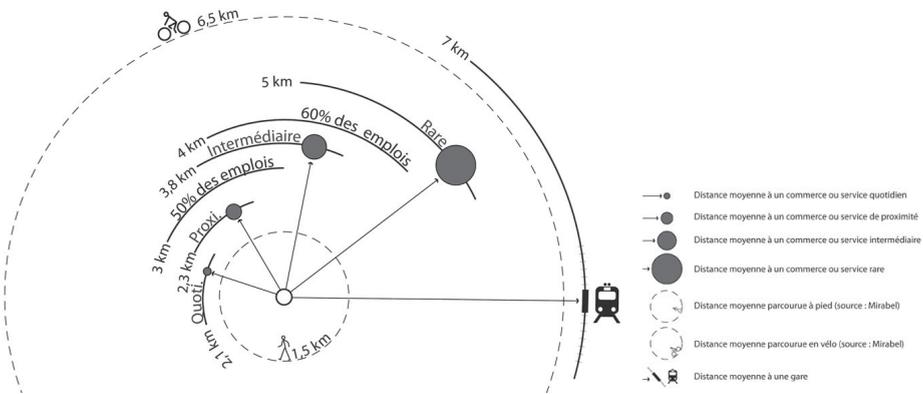
sité que par choix, de nombreuses initiatives individuelles ou collectives, qui vont du co-voiturage et de l'auto-partage au transport à la demande (TAD), ou même le renouveau des commerces itinérants, dans une logique inverse d'accessibilité qui fait que le service va au consommateur.

Faire rimer proximité géométrique et proximité d'usage

À l'échelle locale, comme nous l'avons vu, la distance moyenne d'accès aux services quotidiens est de 2,1 km. Elle reste un peu inférieure aux données portant sur la mobilité quotidienne des populations rurales ainsi qu'à celles portant sur les distances les plus fréquentes parcourues en vélo par les navetteurs périurbains, qui se situent autour de 3 km (Vanderbulcke G. *et al.*, 2009).

L'enjeu est donc d'aménager ces parcours entre agrégats bâtis et destinations quotidiennes de manière à ce que proximité géométrique et proximité d'usage se rejoignent dans une logique d'encouragement aux modes de déplacements alternatifs à l'automobile⁷.

Figure 5
**Les paramètres de résolution d'une mobilité
soutenable dans le Carré picard**



7. Il faut noter que les Picards adeptes des modes actifs pratiquent des distances supérieures aux moyennes habituellement prises en compte pour des déplacements à pied ou en vélos (voir légende de la figure 3).

UNE NOUVELLE GÉOGRAPHIE DES MOBILITÉS À MULTIPLES VITESSES ET DISTANCES PARCOURUES

Ainsi, c'est sur la base de ces accessibilités, potentielles et/ou constatées, et du bouquet de mobilités qu'elles participent à composer, que pourraient être ré-agencées, dans une perspective soutenable, les figures dispersées de l'urbain généralisé : un urbain des circuits courts, modèle complémentaire à celui de « la ville des courtes distances ». Ce bouquet de mobilités alternatives au « tout-automobile » va du co-voiturage aux commerces itinérants, en passant par des modes de déplacement traditionnels d'agrégat à agrégat, comme la marche à pied et le vélo, notamment dans sa forme contemporaine à promouvoir, le vélo à assistance électrique (VAE). Il contribue à composer une nouvelle géographie de ces territoires d'urbanisation dispersée, à multiples vitesses et distances parcourues, qui transforme les perspectives de leur réagencement soutenable.

Ces quelques éléments de réflexion présentent bien évidemment leurs propres limites dans l'espace, la Picardie, et dans le temps, aujourd'hui. Ils s'appuient notamment sur des signaux faibles que révèlent des pratiques émergentes encore peu affirmées et souvent précaires. Ils ouvrent cependant des pistes prometteuses pour surmonter l'incapacité à appréhender ces territoires et les difficultés de leur représentation, en resituant leurs processus récents de recomposition dans le temps long des réagencements permanents entre ville et campagne, la « vaste respiration des territoires ». C'est en effet à l'échelle de ces derniers siècles que, pour l'essentiel, se sont déployés les réseaux et le semis d'établissements humains qui ont progressivement consolidé l'armature territoriale que nous connaissons aujourd'hui. Ils invitent également à ne pas sous-estimer la prégnance de l'héritage rural, qui n'est surtout pas réductible à l'enracinement ou à l'immobilité, et dont justement les mobilités, résidentielles et quotidiennes, offrent un champ d'investigation qui reste encore pour l'essentiel à défricher.

Réfléchir à l'évolution des mobilités dans ces territoires partie prenante de l'« urbain généralisé » apparaît prioritaire aujourd'hui compte tenu de leur croissance démographique avérée et des défis plus globaux qui sont à relever : le réchauffement climatique, la pénurie d'énergies fossiles, le vieillissement de la population,...

BIBLIOGRAPHIE

Barattucci C., 2006, *Urbanisations dispersées*, Presses Universitaires de Rennes.

- Beaucire F., 1998, « Urbanisme et mobilités, les termes de l'équation », in *Les Transports et la Ville, Analyses et Diagnostics*, Presses de l'ENPC.
- Castel J.C., 2007, « de l'étalement à l'émiettement urbain », *Les annales de la recherche urbaine*, n° 102.
- Chalas Y., 2000, *L'invention de la ville*, Anthropos.
- Choay F., 1994, « La mort de la ville ou l'urbain généralisé », in *La ville, art et architecture en Europe*, Éditions du Centre Pompidou.
- Grosjean B., 2010, *Urbanisation sans urbanisme, une histoire de la ville diffuse*, Mardaga.
- Lussault M., 2007, *L'homme spatial*, Le Seuil.
- Mora O. (dir.), 2008, *Nouvelles ruralités à l'horizon 2030*.
- Secchi B., 1999, « La ville diffuse », in *Urbanisme*, n° 306.
- Vanderbulcke G., Thomas I., de Geus B., Degraeuwe B., Torfs R., Meeusen R., Panis L., 2009, « Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium », *Transport Policy* n° 16, Elsevier.
- Vanier M., 2005, « La relation ville-campagne excédée par l'urbanisation », *Cahiers français*, n° 328.
- Viard J., 2012, *Nouveau portrait de la France*, L'Aube.

Transport de marchandises et formes urbaines Vingt ans de recherche et d'expérimentations

Jean-Louis Routhier, Jesus Gonzalez-Feliu

Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)

PRÉAMBULE

Le transport de marchandises en ville (TMV) ne suscite l'intérêt des acteurs locaux que depuis quelques années. Il représente cependant un enjeu essentiel dans l'aménagement urbain : on compte une livraison ou enlèvement de marchandises par emploi et par semaine ; un déplacement motorisé de particulier sur dix est consacré aux achats, soit au total 15 % des déplacements de véhicules motorisés, 20 % des véhicules-km EVP¹, 25 % de consommation d'énergie fossile (en Tonnes Equivalent Pétrole – Tep), près de 50 % des particules fines émises par le transport (Segalou *et al.*, 2006). De plus, alors que la mobilité urbaine des personnes mobilise un grand nombre de chercheurs et d'universitaires depuis plus de cinquante ans, ce n'est que depuis une petite vingtaine d'années qu'un effort continu a été engagé sur le transport de marchandises en ville tant en ce qui concerne le monde de la recherche que les institutions et les acteurs économiques.

Une des raisons de cet engagement tardif de la collectivité dans la prise en compte du TMV réside dans sa spécificité et sa complexité. En effet, il existe une très grande variété des modes d'organisation mis en œuvre par les opérateurs pour répondre aux besoins de transports de biens : des lieux de stockage de toute taille et correspondant à l'ensemble des filières (produits secs, frais, surgelés, tous conditionnements de l'enveloppe à la palette, de la messagerie express aux chargements complets de 25 tonnes, etc.), sans oublier le fait que la

1. EVP : l'équivalent voiture particulière rend compte de l'occupation de l'espace, tel qu'un véhicule utilitaire léger (<3,5T) compte pour 1,5 VP, un camion porteur compte pour 2 VP et un ensemble articulé compte pour 2,5 VP.

moitié des livraisons et enlèvements est réalisée par les expéditeurs ou les destinataires eux-mêmes (le compte propre), à quoi il faut ajouter les déplacements des particuliers qui effectuent leurs achats généralement en voiture particulière, des véhicules de tous gabarits (du tricycle à assistance électrique au 44 tonnes), de la navette ou trace directe à des tournées allant jusqu'à toucher 80 points par jour.

Les acteurs impliqués sont non seulement les chargeurs et opérateurs de transport traditionnellement concernés par la logistique interurbaine, mais aussi les promoteurs et urbanistes qui organisent le développement des espaces logistiques, les consommateurs qui réalisent par eux-mêmes une bonne partie de leur approvisionnement, et enfin les collectivités, confrontées à un arbitrage des usages de l'espace public et aux enjeux accrus en termes de ville durable. Cependant, la perception des enjeux du TMV reste très inégale d'un acteur à l'autre et dépend beaucoup de sa position dans le processus de décision et dans la chaîne de valeur. Dans ce domaine plus qu'ailleurs, la ville doit donc être considérée comme un système complexe d'acteurs ayant des besoins différenciés. Chacun d'eux, avec ses contraintes, ses objectifs et ses points de vue, tente de trouver une réponse à des enjeux d'ordre économique, social ou environnemental, importants et difficiles à concilier. Ces enjeux se déclinent en termes de congestion, tant subie que provoquée, d'environnement, que ce soit la pollution locale ou les émissions de gaz à effet de serre, ou de socio-économie, notamment à travers l'économie urbaine. Le sous-système du transport de marchandises en ville est soumis à des règles de fonctionnement sous contraintes économiques et spatiales fortes. C'est dans ce contexte que l'on désigne maintenant sous le nom de *logistique urbaine* l'ensemble des moyens à mettre en œuvre pour rendre le TMV perfectible au sens économique, social et environnemental, tant dans la sphère publique que du point de vue de l'entreprise.

Nous tentons ici de mettre en perspective les flux de transport de marchandises avec le fonctionnement de la ville et la morphologie urbaine, à travers les différentes étapes franchies au cours de ces vingt dernières années en termes de méthode et d'outils de connaissance et selon les avancées technologiques et organisationnelles. Dans un second temps, à la lecture de l'évolution de la perception des enjeux du TMV, nous ébauchons des pistes en termes de décision publique pour les aménageurs.

ACQUIS, LACUNES ET PRISE DE CONSCIENCE

C'est en 1993 qu'est initié le programme national « Marchandises en Villes » (PNMV), à l'instigation de la DRAST². Cette démarche se fait d'abord en marge du Predit 1 qui, créé en 1990, était focalisé sur les aspects technologiques du transport. À partir de 1996, au moment où les sciences humaines font leur entrée dans cette programmation, le PNMV est intégré dans les programmes de recherche du Predit, tout en gardant son fonctionnement spécifique.

La logistique urbaine relève de deux champs d'étude, souvent considérés séparément : il s'agit d'une part des transports urbains (historiquement liés aux déplacements individuels et aux transports collectifs) et d'autre part du transport de marchandises et de la logistique (souvent considérés à une échelle interurbaine, voire internationale).

La méthode de travail adoptée par le PNMV a consisté à mener conjointement deux efforts, l'un en termes d'amélioration de la connaissance, à partir du lancement de grandes enquêtes nationales sur les transports de marchandises en ville (ENMV) et des travaux de modélisation et d'évaluation du TMV à l'échelle d'une agglomération, l'autre sur le soutien aux innovations en termes d'organisation et de technologies associées à des comportements émergents.

Les bases de la connaissance

Le premier objectif a donc été de tenter de simplifier la lecture du sous-système urbain du TMV qui est situé à la croisée des chemins entre la sphère économique (y compris les besoins de la logistique industrielle), le système de transport urbain et l'aménagement de la ville dans son environnement. La question commune posée par l'ensemble des acteurs est celle de la congestion provoquée et subie par les véhicules de livraison en circulation comme en stationnement. En effet, la congestion est la lecture commune des effets négatifs des économies d'agglomération, en termes de perte de temps et de conflits d'usage de l'espace rare qu'est la voirie urbaine. Afin d'en permettre une lecture croisée, il fallait identifier l'objet d'observation le plus mesurable et informatif. Dans les ENMV, le choix a été fait de décrire l'acte de livraison ou enlèvement de la marchandise, réalisé par un véhicule dans un établissement donné. La collecte des informations

2. DRAST : Direction de la Recherche du Ministère des Transports, Centre de Prospective et de Veille Scientifiques et Technologiques, qui a laissé la place à la DRI (Direction de la Recherche et de l'Innovation du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie – Commissariat général au développement durable).

autour de cette unité d'observation auprès de plusieurs milliers d'établissements a permis de décrire de manière intelligible et explicative le comportement de l'ensemble des acteurs du transport de marchandises en termes d'occupation de la voirie, de flux de véhicules et de rythmes temporels. Ces enquêtes, lancées dès 1994 à Bordeaux, puis Marseille et Dijon en 1996 (LET, 1996, 1999 ; Bonnafous, 2000 ; Patier & Routhier 2009) sont en cours de renouvellement en Île-de-France (2010-2012) puis à Bordeaux (2013). Les bases de la modélisation du transport de marchandises en ville sont ainsi posées dans le modèle Freturb (Routhier & Toilier, 2010).

Les innovations technologiques et organisationnelles

À partir de 2000, l'accent est mis sur les expérimentations autour de plusieurs thématiques liées entre elles, comme les avancées technologiques (communication, véhicules innovants), de nouvelles organisations (consolidation, mutualisation, inter-modalités), ou les nouveaux comportements du consommateur (e-commerce, livraison à domicile ou à proximité). En France, ces avancées ont bénéficié du soutien du Predit et de plusieurs pôles de compétitivité (notamment Advancity, LUTB, NovaLog), mais aussi plus récemment d'OSEO sans oublier les programmes de recherche européens. On trouvera en annexe un inventaire des principales recherches et études de ces dernières années, en particulier celles qui émergent au Predit. Cette revue non exhaustive montre la grande variété des approches menées en France. Si l'on se réfère à ce qui se passe dans les autres pays industrialisés, nous pouvons affirmer que la recherche sur le TMV en France a bénéficié d'un engagement exemplaire au niveau de l'État, d'abord par un co-financement substantiel des ENMV, puis par un soutien dans la durée des initiatives méthodologiques et expérimentales. Les nombreuses expérimentations et initiatives du secteur économique ont été mises en regard des expériences étrangères, notamment dans les actions de coordination et programmes interrégionaux européens tels que BESTUFS³ ou SUGAR⁴.

3. BESTUFS : Best Urban Freight Solutions. Un rapport de synthèse sur les bonnes pratiques sur les marchandises en ville a été édité en 17 langues (Bestufs.net).

4. SUGAR : Sustainable Urban Goods Logistics. Cf. 'City Logistics Best Practices a handbook for Authorities' (sugarlogistics.eu).

Acquis et lacunes

Après une période d'invisibilité du domaine et des problèmes que le TMV pouvait provoquer ou subir (avant 1990), nous avons vécu une phase de prise de connaissances (1994-2002 : Dablanc, 1998 ; LET, 1996-1999 ; Boudoin & Morel, Patier, Routhier, 2002), puis d'expérimentations (2000-2010 : Thévenon & Gérardin, 2008). Cette évolution coïncide avec une prise de conscience généralisée de l'importance et des enjeux du TMV, accompagnée d'une mobilisation du milieu économique et de celle des collectivités locales. S'amorce maintenant une phase d'analyse raisonnée, ouvrant la voie à la conception d'outils d'aide à la décision et à l'évaluation indispensables à la définition de politiques de moyen ou long terme vertueuses du point de vue de la ville durable⁵.

D'une manière générale, on relève des avancées substantielles dans deux directions :

Une meilleure connaissance du TMV

– les ENMV ont permis d'organiser la connaissance autour du « qui fait quoi ? », comment cela se passe-t-il et quelles en sont les conséquences ? Ces enquêtes nous sont enviées par nos partenaires étrangers⁶ ;

– les expérimentations de ces dix dernières années ont permis de tirer des enseignements substantiels en termes de « bonnes pratiques ».

Des avancées méthodologiques

– des outils de modélisation, de simulation et d'optimisation pour l'aide à la décision publique commencent à produire des résultats ; notamment, la méthode d'enquête des ENMV, bien que complexe dans sa mise en œuvre, présente une grande efficacité : le modèle de simulation Freturb⁷ fondé sur les résultats de ces enquêtes permet de construire une base de données des flux de marchandises calculable sur n'importe quelle ville française sans qu'il soit nécessaire de réaliser d'enquêtes locales lourdes et coûteuses ; ce modèle permet notamment d'évaluer l'occupation de la voirie par les véhicules en circulation,

5. Lire à ce sujet le rapport pour le PIPAME : « Logistique et distribution urbaine », 2009, qui résume bien les avancées et propose des pistes pour une politique cohérente en la matière.

6. Dès 1998, ces enquêtes ont servi de socle pour les premières recommandations pour l'intégration des marchandises en ville dans les PDU (Certu, 1998).

7. Le logiciel du même nom, Freturb© a été mis à disposition des collectivités (LET, Gérardin Conseil, 2001) dès 2000.

comme en stationnement. Une méthode pour un bilan environnemental physique du TMV (Segalou *et al.*, 2006) complète ces acquis ;

- des méthodes de suivi et d'évaluation des expérimentations et des innovations ont été élaborées pour permettre une analyse comparative des bonnes pratiques (Henriot *et al.*, 2008).

Ces avancées répondent au moins en partie aux préoccupations des acteurs urbains. Les premiers bénéficiaires en sont les collectivités. Plusieurs points restent néanmoins à améliorer :

- Il existe encore un clivage disciplinaire visible entre transport de marchandises et de personnes. En effet, alors que la mobilité individuelle représente à peu près la moitié du TMV (en nombre de km EVP), les travaux engagés sur les déplacements de personnes et sur les relations entre mobilité quotidienne et forme urbaine intègrent rarement la problématique de l'approvisionnement des particuliers sous l'angle de la logistique urbaine.

- Des lacunes apparaissent en termes d'engagement des collectivités vers une politique globale. Il suffit de lire les plans de déplacements urbains qui ne laissent qu'une part minimale au TMV dans leurs diagnostics et recommandations. La plupart des problématiques avancées par les acteurs locaux touchent un quartier qui pose par exemple des problèmes de congestion ou encore la faisabilité d'une expérimentation spécifique dont l'impact est limité. Rares sont les réflexions passées à l'échelle la plus pertinente par sa portée qui est l'agglomération ou même l'aire urbaine.

- De même, les études sur les changements de comportement individuel du consommateur (e-commerce, nouvelles pratiques d'achat) font encore rarement référence aux déplacements de marchandises induits par ces nouvelles pratiques. De plus les impacts attendus sur les flux des modes d'organisation émergents comme la livraison à domicile ou à proximité du domicile ne sont pas encore systématiquement analysés.

- On constate un décalage important entre les avancées de la recherche et le savoir collectif : la formation des ingénieurs et techniciens des villes se fait encore « sur le tas » faute de formation facilement accessible et il n'existe encore que très peu d'enseignements de la logistique urbaine dans les cursus universitaires, quel qu'en soit le niveau. Or, appréhender la logistique urbaine dans toute sa complexité nécessite d'acquérir une vision systémique des jeux d'acteurs et des mécanismes en action.

- Enfin, un champ très rarement abordé dans tous les travaux énumérés ci-dessus est la question des localisations des activités dans la

ville (hormis les entrepôts que nous aborderons plus tard). En effet, rares sont les approches qui mettent en relation la formation des flux de transport de marchandises et la forme urbaine.

Cependant un mouvement est engagé, qui doit permettre de surmonter ces difficultés.

UN MOUVEMENT DE FOND

Il est maintenant acquis pour tous que les véhicules de livraison sont utiles à la dynamique économique des espaces urbains et qu'ils entrent directement en concurrence avec le flux des voitures particulières sur la voirie, subissant et entraînant une congestion croissante tant sur les lieux de livraison que sur les voies structurantes qui irriguent la ville. Les différents acteurs économiques (opérateurs de transport, activités génératrices) en mesurent quotidiennement les contraintes économiques. À cela s'ajoutent les nuisances environnementales croissantes à un point tel que les normes de pollution locale sont dépassées dans de nombreuses villes au regard des directives européennes⁸. Aussi, un constat de ces dernières années est bien le rôle fondamental que joue le transport de marchandises sur la dynamique économique de la ville et sur l'environnement. Ce constat, partagé par tous les acteurs, se traduit par un regain d'intérêt des aménageurs pour mieux connaître quels sont les besoins, quelles sont les faiblesses du système d'approvisionnement actuel et quelles solutions y à apporter.

Suivant l'exemple de la Ville de Paris qui est la première en France à s'être dotée d'un expert en logistique urbaine, les grandes collectivités sont de plus en plus nombreuses à s'adjoindre des compétences en la matière. De plus, outre le programme national marchandises en ville qui joue un rôle essentiel d'animation de la recherche et des réflexions prospectives, plusieurs réseaux d'échange d'expérience se sont constitués : l'association Centre-Ville-en-Mouvement⁹ développe un réseau de plus en plus important d'élus, techniciens et représentants de la sphère économique et anime des forums annuels réunissant plusieurs centaines de participants ainsi que des ateliers de l'innovation et une « boîte à idées ». D'autres acteurs se mobilisent également sur

8. On trouvera sur le site airparif.asso.fr/reglementation/normes-europeennes un descriptif précis des différents seuils de pollution à ne pas dépasser en ville. Concernant les particules PM10, plusieurs villes françaises dépassent notamment les 50 µg/m³ pendant plus de 35 jours par an.

9. centre-ville.org

la thématique, comme le club Demeter¹⁰, qui regroupe les principaux acteurs économiques investis dans la logistique, et plus récemment le club du dernier kilomètre qui mobilise les autorités organisatrices des transports urbains. Les CETE, sous l'égide du CERTU, se mobilisent au sein du réseau scientifique et technique du ministère en charge des transports. Enfin, le CNFPT¹¹ et l'AFT-IFTIM¹² assurent une formation annuelle à destination des techniciens de ville. Ces derniers sont en train de créer de leur côté leur propre réseau de compétence. L'enseignement universitaire de cette discipline reste encore confidentiel et se cantonne à des séminaires de troisième cycle ou quelques heures annuelles au niveau du second cycle.

LE TMV ET LA MORPHOLOGIE DE LA VILLE

Afin de rendre plus explicite la nature même des enjeux et des pistes de solutions que nous souhaitons proposer à l'issue de ce chapitre, il nous apparaît utile de mettre la formation des flux de TMV en perspective avec la forme et la structure de la ville.

Jusque dans les années 1990, dans un contexte de relative fluidité du trafic automobile, les collectivités arbitraient généralement le partage des usages de la voirie en faveur des voitures particulières, considérant les opérations de livraisons et les poids lourds comme source de nuisances sans vraiment en considérer l'utilité économique. Les réponses aux dysfonctionnements constatés se sont alors souvent traduites par une série de restrictions en termes d'horaire, de tonnage et de territoires traversés visant à évincer les poids lourds des villes. Cette politique a favorisé le desserrement de la plupart des activités fortement génératrices de flux de marchandises hors des zones denses.

Le desserrement des activités : un phénomène général

Avec le développement du niveau de vie, l'espace « consommé » dans les zones urbaines par un ménage est en croissance constante : augmentation du nombre de m² par logement, augmentation de la part de l'habitat individuel, augmentation du taux de motorisation et des distances annuelles parcourues par véhicule.

10. club-demeter.fr

11. CNFPT : Centre National de la Fonction Publique Territoriale.

12. AFT-IFTIM : Organisme de formation professionnel en Transport et Logistique.

La localisation des *activités banales* (petits commerces de détail, services à la personne) accompagne celle des populations. Les activités tertiaires de bureaux (services non productifs de biens) sont également fortement concentrées dans les parties centrales des villes. En revanche, la plupart des autres activités sont de moins en moins sensibles aux économies d'agglomération, ou plutôt en profitent « à distance ».

C'est le cas des activités qui génèrent une grande part du transport de marchandises sous le double effet d'un fort besoin d'espace et d'un coût du foncier dans le centre devenu prohibitif. Après les « trente glorieuses », les premières activités à quitter les zones denses sont les activités industrielles. Elles ont connu un double mouvement de contraction et de mutation d'une industrie des biens de production intermédiaire en industries des biens de consommation au gré des délocalisations liées à la mondialisation des échanges. Construits avant l'ère de l'automobile dans les faubourgs des centres urbains du début du vingtième siècle, les établissements industriels se sont retrouvés dans des zones où les prix du foncier se sont fortement accrus. À la faveur de la mutation du tissu industriel et du déclin du chemin de fer, ils se sont établis à partir des années 1970 dans des zones d'activité situées en périphérie. La localisation est devenue plus souple et les entreprises cherchent plus la proximité des échangeurs autoroutiers, alors que les gares de marchandises classiques disparaissent. Il s'agit aussi des commerces de gros, qui ont connu une forte croissance à compter de 1980, avec par exemple à Lyon un triplement de leur nombre d'emplois dans la seconde couronne.

Le mouvement des emplois selon le type d'activité et par couronnes de l'agglomération lyonnaise est décrit dans le tableau ci-dessous pour la période 1982-1999. Avec une augmentation de 12 % sur cette période, l'emploi s'accroît surtout dans les deux couronnes, avec de fortes disparités selon les activités. Cette évolution n'est pas en phase avec le desserrement de l'habitat : le déclin démographique de la ville-centre s'est interrompu en 1982, pour connaître sur la période 1982-1999 une croissance ininterrompue de l'ordre de 8 %. Dans le même temps, l'accroissement démographique des couronnes C1 et C2 n'était que de 3 %. Tout se passe comme si l'ensemble des activités ayant besoin d'espace avait laissé la place à l'habitat de retour dans le centre.

Évolution de l'emploi selon l'activité et par couronne dans l'agglomération lyonnaise entre 1982 et 1999

Activité / Couronne ¹³	Centre	C1	C2	Agglomération de Lyon
Agriculture/espaces verts	– 29 %	137 %	174 %	122 %
Artisanat-services	77 %	106 %	116 %	90 %
Industrie	– 61 %	– 13 %	58 %	– 25 %
Commerce de gros	1 %	87 %	273 %	65 %
Grande distribution	30 %	74 %	1068 %	83 %
Petit commerce	– 8 %	18 %	52 %	4 %
Tertiaire de bureaux	2 %	54 %	159 %	18 %
Entrepôts-transport	– 74 %	3 %	196 %	4 %
Emploi total	– 7 %	26 %	105 %	12 %

Source : rapport final Ethel II, 2009.

Du point de vue de la logistique urbaine, les entrepôts de transport organisés en plates-formes privées et/ou de mise en marché nécessitent des espaces de plain-pied de plus en plus importants, ce qui s'accompagne d'un desserrement important (Dablanc & Rakotonarivo, 2010). Du point de vue de la morphologie urbaine, ce constat accompagne un étalement qui touche un grand nombre d'activités :

Il s'agit particulièrement de la grande distribution, des entrepôts et des commerces de gros qui ensemble génèrent plus de 50 % des km EVP du TMV¹⁴. Ces derniers privilégient l'accessibilité aux grands nœuds autoroutiers et des zones d'activité dont le coût au m² reste abordable.

L'artisanat, comme les services aux entreprises, a suivi ce mouvement, délaissant les espaces centraux pour rejoindre les parcs d'activité périphériques. Les petits commerces indépendants sont encore nombreux en zones denses. Ils voient leur nombre diminuer rapidement au profit de commerces franchisés ou de la grande distribution moins nombreux mais employant plus de monde (grande distribution alimentaire, commerces spécialisés de biens d'équipement).

Dans ce contexte, les gros camions les plus visibles et bruyants, ressentis essentiellement comme encombrants et polluants, ont de plus en plus de mal à entrer dans la ville. Ils en ont aussi moins l'opportunité, car dans le même temps, les activités industrielles très

13. En 1999, l'agglomération de Lyon comporte 106 communes. Le Centre est constitué de Lyon+Villeurbanne (570 000 h.) ; C1 rassemble les autres communes du Grand Lyon (515 000 h.) ; vient ensuite les communes péri-urbaines de l'agglomération (217 000 h.).

14. Source : LET : résultats du modèle Freturb appliqué à l'agglomération lyonnaise.

consommatrice de fret ont disparu ou ont été rejetées vers la périphérie. Ainsi, les poids lourds sont progressivement, remplacés par des véhicules utilitaires légers, moins visibles, mais potentiellement plus polluants / plus encombrants : en termes de quantités transportées, il faut en moyenne six véhicules utilitaires légers pour remplacer un camion porteur de 19 tonnes de PTAC, correspondant à une augmentation de 50 % de consommation de gazole¹⁵ et à un doublement de l'espace occupé sur la voirie. Les petits utilitaires répondent aussi aux besoins des commerces d'être approvisionnés plus régulièrement par des lots plus petits, ce qui leur permet de réduire leur espace de stockage.

Comme le tableau précédent le montre, le desserrement le plus spectaculaire est celui du commerce de détail, avec l'explosion de la part de la grande distribution, principalement les hypermarchés qui se sont implantés depuis une trentaine d'année à proximité des nœuds autoroutiers situés dans une périphérie de plus en plus lointaine. Ce mode de distribution permet une forte rationalisation de son propre approvisionnement (usage massif de camions de grand gabarit complets, souvent pleins, sans pénétrer dans la ville). En revanche ce modèle s'appuie sur une externalisation totale des derniers kilomètres auprès du consommateur, qui dans ce cas utilise à 85 % sa voiture particulière pour acheminer ses achats à son domicile. On pourrait penser que l'étalement de l'habitat équilibre ce desserrement. Or, il n'en est rien, car on observe que les distances moyennes des résidents périphériques pour achats en grande surface sont supérieures à celles des résidents des zones centrales¹⁶. Dix tonnes de marchandises déchargées d'un camion dans un hypermarché génèrent alors le déplacement de plus de 350 voitures acheminant de 25 à 30 kg d'achats et parcourant 12 kilomètres chacune en moyenne. Sachant que l'équivalent de 80 camions de ce type approvisionne chaque semaine un hypermarché de taille moyenne, c'est environ 350 000 m qui sont parcourus en voiture par ses clients.

Le tableau suivant présente une estimation des flux générés par le commerce sur l'ensemble de l'agglomération lyonnaise en termes de km parcourus :

15. En mode urbain, un poids lourd de 19 T consomme environ 4 fois plus de gazole qu'un VUL (<3,5T). Source : LET-Impact Ademe V3.

16. Source : LET : traitement de l'enquête ménage déplacements de Lyon, 2006.

Kilométrage hebdomadaire généré par les commerces et les achats à Lyon, en 1999

	Livraison des commerces				Déplacements d'achat motorisés	
	Km en VUL	Km en camion porteur	Km en véhicule articulé	Km UVP	Nombre	Km
TGS	13 632	21 172	45 003	175 297	2 878 467	20 704 152
GS	15 181	30 460	46 306	199 457		
PC	971 819	315 273	97 218	2 331 318	674 290	5 251 787
Total	1 000 632	366 904	188 527	2 706 073	3 552 757	25 955 939
	64,3%	23,6%	12,1%			

TGS : très grandes surface (hyper >2500 m²), GS : grandes surfaces (supermarchés), PC : petits commerces (<400 m²).

Source : modèle Freturb©, LET, in rapport final Ethel II, 2009.

Cette approche du système d'approvisionnement des ménages propose à l'aménageur une lecture de la réalité particulièrement informative : la localisation et le type de commerce influent de manière décisive sur la formation des flux de transport : il apparaît donc essentiel de rapprocher l'approvisionnement des activités urbaines (flux amont) des flux de distribution des biens aux particuliers (flux aval).

Entre 1999 et 2005, pour les activités qui nécessitent beaucoup d'espace (industrie, commerce de gros, entreposage), la diminution de l'emploi de Lyon et Villeurbanne, par rapport à celui des couronnes périphériques se poursuit. Ce mouvement de fond n'est donc pas achevé et laisse présager une croissance des distances et des flux qui paraît inexorable. Le TMV participe donc largement de l'étalement urbain : gourmandes en espace, pour les aires de stockage, de nombreuses activités s'éloignent toujours plus loin des centres urbains.

La formation des flux de marchandises et le fonctionnement de la ville

Corrélativement à l'étalement de la ville, on a constaté une généralisation progressive de la saturation des réseaux de voirie, d'abord dans les centres urbains puis sur les pénétrantes et voies périphériques, l'usage de l'automobile restant incontournable dans les espaces périphériques. Les heures de pointe, saturées, s'étalent sur des périodes de plus en plus longues, notamment l'après-midi. En réponse, les plans de transport intègrent bus en site propre et tramway, afin d'offrir une alternative à l'usage de l'automobile, dans les zones denses les plus congestionnées. Cependant, aucune alternative n'a été proposée à l'usage des véhicules routiers pour effectuer les livraisons urbaines. Cette politique visant à

privilégier l'accès de la ville au plus grand nombre, sans distinction des besoins et sans mettre en avant les conséquences économiques et environnementales liées à la congestion a alors progressivement conduit à fragiliser le dynamisme économique des centres urbains au profit des centres commerciaux périphériques, rendus plus accessibles, aussi bien par les véhicules particuliers que pour se faire livrer.

Le TMV participe de la saturation des infrastructures à plus d'un titre. L'un des principaux effets du desserrement et de la mutation des activités a été une congestion croissante sur les artères principales des agglomérations. Les aménagements de voirie réalisés n'ont pas permis de répondre à la croissance des flux, dans un espace soumis à une forte contrainte spatiale. Les vitesses commerciales s'effondrent, s'échelonnant de 30 km/h sur les voies structurantes à 10 km/h en zones très denses et en heures de pointe¹⁷. Le TMV subit donc autant qu'il contribue à la saturation des infrastructures.

Un second phénomène lié à la métropolisation s'ajoute à celui du desserrement : l'augmentation rapide du coût du foncier dans les zones denses ainsi que la crise économique entraînent une réduction des marges de nombreux commerces, si bien que depuis des décennies, les commerces ont réduit leur espace de stockage. Cette pénurie d'espace de stockage a engendré des envois plus petits et plus nombreux, entraînant une augmentation du nombre de livraisons et des kilomètres parcourus.

QUELLES TENDANCES À VENIR ?

Cependant, certains indices laissent présager une modération de l'augmentation des flux, voire à leur réduction dans certains espaces de la ville, pour une efficacité économique équivalente :

1/ du fait d'une congestion croissante, notamment dans les centres urbains, le dernier kilomètre coûte particulièrement cher et les opérateurs de transport sont amenés à reconsidérer leur politique de distribution. Cela incite les opérateurs à se réorganiser ; les livraisons de nuit, l'usage de modes doux, une démarche de mutualisation sont autant d'approches qui sont maintenant discutées et expérimentées.

Ainsi des solutions de desserte par des modes légers adaptés aux zones denses moins consommateurs d'espace et d'énergie, bien qu'encore peu développées, sont en train de faire leurs preuves tant sur le plan économique qu'environnemental : la petite reine est un concept

17. Source : enquêtes TMV, LET.

qui se développe dans de nombreuses villes, la desserte multimodale fleuve-route du centre de Paris pilotée par « Vert chez vous » (*vertchezvous.com*) a montré la pertinence de son modèle économique, la desserte de proximité. « La tournée » est une solution de livraison à domicile en mode doux adaptée à une demande émergente (*latournee.fr*). La desserte en transports collectifs reste à l'état d'expérimentations car elle rencontre diverses difficultés (compatibilité, sécurité, rentabilité) ;

2/ l'action conjointe d'un recentrage de la grande distribution vers les centres urbains et d'un développement de la livraison à domicile représente une alternative fiable à l'usage de la voiture particulière pour les achats ;

3/ les collectivités sont amenées à prendre des mesures afin de réduire la pollution locale, notamment du fait des particules émises par les véhicules diesels. Elles sont conscientes que ce n'est pas seulement par une modification forcée des motorisations (remplacement des anciens véhicules par des véhicules « propres », développement des véhicules électriques) que les objectifs de réduction de la pollution et de la congestion seront atteints. Les travaux préliminaires aux zones d'action prioritaires pour l'air (ZAPA) s'efforcent d'intégrer ces réflexions à leurs plans d'action. Elles peuvent s'accompagner :

- d'un développement de la logistique de proximité,
- d'un développement de la mutualisation des moyens,
- d'une généralisation de l'intégration des marchandises dans les équipements de voirie : aires de livraison du futur (ALF) ; espaces logistiques urbains (ELU) ; aires de dépôt de proximité ou points relais,
- et, dans une vision globale de la mobilité urbaine, d'une notion de service public de logistique urbaine ;

4/ les incitations de la collectivité entrent en synergie avec les changements de comportements des consommateurs vers une réduction des déplacements motorisés pour achat, à la faveur de la livraison à domicile ou (mieux) en points-relais.

Des incertitudes

La mutation en cours du commerce de proximité est accélérée par le développement des nouveaux modes d'achats en ligne :

- après un développement sur des biens de consommation non alimentaires occasionnels (équipement électronique, musique, ordinateurs), ceux-ci gagnent les achats quotidiens,

- avec un appareil législatif et réglementaire peu précis,
- de nouveaux métiers,
- et des modes de vie soumis à une économie globale incertaine dans un contexte de crise.

Enfin, le système urbain est soumis à une forte contrainte spatiale : les réserves foncières destinées à la logistique urbaine se font de plus en plus rares. Seront-elles suffisantes pour répondre aux nouveaux besoins ?

Quelques leviers disponibles

L'idée d'un processus d'incitations pour une réorganisation globale de la mobilité des marchandises dans la ville fait son chemin.

Des outils de connaissance des flux

Le modèle Freturb est le seul outil actuellement disponible en France pour le calcul d'une simulation des flux de transport de marchandises à l'échelle d'une agglomération. Il est de plus en plus souvent utilisé par les collectivités à fins de diagnostic pour leurs plans de déplacements urbains (PDU) ou leurs schémas de cohérence territoriale (SCOT) et plus récemment pour une évaluation des impacts de nouvelles infrastructures ou encore pour des études prospectives sur les choix de nouvelles zones d'activités ou de centres de distribution urbaine.

Repenser l'organisation du transport

Trois principaux éléments dirigent la formation des flux : le jeu des localisations des lieux de ruptures de charge, les modes d'organisation et le choix des véhicules et des motorisations. Cela oriente les choix potentiels donnant lieu à arbitrage pour une réorganisation des schémas de transports :

- Les gros générateurs de flux de marchandises se localisent près des grands réseaux autoroutiers et ferroviaires, dans des espaces peu denses situés de plus en plus loin des centres urbains. Une politique de développement de plates-formes à vocation urbaine près des centres à distribuer doit permettre de corriger cette tendance en massifiant les flux jusqu'à l'entrée des villes.
- Aujourd'hui, lorsqu'un commerce a 8 fournisseurs différents, chacun envoie un véhicule pour visiter ce même commerce (quelquefois au même moment et en se gênant mutuellement). L'alternative serait qu'un seul véhicule livre ce commerce, l'ensemble des biens

étant rassemblés dans un même entrepôt. Le transport ne serait plus alors séparément piloté par chacun des émetteurs mais par une instance de coordination mettant en relation les différents opérateurs situés en amont de la ville, afin d'assurer la massification des colis dans un seul entrepôt, et d'en effectuer la livraison avec un seul véhicule. Ce concept que l'on peut qualifier de mutualisation spatiale (qui consiste à favoriser une gestion partagée des moyens de transport et de stockage entre plusieurs opérateurs pour la desserte d'un territoire) n'est plus un tabou ; en effet, les simulations montrent qu'une mutualisation partielle de ce type permettrait de réduire d'au moins un tiers les kilomètres parcourus actuellement par l'ensemble du TMV (Gonzalez-Feliu *et al.*, 2012 a, b). Pour être réalisable, la mutualisation du transport passe par la conception d'un centre de distribution urbaine, (CDU), qui peut faire l'objet d'une concession ou d'une délégation de service public de la part de la collectivité si nécessaire. C'est aujourd'hui le cas de Padoue ou La Rochelle.

– L'adaptation des véhicules aux besoins de la distribution urbaine, en taille (du tricycle au poids lourd), en motorisation (du diesel à l'électrique) et en mode (tramway ou métro de marchandises ?) offre autant d'alternatives à l'usage d'un seul type de véhicule et contribuerait à améliorer l'efficacité de l'ensemble.

De telles alternatives doivent compter avec la situation économique des principaux acteurs (transporteurs, commerçants). Ces derniers sont fragilisés par une situation économique difficile. Et tout changement s'il est imposé sans discernement peut les mettre en difficulté.

Les plans de déplacement d'entreprise sont aussi le lieu d'arbitrages en termes d'incitation vers une modération du recours à la voiture de la part des employés, mais aussi en matière de flux d'approvisionnement. Ces flux sont encore peu considérés, lorsqu'ils sont éloignés du cœur de métier de l'entreprise.

Orienter les moyens d'approvisionnement des particuliers

La mise en relation de la localisation des commerces, avec les flux de camions qu'ils génèrent en amont de l'établissement mais aussi et surtout avec ceux qu'ils génèrent en aval par les déplacements d'achat permet de montrer les orientations à suivre en termes d'aménagement commercial. En réalisant eux-mêmes leurs achats en voiture (en majorité vers les grands centres commerciaux périphériques), nous avons vu que les particuliers sont le principal transporteur de marchandises dans la ville. Quelles sont alors les alternatives qui s'offrent à eux ? Ces dernières peuvent prendre des formes diverses, à savoir les livraisons

à domicile, en points relais ou en sortie de magasin, chacune ayant leurs avantages et leurs inconvénients tant pour l'utilisateur, le magasin que pour la collectivité (Gonzalez-Feliu *et al.*, 2012 c).

La révolution des modes de consommation qui est en train de se dessiner avec le développement du commerce électronique est l'occasion d'une modification profonde des modes d'approvisionnement des particuliers. Une grande quantité de biens pourront alors être acheminés à proximité du lieu de résidence du consommateur, notamment à l'aide de différents réseaux de points-relais existants ou bien à créer. Ce peut être des petits commerces qui aujourd'hui sont menacés par la dématérialisation des flux (points-presse) ou par un changement de comportement des consommateurs (épiceries de proximité).

La désaffectation relative des grandes surfaces de distribution périphériques de la part des ménages résidant en zones denses qui peuvent se le permettre représente également une opportunité. En effet, plusieurs alternatives se dessinent : le recentrage de la grande distribution, la livraison à domicile ou bien à proximité (en points-relais) sont à mettre en regard de la pratique du « Drive » qui permet un maintien de l'externalisation du trajet terminal sur le client, ce qui, comme nous l'avons vu, est contraire aux objectifs d'un développement urbain durable.

Ces mutations des comportements prises dans leur ensemble sont autant d'opportunités à saisir pour les collectivités, pour inciter ou accompagner les choix possibles vers des pratiques d'approvisionnement et de stockage vertueuses en termes d'économie urbaine (réduction des km, de la congestion, de la consommation d'énergie) et d'environnement.

Repenser la vision de l'espace public

Les possibilités de déplacement des personnes sont légitimement conçues comme un droit, mais par extension, la voirie est souvent considérée par ses usagers comme un espace qui « appartient à tout le monde ». Ces derniers considèrent qu'ils doivent pouvoir y garer leur voiture s'ils le désirent, sans en payer les conséquences. Même si un consensus émerge pour limiter l'usage de la voiture dans la ville par les habitants des centres, cette idée est remise en cause dès que l'on réside en périphérie.

Ce n'est évidemment pas ainsi que l'aménageur appréhende cet espace rare et qui est convoité par les différents usagers. À titre d'exemple, le stationnement payant est généralisé, de même que le stationnement résident. L'un permet d'améliorer l'accessibilité aux

commerces, l'autre permet aux populations de résider dans les centres urbains denses tout en conservant l'usage de la voiture particulière. Autre exemple : l'un des principes de base de l'arbitrage sur l'usage des voiries parisiennes consiste à privilégier les usagers les plus contraints que sont les « professionnels mobiles »¹⁸, c'est-à-dire ceux qui ont une fonction économique vitale dans la ville et qui ne disposent aujourd'hui d'aucune alternative au mode routier (opérateurs de transport de marchandises, services aux entreprises, artisans). Les particuliers sont alors orientés en majorité vers les transports collectifs.

Penser la prise de décision selon les usages dans le temps

La ville est aussi le lieu où se superposent des usages qui se succèdent tout au long de la journée. L'espace public, de plus en plus rare et donc précieux, est de moins en moins consacré à un seul usage dans la journée mais devient multifonctionnel. Une alternative consiste ainsi à l'organiser selon une optimisation de ses usages dans le temps : les voies les plus commerçantes se voient affecter des usages successifs dans la journée : les services de voirie et de collecte des déchets, voire des livraisons pendant la nuit ou très tôt le matin, la circulation automobile pour les particuliers allant au travail, les livraisons auprès des commerces jusqu'à midi, les chalands pendant l'après-midi.

Cela correspond à une nouvelle vision de l'espace public : ce n'est pas seulement un espace de circulation homogène, mais un espace où se déroulent des activités sous contraintes spatio-temporelles, nécessairement sources de conflits et qu'il s'agit de faire cohabiter. Pour y parvenir il faut penser des espaces urbains à forte flexibilité fonctionnelle.

QUELLE VISION DE LONG TERME ?

Comme nous l'avons vu, un aspect fondamental de la logistique urbaine est le maintien d'une capacité de stockage au plus près des lieux de consommation. Avec la croissance urbaine de ces dernières décennies, les emprises ferroviaires sont maintenant intégrées au tissu urbain dense. Elles ont perdu leur fonction économique initiale avec le départ des activités industrielles des zones urbaines et la pression foncière les rend très attractives pour le développement de nouveaux quartiers résidentiels ou commerciaux. Les gares de Bercy à Paris

18. Notion portée par les services de la Ville de Paris.

et de La Mouche à Lyon, font l'objet de convoitises très fortes de la part d'activités à forte valeur ajoutée au m² (activités tertiaires). Il en va de même des marchés de gros. Les conséquences de telles opérations d'urbanisme se font déjà sentir et une éviction complète de ces emprises des zones urbaines risque à terme d'oblitérer définitivement les possibilités d'un approvisionnement durable des centres urbains. Préserver des emprises multimodales jusqu' à l'intérieur des villes doit devenir une priorité pour les collectivités.

La conception d'une infrastructure de transport (tramway, sites propres par exemple) qui intègre la possibilité d'un usage mixte voyageur-marchandises est également un gage pour le long terme. Malheureusement, les réflexions menées sur ce sujet n'ont encore pas abouti à un projet opérationnel.

En s'appuyant sur une évaluation précise des besoins et des alternatives, les arbitrages des diverses options possibles du transport et de l'aménagement urbain visent à favoriser la cohabitation des différentes fonctions urbaines vers un équilibre durable. Cela passe par la recherche d'une mixité fonctionnelle des espaces et des modes utilisés et par une organisation adaptée à la forme urbaine du vingt et unième siècle en cours d'élaboration, associant une mobilité apaisée et moins polluante dans les zones les plus denses à une intégration accrue des activités économiques productrices de flux dans la ville à destination de ses habitants.

Pour envisager l'ensemble des alternatives citées précédemment, il est nécessaire de savoir mesurer précisément la demande de mobilité actuelle et future, selon les espaces fréquentés, selon les périodes de la journée, selon les motifs à l'origine, comme à la destination, mais aussi de bien connaître la portée et l'efficacité des alternatives envisagées. Les outils pour y parvenir existent déjà (outils de diagnostic comme Freturb) ou bien sont en train d'être élaborés (outils de simulation des politiques¹⁹). Si elles le souhaitent, les collectivités commencent à disposer d'outils pour orienter leurs choix stratégiques en direction d'une modération des flux.

CONCLUSION

À l'issue du Predit 4, après vingt ans d'investissement, on peut dire que le TMV est devenu une thématique à part entière de la recherche en

19. Voir notamment en annexe les projets en cours de réalisation dans le cadre du PREDIT.

transport, tant sur le plan de la recherche que des avancées technologiques et de l'implication des acteurs institutionnels et économiques. La dynamique initiée par le PNMV fait également figure d'exemple pour de nombreux pays tant en Europe que sur le reste du monde. En effet, dans aucun pays, l'État n'a investi aussi directement cette thématique traditionnellement considérée comme relevant de problématiques locales à assumer par les villes elles-mêmes. Cependant, nous sommes au milieu du gué d'une prise de conscience des enjeux de moyen et long terme et de la prise de connaissance des outils pour y répondre.

Nous avons cherché à montrer la relation forte qui existe entre la formation des flux de marchandises et la morphologie de la ville et de ses activités. Une relative pénurie ou au moins le surcoût d'énergie fossile sont à envisager dans un futur proche. Or, nombreuses sont encore les opérations d'urbanisme ne prenant pas en compte les besoins en termes d'approvisionnement et de transport des personnes qui y exercent des activités, mettant en difficulté pour de longues décennies la gestion de flux de transport souvent inutilement générés. Cela montre que les élus et les collectivités ne prennent pas encore totalement la mesure des impacts du transport de marchandises sur la ville. Le temps de la maîtrise de l'étalement urbain est venu, ce qui nécessite un changement de paradigme, qu'il nous faut appréhender, par une vision systémique de la ville, la réduction des distances par la mutualisation des organisations, la mixité et la flexibilité des espaces fonctionnels de la ville.

Enfin, il apparaît que les moyens à mettre en regard des besoins mis en évidence dans les travaux évoqués ici s'avèrent très insuffisants. En effet, pour passer d'un modèle expérimental à un projet d'agglomération, une montée en compétence des collectivités sur la logistique urbaine s'avère indispensable.

BIBLIOGRAPHIE

- Bonnafous A., 2001, « Le problème méthodologique de l'appréhension statistique. L'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains » (Patier D., éd.), p. 85-91, *Études et Recherches* n° 15, LET, Lyon.
- Boudoin D. et Morel C., 2002, *L'optimisation de la circulation des biens et services en ville*, La Documentation Française, Paris.
- Boudoin D., 2006, *Guide Méthodologique : les espaces logistiques urbains*, La Documentation Française, Paris, 112 p.
- CERTU-ADEME, 1998, *Plans de déplacements urbains – Prise en compte des marchandises. Guide méthodologique*, CERTU-ADEME, Lyon.

- Dablanc L., 1998, *Transport de marchandises en ville. Une gestion publique entre police et services*, Liaisons, Paris.
- Dablanc L. & D. Rakotonarivo, 2010, « The impacts of logistic sprawl : how does the location of parcel transport terminals affect the energy efficiency of goods' movements in Paris and what can we do about it ? », *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, n° 3, p. 6087-6096.
- Dufour J.G., Patier D., Routhier J.L., 2007, « Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine », in *Techniques de l'ingénieur*.
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Henriot F., Routhier J.L., 2012a), « La logistique urbaine à l'épreuve du facteur 4 », *Recherche Transports Sécurité*, Vol. 28, p. 88-100.
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Pluvinet P., Toilier F., Routhier J.L., 2012b, « A simulation framework for evaluating the impacts of urban goods transport in terms of road occupancy », *Journal of Computational Science*, vol. 6, n° 4, p. 206-215.
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Routhier J.L., 2012c, « New trends on urban goods movement modelling : proximity delivery versus shopping trips », *European Transport/Trasporti Europei* vol. 50, Paper n° 6, p. 1-23.
- Henriot F., Patier D., Bossin P., Gérardin B., 2008, *Méthodologie d'évaluation des innovations en matière de logistique urbaine*, Rapport final. Predit-DRAST, Paris.
- LET, 1996-1999, *Transport de marchandises en ville : résultats des enquêtes quantitatives de Bordeaux*, puis Marseille et Dijon, Rapports pour la DRAST, Laboratoire d'Économie des Transports, Lyon.
- LET, Gérardin Conseil, 2001, *Mesurer l'impact du transport de marchandises – Le modèle de simulation Freturb* (version 1), METL, ADEME, 104 p.
- Patier D., 2002, *La logistique dans la ville*, Éd. Celse, Paris.
- Patier D. et Routhier J.L., 2009, « Une méthode d'enquête du transport de marchandises en ville pour un diagnostic en politiques urbaines », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 55, p. 11-38.
- Routhier J.L., 2002, *Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine*, Synthèses et Recherches, 2001 plus n° 59, DRAST.
- Routhier J.L. et F. Toilier, 2010, « FRETURB : simuler la logistique urbaine », in Antoni J.P. (éd.), *Modéliser la ville. Formes urbaines et politiques de transport*, Economica, Paris, p. 246-283.
- Routhier J.L., Traisnel J.P., Gonzalez-Feliu J., Henriot F., Raux C., 2009, *ETHEL II : Energie, Transports, Habitat, Environnement, Localisations*, Rapport final, Convention ADEME.
- Segalou E. et Routhier J.L. (LET), Albergel A. (Aria Technologies), De Rahm C. (Systems Consult), 2006, *Mise en place d'une méthodologie pour un bilan environnemental physique du transport de marchandises en ville*, ADEME, Paris.
- Thévenon J. et Gérardin B., 2008, *Dix ans d'expérimentations en matière de marchandises en ville : premier bilan critique*, Éd. CERTU, Lyon.

ANNEXE : LES TRAVAUX RÉCENTS DU PREDIT SUR LA LOGISTIQUE URBAINE

La logistique urbaine s'est développée dans un contexte où la participation et le soutien des acteurs publics locaux est devenue l'une des clés de la pérennité des solutions et projets dans le champ du transport urbain de marchandises. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous présentons ici une lecture des travaux du Predit qui nous semblent les plus représentatifs des avancées en cours, non sur une base administrative (groupe, programme) ni chronologique, mais selon une classification fonctionnelle et opérationnelle. C'est pourquoi nous *les* distinguons par leur *champ d'action*, selon leur *portée* (mise en oeuvre spécifique, à un niveau local, à l'échelle de l'agglomération ou d'une aire urbaine), leur *niveau d'utilité* (méthodologie, outils opérationnels, prototypes ou outils de simulation) et enfin leur apport en termes d'innovation. Chaque projet est également considéré à l'aune de sa contribution à *l'évolution des pratiques et des mentalités*. Pour les travaux du Predit 4 (2008-2012) la logistique urbaine émerge à trois groupes opérationnels : la mobilité dans les régions urbaines (GO3 du Predit 4), la logistique et le transport de marchandises (GO4) et l'aide à la décision des autorités publiques (GO6).

Selon des travaux récents (Gonzalez-Feliu et al., 2010,2012b), le **champ d'action** d'un projet de logistique urbaine pour répondre aux objectifs du développement durable se mesure selon ses aspects technologiques, organisationnels et réglementaires.

Les *aspects technologiques* concernent à la fois l'information et la communication (NTIC), les avancées dans la construction d'infrastructures et bâtiments (éco-conception) et les questions de motorisation et d'efficacité énergétique des véhicules. La plupart des projets du Predit concernent des aspects véhicule non spécifiques à l'urbain (HSCT). On trouve néanmoins plusieurs projets européens récents qui abordent cet aspect (CITYLOG, CITYMOVE, ...) proposant diverses formes de « véhicule urbain du futur », sans pour autant les résoudre entièrement. Un autre projet, FREILOT montre bien les atouts et limites en termes d'acceptabilité, de mise en oeuvre et d'efficacité, de l'association de plusieurs technologies et aménagements urbains (aide à la conduite, réservation des aires de livraison, contrôle à distance des intersections).

Les *aspects organisationnels* sont souvent mis en avant dans les projets Predit. La plupart d'entre eux s'appliquent à la chaîne logistique globale. Certains d'entre eux consacrent néanmoins un volet à la logistique urbaine. Le projet FIDES, par exemple, met en avant

les leviers pour maîtriser la flexibilité de la demande de transport et, dans son troisième volet prospectif, met en avant l'importance d'un e-commerce durable (avec le développement d'organisations logistiques mutualisées qui réduisent le nombre de livraisons à domicile et à proximité du lieu de consommation). A ce sujet, deux projets voisins ont été développés : LMD (2007-2010), plus orienté vers les stratégies collaboratives de distribution, notamment entre producteurs et acteurs de la grande distribution, et LUMD (2009-2011), qui vise à un meilleur remplissage des camions et à un usage optimal des entrepôts existants. Dans les deux cas, la mutualisation de l'information dans des bourses de fret spécifiques est préconisée et analysées. Le Projet MODUM (ANR Villes Durables, 2010-2013), avec un regard de recherche fondamentale, porte aussi sur les impacts d'un système centralisé de distribution urbaine basé sur une couronne de centres de distribution urbaine (CDU). Il met en œuvre des méthodes d'optimisation de la recherche opérationnelle. Le projet Milodie (2009) a par ailleurs étudié les impacts de la mutualisation de l'information sur les organisations du e-commerce sur les comportements d'achat en ligne. Deux projets portés par la RATP abordent les possibilités d'intégration de la logistique dans les transports de personnes. Il s'agit de FILET, qui met en œuvre une méthode de qualification logistique des espaces de transport collectif et de IMOTEP, qui propose une étude de faisabilité de la mutualisation des ressources des opérateurs de transport collectif en termes de logistique urbaine. D'autres projets qui portent sur les organisations logistiques (Signateur, FUSION CO2, VLD, Epilog, Open Fret), n'abordent pas directement les problématiques spécifiques à la logistique urbaine.

Les *aspects réglementaires* et les politiques d'usage du sol, d'aménagement, de gestion par les collectivités de l'espace public et des transports (personnes et marchandises) sont abordés à divers niveaux dans plusieurs projets Predit (FIDES, EVAL-Méthodologie d'évaluation des innovations en logistique urbaine, ALF-Aires de livraisons du Futur-, MODUM). Une étude sur la réglementation en termes d'accès aux villes a été menée par le cabinet Interface Transports. Nous pouvons attacher à ce champ le projet PILU, qui montre l'enjeu fondamental qu'est l'immobilier logistique pour la logistique urbaine.

Le projet Ethel II associe plusieurs de ces modes d'action et met en évidence le jeu conjoint des localisations des activités et des organisations du transport liés à l'essor de la voiture particulière qui a permis l'externalisation par les grands distributeurs des derniers kilomètres sur le consommateur.

Il importe également d'étudier la portée des projets, définie comme l'échelle de lecture des résultats. La plupart des projets ont une portée locale (centre des villes, zones commerciales ou de service, quartiers) ou spécifique, comme LUMD, lié à la distribution de la presse et à la messagerie, Milodie sur le e-commerce, PLUME qui propose un outil d'optimisation de la localisation d'un CDU ou encore PILU qui s'attache à l'immobilier logistique. Plus rares sont les projets qui ont une portée à l'échelle de l'agglomération ou de l'aire urbaine : il s'agit surtout des ENMV, de Freturb (Routhier & Toilier, 2010), ou de la mise en ordre des ELU (Boudoin, 2006) ou encore le projet MODUM.

Concernant le **niveau d'utilité**, on distingue les catégories suivantes :

- Approches méthodologiques (méthodes de description, de prévision et d'évaluation). On trouve ici les ENMV, les modèles de diagnostic et de simulation et les méthodes d'évaluation cités plus haut.
- Systèmes/technologies/outils opérationnels accompagnés d'une expérimentation sur un terrain d'étude ou d'une validation sur la base d'une simulation sous conditions réalistes. Cela concerne notamment LUMD, PLUME, ALF et MODUM. Tous ces projets font appel aux derniers développements informatiques et de la communication (recherche opérationnelle, méthodes multi-agents, ...). Ils ont permis à des degrés divers d'applicabilité, de montrer la faisabilité de nouvelles approches en termes d'organisation du transport urbain de marchandises et de gestion de l'espace public.
- Outils de simulation des comportements des acteurs, des tendances et des interactions transport-territoire, dans une optique prospective.

Finalement, nous souhaitons faire un point sur le **niveau d'innovation** des projets. Sans entrer dans une mesure quantitative ou qualitative, il est important de tenir compte de deux grands groupes de projets : le premier inclut les projets qui visent à confirmer des avancées existantes, souvent théoriques ou testées sur des petits environnements ; le deuxième contient les projets qui ont apporté des avancées sur des terrains nouveaux, d'ordre méthodologique, de mise en ordre de la connaissance ou d'outils originaux. Il s'agit des ENMV, de Freturb, de la méthodologie EVAL ou du travail sur les ELU ainsi que l'approche PILU. Il faut y ajouter les projets à forte innovation d'ordre technologique, organisationnel et comportemental, comme LUMD, PLUME ou ALF. Tous ces travaux mobilisent de nombreux moyens informatiques et mettent en œuvre pour la première fois les méthodes d'optimisation. Ils ont en commune de proposer une maquette de plate-

forme de gestion mise à disposition des usagers. Rares sont les projets qui aboutissent à la production d'outils généralisables à l'ensemble des situations auxquelles ils sont censés répondre. Le modèle Freturb, diffusé sous la forme d'un logiciel mis à jour régulièrement et utilisé par une quarantaine de villes en France et en Europe, fait exception même s'il n'est toujours pas encore mis à profit au maximum de sa capacité informative et explicative par les collectivités qui l'utilisent.

À ces projets achevés ou bien avancés, nous pouvons ajouter plusieurs projets directement engagés en 2012 au sein du GO4 :

- SILOGUES est un projet de plate-forme de simulation pour l'aide à la décision publique. Ce projet tentera de mettre à profit les connaissances et les avancées méthodologiques acquises lors de ces dix dernières années pour alimenter un outil de simulation des impacts de scénarios de politiques pour la logistique urbaine.

- DECLIC-VAIR, propose une vision globale d'une chaîne logistique intégrée et collaborative sur les circuits courts.

- PAC, « partage d'achats en centre-ville » propose un modèle optimisé de distribution de proximité en mode doux dans les zones denses. Il fait suite aux modèles déjà expérimentés avec succès de la petite reine, puis de « La tournée », et « Vert chez-vous ».

La description de la plupart des projets cités dans cette annexe et les rapports de recherche correspondants peuvent être consultés sur le site du Predit (www.predit.prd.fr) ou bien sous leur acronyme.

Structures et proximité

CHAPITRE 5

La ville fractale – Un concept d'aménagement multi-échelle

Pierre Frankhauser
ThéMA, université de Besançon

INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années l'étalement urbain occupe une place importante dans le débat sur le développement territorial. Deux types de conséquences néfastes de la périurbanisation sont souvent mis en avant, la consommation d'espace et la génération de trafic. La consommation d'espace est associée à la forte présence de maisons individuelles, mais aussi à une fragmentation de l'espace bâti par l'implantation de lotissements parfois détachés de l'habitat existant. La génération de trafic est un problème complexe car elle est directement liée au lieu d'implantation des habitations. En effet une implantation de lotissements dans des communes situées loin d'infrastructures commerciales et d'emplois augmente le nombre et la longueur des déplacements en général effectués en voiture personnelle ce qui génère une consommation d'énergie et de pollution (Newman et Kenworthy, 1998). Si l'amélioration du réseau routier a facilité l'accès à des espaces éloignés des centres urbains, elle a eu comme conséquence une consommation importante d'espace qui excède souvent largement la surface consommée par l'urbanisation même. La construction de routes et une urbanisation diffuse sont en outre susceptibles de fragmenter et de fragiliser les espaces naturels.

Dans l'objectif de limiter cette évolution, de nombreux auteurs prônent la ville compacte. Ils mettent en avant le fait que celle-ci favorise l'utilisation des transports publics, permet une bonne accessibilité aux commerces et services et réduit la ségrégation sociale. Dans le même esprit, des politiques ont été mises en place qui visent une densification des zones urbaines ou qui empêchent directement la périurbani-

sation, comme c'est le cas au Royaume-Uni à travers la protection des « ceintures vertes ».

Toutefois, il faut être conscient que la périurbanisation correspond à un mode de vie et n'est pas seulement la conséquence d'un prix foncier plus bas dans les zones plus éloignées des villes. Une enquête réalisée en 2007 par le Département Stratégies d'Opinion de l'institut d'études marketing et d'opinion TNS Sofres (Gault et Bedeau, 2007) a mis en évidence que l'habitat souhaité par 56 % des ménages français est la maison individuelle isolée. La maison individuelle dans un ensemble pavillonnaire est préférée par 20 % des ménages et le petit habitat individuel en ville par 11 %. Bon nombre de résidents s'installant dans les zones périurbaines fuient la densité urbaine, car ils souhaitent habiter dans une maison individuelle entourée d'un jardin et bénéficier d'un environnement vert et calme. Il paraît donc difficile de convaincre ces ménages d'une densification (Breheny, 1997) et il n'est pas surprenant que les opérations de densification des zones résidentielles soient souvent contestées par les populations concernées (Remy, 1994 ; Fouchier, 1995).

Soulignons aussi que l'impact de la ville dense sur la génération de trafic est à nuancer (Dupuy, 2002). Comme l'ont par exemple constaté Levinson et Kumar (1997), le temps de déplacement baisse en fonction de la densité de population, mais augmente dès que la densité de population dépasse un certain seuil. Ainsi, comme le soulignent Schwanen *et al.* (2004), la densification risque à moyen terme d'inciter les ménages à se relocaliser vers des zones moins denses. En effet les ménages tendent à choisir des lieux résidentiels qui minimisent la distance ou le temps d'accès aux emplois (Brun and Fagnani, 1994), mais aussi aux commerces ainsi qu'aux zones de loisirs fréquentées (Guo and Bhat, 2002).

Cela nous amène à constater qu'une politique qui refuse tout simplement la périurbanisation ne semble pas être efficace, car elle ne tient pas suffisamment compte du contexte social tout comme un étalement diffus et non-contrôlé est inacceptable par rapport à ses conséquences environnementales. Il semble donc plus utile de développer des stratégies d'aménagement dont le but n'est pas de refuser à tout prix l'étalement urbain mais de mieux le « canaliser », comme le proposent Beaucire *et al.* (1999).

Ceci pose la question de la « restructuration spatiale » des nouveaux espaces urbains, c'est-à-dire la question sur les endroits où il serait souhaitable de localiser les zones résidentielles par rapport aux lieux potentiellement fréquentés par les résidents. En effet cette localisation, donc finalement la répartition de la surface bâtie, conditionne

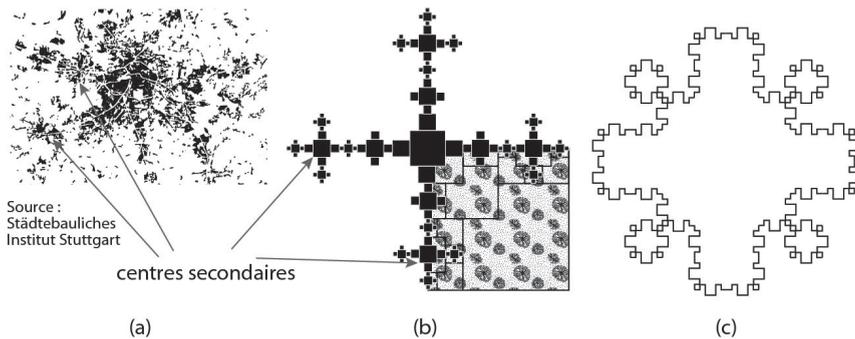
les distances parcourues par les résidents et donc les flux de trafic. Nous considérons dans un premier temps de quelle manière la surface bâtie est répartie dans les nouveaux espaces urbains ce qui amènera à des réflexions sur leur restructuration spatiale.

L'organisation spatiale des nouveaux espaces urbains – une lecture trans-échelles

La forme des taches urbaines est souvent désignée comme étant « amorphe », donc « sans forme » ce qui veut plutôt dire que leur forme ne correspond pas à nos références géométriques euclidiennes. Ce qui contribue à l'aspect irrégulier des tissus urbains comme celui de Berlin (figure 1a) est le fait que la bordure urbaine n'est pas lisse. Elle est composée d'enfoncements sinueux qui pénètrent dans la tache bâtie et qui sont souvent constitués eux-mêmes d'un nombre croissant d'autres enfoncements de taille de plus en plus petite. On trouve un tel principe d'emboîtement d'échelles dans les objets fractals comme dans le tapis de Sierpinski (multifractal) (figure 1b) ou le téragone (figure 1c) qui montre une bordure formée de boucles emboîtées de taille différente. De multiples investigations réalisées depuis une vingtaine d'années ont en effet mis en évidence que les tissus urbains contemporains montrent dans leur majeure partie une organisation spatiale bien définie qui est en cohérence avec la géométrie fractale (Batty et Longley, 1994 ; Frankhauser, 1994 ; Shen, 2002 ; Frankhauser, 2008 ; Thomas *et al.*, 2012).

Figure 1

Le tissu bâti de Berlin en 1945 (a), un tapis de Sierpinski multifractal (3^e étape de construction) (b) et un téragone (c) (cf. texte)



Le principe d'emboîtement d'échelles propre aux fractales se manifeste souvent dans les tissus urbains aussi à travers une forme tentaculaire des taches urbaines telle qu'on l'observe pour Berlin qui s'est développée de façon linéaire le long des axes du réseau RER (« S-Bahn »), lui-même radioconcentrique. Ainsi des espaces interstitiels peu urbanisés sont préservés entre les axes ce qui caractérise beaucoup de villes dont la croissance a été conditionnée par la présence d'axes de transport en commun.

Nous trouvons des caractéristiques semblables dans le tapis de Sierpinski de la figure 1b qui nous servira désormais comme modèle théorique d'une agglomération. Dans cette ville virtuelle la surface noire est concentrée le long de quatre axes principaux et de sous-axes emboîtés. Le point d'intersection des axes principaux correspondrait au centre de l'agglomération. Il existe sur chacun des quatre axes principaux des taches carrées de taille plus importantes vers les extrémités que nous interprétons comme centres secondaires. Dans le cas de Berlin les centres secondaires correspondent à des taches urbaines assez importantes, situées sur les axes principaux. Ces centres bénéficient d'une relative autonomie par rapport à Berlin car ils disposent d'un certain nombre de services et commerces. Aussi bien dans l'agglomération berlinoise que dans notre modèle théorique nous pouvons identifier des centres plus petits qui entourent ces centres secondaires déjà identifiés.

Plus l'on s'éloigne du centre principal, plus l'on trouve de vastes espaces vides « non-urbanisés » qui sont mis en évidence sur une partie de la figure par des polygones en forme de « L ». Plus proches du centre, il existe un nombre croissant de « L » vides dont la taille est de moins en moins grande. Il existe ainsi un ensemble de « baies » connexes emboîtées semblables à celles des taches urbaines. Une conséquence de l'existence de ce système hiérarchisé de zones vides est la répartition non-uniforme de la surface occupée. Ceci rappelle le tissu de Berlin où des zones peu peuplées de taille variable s'intercalent entre des zones de plus forte densité.

Une telle structure hiérarchisée est la propriété principale des fractales (cf. Mandelbrot, 1983). Elle est caractérisée par la dimension fractale D qui décrit le *degré de non-uniformité de la répartition de la surface occupée*. Pour un tissu bâti, elle doit être interprétée comme un « *coefficient d'occupation du sol multi-échelles* ». Une valeur $D = 2$ indique que la surface occupée est répartie de façon uniforme. Une valeur inférieure témoigne de l'existence d'une concentration hiérarchique telle que nous l'avons vu pour le tapis de Sierpinski dont la dimension est $D = 1,46$. La dimension de Berlin

est $D = 1,80$ ce qui s'explique par l'existence de villages situés dans les zones interstitielles ce qui rend le tissu bâti plus uniforme. Une répartition avec $D = 1,92$ serait caractéristique d'un centre ville, mais aussi d'une zone pavillonnaire très uniforme ce qui montre que la dimension fractale n'est pas à confondre avec une densité (cf. Thomas et al., 2007). Une dimension inférieure à $D = 1$ correspond à une « dispersion fractale ». Il existe alors bien des agrégats qui concentrent les surfaces occupées, mais la surface est fragmentée en taches déconnectées. Notons que la qualité d'ajustement du modèle fractal par rapport à la répartition réelle de la surface bâtie est en général très élevée (Thomas et al., 2012).

Des analyses réalisées récemment au laboratoire Théma montrent que la dimension fractale des agglomérations tend à augmenter depuis la motorisation, c'est-à-dire que la répartition du bâti est de plus en plus uniforme. Cela s'explique par une accélération de l'urbanisation dans des zones plus éloignées des principaux axes de transport. On peut en conclure qu'une urbanisation le long d'axes de transport correspond plus à la logique du tapis de Sierpinski.

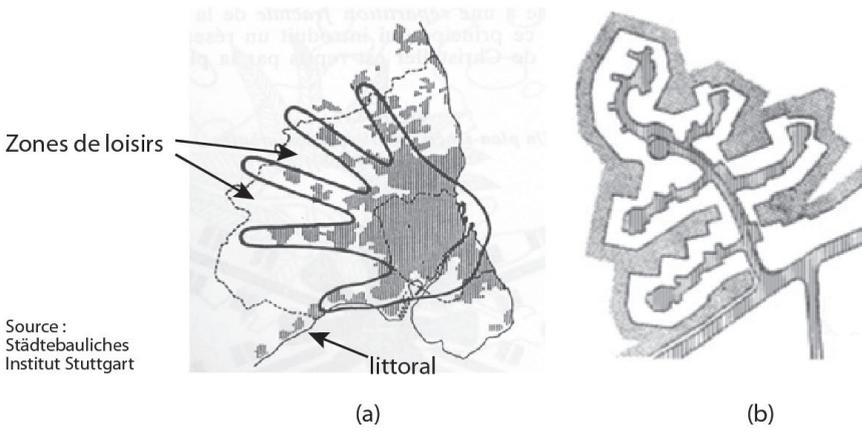
VERS UN NOUVEAU CONCEPT D'AMÉNAGEMENT

La fractalité des tissus urbains n'est pas particulièrement le résultat d'une stratégie d'aménagement, mais le résultat d'interactions complexes entre différents types d'acteurs. Toutefois les réflexions sur l'espace berlinois ont permis d'identifier un certain nombre de caractéristiques qui paraissent intéressantes dans le contexte donné et qui sont essentiellement liées à l'organisation hiérarchique des espaces urbanisés. Or, en aménagement, il existe bon nombre de réflexions faisant référence à une hiérarchie fonctionnelle qui trouve son inscription dans l'espace. À l'échelle intra-urbaine, l'organisation hiérarchique de la voirie est un exemple connu. Certaines villes nouvelles ou certains plans de villes issus de l'école du fonctionnalisme structurent des espaces urbains selon des principes hiérarchiques. À l'échelle d'un système de villes, la théorie des lieux centraux définit une organisation hiérarchique des services, même si l'organisation spatiale proposée par Christaller (1933) part d'une répartition uniforme du système de peuplement. Les stratégies proposées par le Nouvel Urbanisme et par le concept du *transit-oriented development* sont également basées sur une hiérarchie urbaine et proposent le développement le long des axes de transport en commun. D'autres concepts, déjà anciens, comme le fameux plan de développement en doigt de gants de Copenhague ne se

réfèrent pas de façon directe à une structure hiérarchique, mais articulent des zones urbanisées le long des axes ferroviaires type RER et des zones récréatives situées dans les espaces interstitiels (figure 2a).

Figure 2

Le plan en doigts de gant de Copenhague (a) et une bordure urbaine non-lisse proposée par l'architecte Schöfl (b)



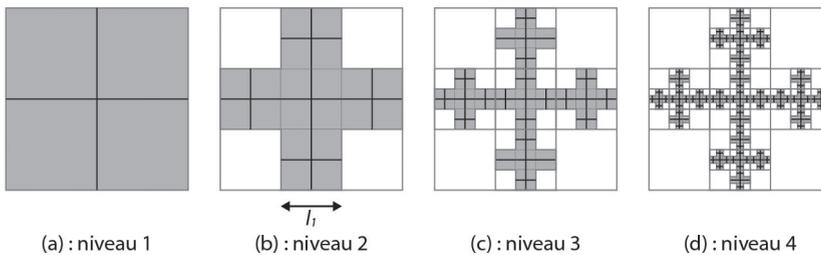
Cela nous a incités à développer un modèle conceptuel d'aménagement qui s'inspire du principe hiérarchique caractéristique des objets fractals (Frankhauser et al., 2004, Frankhauser et al., 2007) et qui a été rendu opérationnel à travers le projet MUP-City (Frankhauser, Tannier et al., 2010 ; Tannier et al., 2010 ; Frankhauser et al., 2011). Ce modèle spatial propose une localisation des zones résidentielles qui minimise les distances aux différents types d'aménités susceptibles d'être fréquentées par les résidents. Ceci concerne aussi bien les services et commerces que les zones de loisir et, de façon générale, le paysage ouvert. Nous partons du principe que les distances à parcourir peuvent être plus grandes si la fréquence de recours est faible. En revanche, nous exigeons une courte distance pour accéder aux services banals et à certains espaces verts. Il serait souhaitable que ces aménités soient accessibles par mode doux à partir du domicile. Ces principes sont au cœur du système de « lieux centraux emboîtés » que nous illustrons dans la figure 3 en affectant les différents niveaux de services à un système spatial qui correspond à un tapis de Sierpinski simple. Conformément à cette logique nous distinguons quatre niveaux d'offre de commerces et services selon leur fréquence de recours :

- *Niveau 1* (recours rare) : préfecture, impôts, hôpital, médecins spécialistes, laboratoires d'analyse médicale, hall d'exposition, magasins spécialisés, services et administrations de fréquentation rare, à destination d'un grand nombre de personnes.
- *Niveau 2* (recours mensuel) : coiffeur, petites, moyennes et grandes surfaces spécialisées, banques-assurances, restaurant, bar spécialisé ou thématique, cinéma, théâtre, patinoire. Sont aussi affectés à ce niveau des lieux de fréquentation contrainte plus épisodique tels que les services municipaux.
- *Niveau 3* (recours hebdomadaire) : réparation automobile, café, hypermarché (2 niveaux de fréquence de recours), épicerie/supérette, ou lieu de fréquentation contrainte assez régulière : poste, pharmacie, médecin généraliste.
- *Niveau 4* (recours quotidien ou pluri-hebdomadaire) : boulangerie, tabac/journaux, écoles, boucherie/charcuterie/traiteur, commerce alimentaire (supermarché et, éventuellement, supérette pour les populations captives et surtout en milieu urbain).

Nous supposons que chaque centre, qui correspond à un certain niveau, propose aussi l'offre des niveaux inférieurs. Pour les activités de loisir, il est possible de distinguer de façon comparable des activités en fonction de leur fréquence de recours (terrains de jeux, terrains de sport, espaces de randonnées...).

Figure 3

Construction d'un réseau de villes selon la construction d'un tapis de Sierpinski



Dans cette optique nous introduisons une « croix ferroviaire » constituée de deux lignes de TER ou RER rectilignes et nous interprétons le point d'intersection comme centre urbain de premier ordre. Nous entourons cette croix d'un carré grisé que nous interprétons comme aire

de chalandise de ce centre urbain (figure 3a). Nous couvrons ensuite ce carré d'un carroyage dont la taille l_i des mailles est d'un tiers de la longueur de base du carré et nous retenons $N = 5$ mailles localisées sur nos axes ferroviaires (figure 3b). Nous aménageons ces cinq mailles comme réplique de la figure initiale : chacune contient donc également une croix qui représente un système de transport en commun. Nous supposons que les points d'intersection des croix correspondent aux centres de niveau 2. Notons que les mailles qui ne font pas partie de notre système urbain sont perçues comme zones rurales qui contiennent des espaces naturels et pour lesquelles nous ne prévoyons pas d'urbanisation future. La prochaine étape applique la même procédure aux cinq aires de chalandises du niveau 2. Chacune de ces aires contient donc $N = 5$ aires de chalandise de centres de niveau 3 qui se trouvent de nouveau aux points d'intersection d'axes de transport en commun. Ainsi notre système spatial contient 25 centres de niveau 3 (figure 3c). Notons que nous ajoutons en même temps des petites mailles non-urbanisables au système des espaces ruraux qui s'intercalent entre des zones urbanisables. Une dernière étape reproduit le même principe et on obtient finalement 125 petits carrés du niveau de service 4 que nous interprétons comme des « zones urbaines élémentaires » d'une taille approximative d'un quartier ou d'une commune périurbaine (figure 3d).

La méthode de construction que nous avons utilisée illustre le processus d'itération qui sert à générer une structure fractale par étapes. Deux paramètres déterminent cette construction, le nombre $N = 5$ d'éléments retenus à chaque étape pour générer des centres du prochain niveau et leur étendue, conditionnée par le facteur $r = 1/3$ de la taille de maille. Ces deux paramètres définissent par ailleurs la dimension fractale du système spatial (Mandelbrot, 1983).

Le système proposé concentre les zones urbanisées le long d'axes de transport en commun. Ce réseau, représenté par des lignes épaisses dans la figure, illustre l'emboîtement hiérarchique généré au fil de l'itération, caractéristiques des objets fractals. Si la croix principale peut être desservie par un système de RER ou TER, les axes secondaires peuvent accueillir un système de rabattement, par exemple un système de bus à haut niveau de service, raccordé aux points d'intersection au système de transport en commun de niveau supérieur. Comme les points de raccordement des axes se trouvent au centre des zones urbanisées, le système spatial ressemble à la logique mise en avant dans le *transit-oriented development* (TOD).

Un élément important est le faible nombre d'interconnexions du réseau qui réduit l'accessibilité entre centres intermédiaires. En effet le système spatial évite les infrastructures circulaires qui sont suscep-

tibles de générer une urbanisation tout au long de ces infrastructures et de couper ainsi les trames vertes. En outre, des infrastructures circulaires facilitent l'accès à des centres secondaires du même niveau ce qui risque de générer des flux de trafic supplémentaires¹. Ici on préserve au contraire un système connexe de zones vertes de taille variée qui évitent des coupures et qui pénètrent à de multiples endroits les zones urbanisées. Les espaces verts de taille importante peuvent être associés à des réserves naturelles, des zones rurales ou des zones de loisir, dont la fonction se situe à une échelle plutôt régionale et qui séparent les aires de chalandise des centres urbains du niveau 2. De nombreuses zones plus petites s'intercalent entre les aires de chalandise du niveau 3. En atteignant le niveau le plus fin, on constate que chaque zone élémentaire d'urbanisation est toujours voisine d'un espace vert. Cette configuration permet ainsi de répondre à la demande de disposer d'un accès direct au paysage ouvert. En poursuivant le principe d'emboîtement d'échelles à l'échelle intra-urbaine, on favorise l'articulation des zones habitées et du paysage ouvert à travers un allongement de la bordure urbanisée. En effet, l'accessibilité en marche à pied paraît être un critère important dans l'évaluation de l'accès aux espaces de loisirs (Hobden *et al.*, 2003).

Soulignons par ailleurs le rôle important de coulées vertes pénétrant dans le tissu bâti pour le climat à l'échelle urbaine qui a été mis en évidence depuis une bonne dizaine d'années (Kuttler *et al.*, 1998).

Le concept proposé se distingue ainsi du concept d'une ville compacte où l'on se donnerait l'objectif de lisser les bordures urbaines. Il généralise plutôt les réflexions conceptuelles telles que nous les avons rencontrées dans les plans de Copenhague et Berlin. Toutefois, contrairement aux « couloirs urbanisés » de ces concepts, le système de sous-axes permet d'ajouter des zones urbanisées dans les espaces interstitiels, donc relativement proche de la ville centre principale tout en évitant un morcellement des zones non-urbanisées (cf. aussi figure 2b).

L'APPLICATION DU CONCEPT

Il est évident que le modèle présenté ne se prête pas à une transposition directe au monde réel. Toutefois il est possible de l'adapter à une situation donnée tout en gardant les principes de base. Dans cet objectif, définissons des critères d'évaluation et des normes qui concrè-

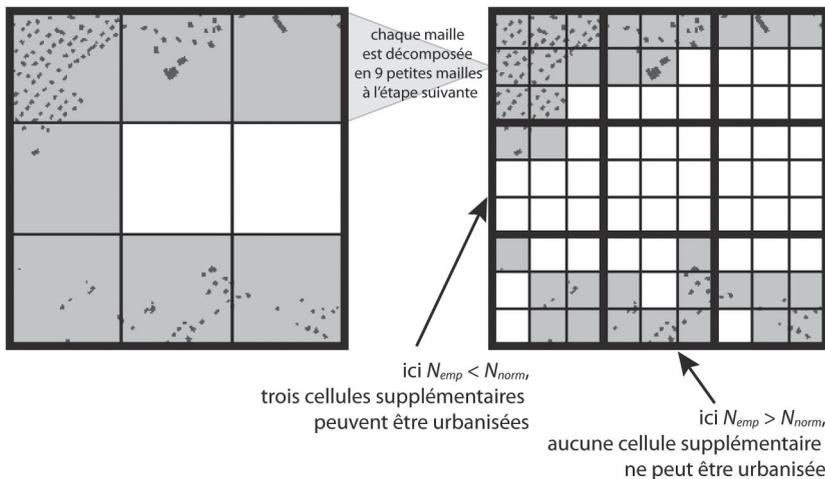
1. Ceci a été observé à Lyon après la mise en place de contournements reliant différentes zones commerciales.

tisent nos réflexions conceptuelles et qui permettent de développer des scénarios de développement et de les évaluer (Frankhauser, Tannier *et al.*, 2010 ; Tannier *et al.*, 2010 ; Frankhauser *et al.*, 2011).

Dans un premier temps nous mettons en place une méthode qui permet de développer une lecture trans-échelles d'un système spatial et qui s'inspire directement de la méthode d'itération déjà introduite. Nous désignons cette méthode comme « décomposition fractale ». Nous choisissons une zone carrée pour laquelle nous souhaitons développer des scénarios de développement. Celle-ci est couverte d'une grille qui contient neuf mailles dont la taille est un tiers de celle de la zone carrée et nous identifions celles qui contiennent déjà du bâti (figure 4)². Si on appliquait cette méthode au tapis de Sierpinski de la figure 3, on compterait juste cinq mailles occupées. Comme lors de l'introduction des aires de chalandise, on décompose dans une prochaine étape chacune des mailles en neuf petites mailles et on identifie de nouveau celles qui contiennent du bâti. Il est possible de poursuivre ainsi l'itération en ajoutant autant d'étapes qu'il faut pour atteindre une taille de cellules d'environ 20 m.

Figure 4

Les deux premières étapes de décomposition fractale d'une zone choisie pour une urbanisation (cf. texte). La norme choisie, ici $N_{norm} = 5$, contraint le nombre de mailles qui peuvent être ouvertes à une urbanisation. Une maille retenue comme non-urbanisable à une étape donnée définit un espace qui ne peut être ouvert à l'urbanisation lors des prochaines étapes de décomposition.



2. Il est en principe possible de choisir librement l'orientation de la grille ce qui peut s'avérer utile de dans certains cas.

Pour le développement de scénarios nous définissons alors plusieurs normes morphologiques :

- Nous fixons un nombre N_{norm} de mailles urbanisables. En s'inspirant par exemple du tapis de Sierpinski on aurait $N_{norm} = 5$, mais il est possible de choisir un autre nombre. Si lors de la première étape on observe que le nombre de mailles urbanisées N_{emp} est supérieur à N_{norm} , on ne retiendrait que N_{norm} mailles pour une future urbanisation. En revanche si $N_{emp} < N_{norm}$ on pourra ajouter des mailles pour lesquelles une urbanisation est possible. Lors de la prochaine étape de décomposition notre règle sera appliquée à chacune des mailles que nous venons d'ouvrir à une future urbanisation. Ainsi les mailles qui n'ont pas été retenues à une étape ne sont jamais urbanisables à une étape ultérieure ce qui correspond à la logique fractale. En revanche, les règles fractales nous laissent libre de choisir lesquelles des neuf mailles nous souhaitons urbaniser tant que N_{norm} est respecté.
- Des règles supplémentaires « non fractales » complètent la démarche. Afin d'éviter le morcellement du bâti et des zones vertes, une maille à urbaniser doit être contiguë à une autre déjà urbanisée ou sélectionnée pour une future urbanisation. En revanche pour assurer une bonne articulation entre zones bâties et zones vertes, il est interdit d'urbaniser une maille qui obstrue l'accès au paysage ouvert de mailles urbanisées.

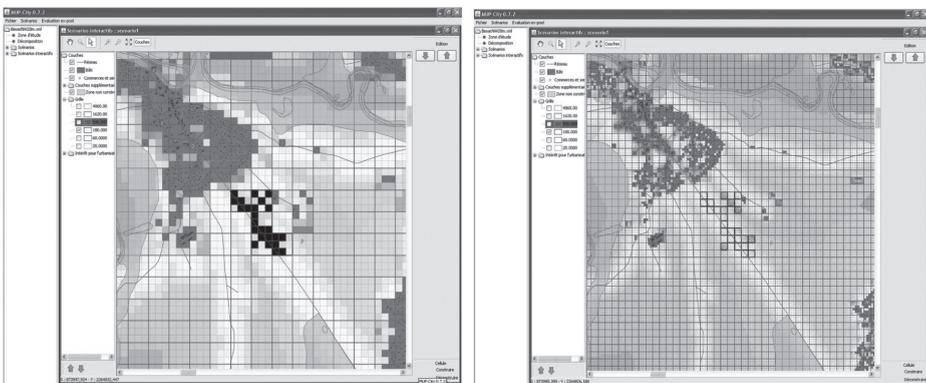
Au-delà de ces règles qui sont a priori strictes, et dans une approche multi-critères, nous évaluons pour chaque élément l'accessibilité à des services et commerces existants ou éventuellement à installer. Dans cet objectif, les commerces et services sont identifiés selon leur fréquence de recours suivant la logique déjà introduite. Pour chaque niveau, des règles sont définies selon des critères adaptés (cf. Tannier et al., 2010). Par exemple pour le niveau 4 des établissements qui sont éloignés de moins de 200 m sont regroupés sous forme d'un agrégat commercial. À chaque étape d'itération il est possible d'évaluer la distance d'une maille choisie aux agrégats les plus proches. L'évaluation utilise la distance réseau et prend en compte le nombre de commerces et services ainsi que leur diversité pour chaque agrégat. Pour les niveaux élevés la position relative d'une aménité par rapport à une autre entre moins en jeu ; par exemple l'accès à un théâtre ou une compagnie d'assurance sont à évaluer de façon indépendante. Pour les niveaux supérieurs l'accès par transport en commun est pris en compte. D'autres règles peuvent être intégrées comme la distance au réseau routier. De même les zones naturelles protégées sont en

général définies comme non urbanisables. Diverses modifications des règles d'accès sont actuellement en cours d'exploration. En outre certaines règles doivent être adaptées au contexte urbain donné. Ainsi il n'est pas utile d'introduire des agrégats commerciaux pour les centres-villes où les commerces de proximité sont quasi omniprésents. L'accès au paysage ouvert est également évalué à travers la distance à la limite morphologique de la ville et par rapport à l'accessibilité à divers types d'aménités de loisir. Une mesure globale combine ces évaluations sous forme d'une mesure de satisfaction par rapport à l'accès aux diverses aménités et aux autres exigences telles que la position par rapport au réseau routier existant.

Sur la base de ces normes et règles, le système d'aide à la décision MUP-city a été développé (cf. Tannier et al., 2010 ; Frankhauser, Tannier et al., 2010). Le système permet de charger des couches d'informations telles qu'elles sont utilisées dans des systèmes d'information géographiques. Il est possible d'afficher une carte d'une zone sur l'écran, de choisir une zone d'étude sous forme d'un carré et de procéder par étapes selon la logique décrite (figure 5).

Figure 5

Deux étapes de décomposition et de simulation d'un scénario avec MUP-city : les mailles sélectionnées à gauche sont décomposées à droite. Il est possible de choisir à l'intérieur des mailles choisies des mailles à l'échelle plus fine proposée.



À chaque étape, le système fournit des informations sur l'accessibilité aux aménités pour chaque maille. L'évaluation globale est codée par une couleur. Ainsi une maille verte est propice à l'urbanisation tandis qu'une maille rouge est déconseillée pour une future urbanisation. Toutefois il est toujours possible de sélectionner une maille rouge

tant que les règles morphologiques strictes ne sont pas violées. Le système refuse en revanche le choix d'une maille si le nombre N_{norm} est dépassé, si une zone verte est coupée ou si l'accès au paysage ouvert est obstrué.

Le système fournit la possibilité de concevoir également des scénarios non-fractals et d'évaluer *a posteriori* les scénarios développés à travers un certain nombre d'indicateurs. Il a ainsi été possible de mieux comprendre les influences de différentes règles et de circonstances données sur les résultats.

CONCLUSION

Le concept d'aménagement présenté permet de répondre à une demande sociale qui n'est, comme nous l'avons vu, pas toujours en faveur d'une urbanisation compacte. Mais il intègre également les exigences d'un développement durable en évitant une urbanisation diffuse, une fragmentation des espaces naturels et en promouvant l'utilisation des transports en commun ainsi que des modes de déplacement doux. Un élargissement conceptuel en cours de développement permet une adaptation encore plus souple à une situation donnée par un choix plus libre de la taille des aires de chalandise et la position des mailles urbanisables.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Armelle Kaufmant-Couillet pour la réalisation des figures.

BIBLIOGRAPHIE

- Batty M., Longley P., 1994, *Fractal Cities : a Geometry of Form and Function*, London and San Diego, Academic Press.
- Beaucire F., Rosales-Montano S., Duflos E., Turchetti I., 1999, « Les outils de planification urbaine au service de la relation urbanisme/transport : approche dans la perspective du développement durable », *Synthèse de recherche*, Projet DRAST/ PREDIT 98MT115, Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme.
- Brun J. and Fagnani J., 1994, « Lifestyles and locational choices – trade-offs and compromises : a case-study of middle-class couples living in the Ile-de-France region », *Urban Studies*, 31 (6), p. 921-934.

- Breheny M.J., 1997, « Urban compaction : feasible and acceptable ? », *Cities*, 14, p. 209-217.
- Christaller W., 1933, *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, G. Fischer, Reproduction par la Wissenschaftliche Buchgesellschaft, (1980).
- Dupuy Gabriel, 2002, « “Cities and automobile dependence” revisité : les contrariétés de la densité », *Revue d’Économie Régionale et Urbaine*, I, p. 141-156.
- Fouchier V., 1995, « La densification : une comparaison internationale entre politiques contrastées », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 67, p. 95-108.
- Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, Paris.
- Frankhauser P. (dir.), Houot H., Tannier C., Vuidel G., 2007, *Vers des déplacements péri-urbains plus durables : propositions de modèles fractals opérationnels d’urbanisation*, Rapport de recherche pour la DRAST – Ministère des Transports, programme PREDIT.
- Frankhauser P., 2008, « Fractal geometry for measuring and modelling urban patterns », in Albeverio S., Andrey D., Giordano P., Vancheri A., *The Dynamics of Complex Urban Systems – an interdisciplinary approach*, Physica-Verlag (Springer), Heidelberg, 2008, p. 241-243.
- Frankhauser P., Tannier C. (responsables), Houot H., Vuidel G., 2010, *Développement urbain fractal sous contraintes d’accessibilités – Modèles et outils d’aide à la décision pour l’aménagement urbain*, Rapport de recherche pour la DRAST – Ministère des Transports, programme PREDIT.
- Frankhauser P., Tannier C., Vuidel G., Houot H., 2011, « Une approche multi-échelle pour le développement résidentiel des nouveaux espaces urbains », in J.-P. Antoni (dir.), *Modéliser la ville. Forme urbaine et politiques de transport*, Economica, coll. Méthodes et approches, p. 306-332.
- Gault G., Bedeau L. (dir.), 2007, « Les Français et leur habitat – Perception de la densité et des formes d’habitat, Principaux enseignements du sondage réalisé pour l’Observatoire de la Ville du 10 au 12 janvier 2007 », TNS Sofres : Département Stratégies d’Opinion / Société, http://www.observatoiredelaville.com/pdf/Synthese_Sondage.pdf
- Guo J. and Bhat C., 2002, *Residential Location Modeling : Accommodating Sociodemographic, School Quality and Accessibility Effects*, Austin, TX, Department of Civil Engineering, University of Texas, Austin.
- Hobden D., Laughton G., Morgan K., 2004, « Green space borders--a tangible benefit ? Evidence from four neighbourhoods in Surrey, British Columbia, 1980-2001 », *Land Use Policy*, 21,2, p. 129-137.
- Kuttler W., Düttemeyer D., Barlag A-B., 1998, « Influence of regional and local winds on urban ventilation in Cologne, Germany », *Meteorologische Zeitschrift* 7, p. 77-87.

- Levinson D.M., Kumar A., 1994, « The rational locator : why travel times have remained stable », *Journal of the American Planning Association*, 60, p. 319-332.
- Mandelbrot B., 1983, *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, San Francisco.
- Newman P.W. G., Kenworthy J.R., 1998, *Sustainability and cities – Overcoming automobile dependence*, Washington D.C., Island Press.
- Remy J., 1994, « La ville : réseau alvéolaire et mobilité spatiale », in Pellegrino P. (dir.), *Figures architecturales – formes urbaines*, Anthropos, Paris.
- Schwanen T., Dijst M., Dieleman F.M., 2004, « Policies for Urban Form and their Impact on Travel : The Netherlands Experience », *Urban Studies*, Vol. 41, n° 3, p. 579-603.
- Shen G., 2002, « Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas », *International Journal of Geographical Information Science*, 16 (5), p. 519-437
- Tannier C., Vuidel G., Frankhauser P., Houot H., 2010, « Simulation fractale d'urbanisation – MUP-city, un modèle multi-échelle pour localiser de nouvelles implantations résidentielles », *Revue internationale de géomatique*, Vol. 20/3, p. 303-329.
- Thomas I., Frankhauser P., De Keersmaecker M.-L., 2007, « Fractal dimension versus density of built-up surfaces in the periphery of Brussels », *Papers in Regional Sciences*, n° 86, p. 287308.
- Thomas I., Frankhauser P., Badariotti D., 2012, « Comparing the fractality urban districts : Do national processes matter in Europe ? », *Journal of Geographical Systems*, 14 (2), p. 189-208.

Ville et mobilité cohérentes

Jean-Pierre Orfeuill, *Lab'urba*

Emre Korsu, *LVMT*

Université de Paris-Est

INTRODUCTION

La notion de « ville cohérente » que nous proposons est un référentiel qui ignore tout critère morphologique (ville compacte, étalée, diffuse, polycentrique, fractale...) pour ne retenir qu'un critère fonctionnel simple : c'est un agencement urbain où *tous* les actifs peuvent être à moins de « x » minutes de leur emploi.

Nous sommes conscients que ce concept peut paraître « ringard » dans un contexte dominé par des discours sur la « métropolisation » qui s'accommodent d'une vision peu coordonnée des grands ensembles urbains où chaque territoire a d'abord pour mission la mise en valeur de ses atouts propres, en restant très (trop ?) discret sur la compétition pour le sol. On peut à l'inverse noter qu'une aspiration à une certaine proximité, ou en tout cas à l'évitement de durées de migration trop longues, est constamment exprimée par les actifs. Nous n'entrons pas ici dans ces débats et visons d'abord à tester la capacité heuristique de ce référentiel.

Ce référentiel sert de support à des simulations qui visent à confronter la « ville réelle », telle qu'elle est aujourd'hui, et une ville virtuelle, qui conserve pour partie les traits de cette ville réelle, mais satisfait au critère de cohérence énoncé. La simulation permet de confronter la ville réelle et la ville idéal-typique (proportion de la population en situation d'incohérence, mobilité « en excès... »), d'identifier les facteurs d'incohérence et de mesurer les avantages qui seraient obtenus, mais aussi les difficultés qui seraient à surmonter, si des politiques prenaient le parti d'aller vers plus de cohérence. C'est l'esprit de la recherche qui a été menée à partir de ce concept et a pris pour terrain l'Île-de-France.

La notion de « mobilité cohérente » est plus difficile à définir. Une approche par l'incohérence permet de l'éclairer : il n'est guère cohérent d'utiliser seul en ville à des vitesses faibles et sur des distances courtes des voitures conçues pour transporter 4 personnes à des vitesses de 130 km/h sur de longues distances. Pas plus que de développer des transports collectifs dans des zones peu denses où la dispersion des demandes est élevée, si bien que les taux de remplissage ne peuvent être que très faibles. Elle ne sera mobilisée ici que comme complément à l'approche de la ville cohérente. En termes peut-être un peu plus généraux, on pourrait parler de « conditions cohérentes de la mobilité » pour désigner l'état d'un système de déplacements qui concilie les attentes et contraintes individuelles et les attentes et contraintes collectives, pour « la ville déjà là » comme pour celle vers laquelle on voudrait aller. De ce point de vue, il fait peu de doute que l'évitement des grandes vitesses urbaines, support de toutes les mises à distance, et des véhicules dont la taille est disproportionnée aux besoins, générant des besoins excessifs d'espace de stationnement soit une des clés de la cohérence.

L'exploration d'un concept nouveau doit être située dans une histoire où se mêlent des considérations objectivables sur les vices et les vertus de telle ou telle forme urbaine, des considérations sociologiques sur les aspirations des citoyens et des considérations politiques sur les capacités à impulser une dynamique différente de la dynamique observée. C'est l'objet de la première partie. La seconde partie décrit les hypothèses et la méthode utilisées. Les deux parties suivantes sont consacrées à l'exposé des principaux résultats¹. La conclusion abordera les mutations du champ de l'action urbaine qu'impliquerait une recherche de cohérence accrue.

AUX ORIGINES DE LA VILLE COHÉRENTE

Le point de départ scientifique du concept est un constat régulièrement formulé dans nos travaux sur la mobilité : une petite partie de la population est à l'origine d'une grande partie de la circulation, pour les transports publics comme pour la route. Ce constat, établi depuis longtemps², est confirmé par l'enquête nationale transport et dépla-

1. On se reportera à *La ville cohérente*, Korsu E., Massot M.H. et Orfeuill J.P., 2012, La Documentation Française, pour l'ensemble des résultats.

2. « Les 25 % d'adultes qui ont conduit le plus ont produit 60 % des circulations... Les 6 % d'actifs travaillant le plus loin de leur domicile produisent 28 % des distances parcourues pour ce motif (23 % pour l'automobile, 46 % pour les transports publics) », in *L'évolution de la mobilité quotidienne*, Orfeuill J.P., 2000, Synthèse Inrets 37.

cements (ENTD) de 2008³ : les 27 % d'actifs résidant à plus de 20 km sont à l'origine de 64 % des distances pour le travail, contre 14 % pour la moitié de la population la plus proche de son lieu d'emploi. Autre exemple, en Île-de-France, les salariés titulaires d'un « pass Navigo » avec 4 zones ou plus⁴ représentent 5 % de la population mais 32 % des distances parcourues dans les transports publics franciliens. Ce constat nous invite à décaler le regard sur nos problèmes récurrents de transport, saturation et besoins de financement des transports publics ou congestion des routes : ils ne sont pas produits par un « excès » de mobilité de tous, mais par la surmobilité de quelques-uns. Par ailleurs, de nombreux travaux suggèrent que ces problèmes sont sérieux. La congestion des transports publics, notamment en Île-de-France, fatigue les actifs avant même d'arriver au travail⁵. Les longues migrations des parents pénalisent les activités des enfants⁶. Les besoins de financement des transports publics explosent et croissent plus vite que la richesse nationale⁷.

Les travaux sur la dynamique de la mobilité nous invitent quant à eux à réévaluer les réponses politiques à ces problèmes, car la réponse aux difficultés présentes par l'amélioration de l'offre induit des demandes supplémentaires de mobilité, à travers des arbitrages facilitant des choix de localisation plus distendus. La réponse par toujours plus d'infrastructures plus rapides entraîne dans une course sans fin, que les moyens publics ne permettent pas de tenir. Cette observation, qui a été fatale aux programmes autoroutiers dans les grandes agglomérations, n'a en revanche pas encore reçu de traduction politique dans les transports collectifs. Nous savons aussi que, malgré le mouvement d'ensemble de croissance des distances au travail, les actifs qui ont à un moment de leur vie des migrations de longue durée cherchent à les maîtriser par des changements de domicile ou de travail⁸ : il y a bien des limites, humaines cette fois, au maintien dans le temps de migrations trop longues.

3. Voir <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sources-methodes/enquete-nomenclature/1543/0/enquete-nationale-transports-deplacements-entd-2008.html>

4. Abonnement forfaitaire mensuel ou annuel permettant de se déplacer au sein d'un ensemble de zones prédéfini. L'Île-de-France est découpée en 5 zones tarifaires.

5. *Étude d'impact des transports en commun de la région parisienne sur la santé des salariés et des entreprises*, Technologia, 2010.

6. Massot M. H et Proulhac L., « Modes de vie et mobilité des actifs franciliens. Le clivage par les temps d'accès au travail », in *Mobilités et modes de vie métropolitains*, Massot M.H. (dir.), 2011, L'œil d'or.

7. Orfeuill J.P., 2011, « Le vrai coût des transports publics de la vie quotidienne », *Infrastructure et mobilité* n° 109.

8. Korsu E., 2011, « La proximité domicile travail dans les choix résidentiels de l'individu hypermoderne », in *Mobilités et modes de vie métropolitains*, Massot M.H. (dir.), L'œil d'or.

Les aspirations et les représentations de la « bonne ville » qui ont pu être saisies au cours des vingt dernières années sont assez constantes : elles privilégient des quartiers d'habitat vivants, avec « tout sous la main », mais ouverts sur l'ensemble de la ville par des systèmes de transport qui privilégient moins la vitesse que l'agrément et la facilité d'usage. C'est ainsi qu'on peut lire la victoire sans ambiguïté du scénario « rhénan » sur les scénarios « saint-simonien » et « californien » que nous avons présentés de façon neutre dans notre exercice de prospective pour la Datar⁹. Le succès du tramway et l'amour pour les vélos en libre service, malgré leurs contributions limitées à la mobilité, en témoignent également. Ces aspirations sont régulièrement confirmées dans les exercices proposant aux gens d'imaginer la ville qu'ils souhaitent. Ce fut le cas en 2001 lors des États généraux de l'agglomération grenobloise¹⁰. C'est à nouveau ce que montre l'exercice d'élaboration de la ville rêvée que l'Institut pour la ville en mouvement a conduit auprès d'étudiants d'une dizaine de grandes villes du monde¹¹. En bref, l'idée de ville cohérente séduit le citoyen électeur.

Quant aux capacités politiques à impulser une dynamique différente du « fil de l'eau » de l'étalement urbain, il faut constater qu'il y a plus d'unanimité sur les problèmes posés par l'étalement que sur l'adhésion à l'alternative proposée, la ville compacte. En témoigne, au-delà des difficultés de gouvernance fréquemment rencontrées dans l'élaboration des « Scot », la poursuite du peuplement périphérique malgré des politiques actives pour l'enrayer, du moins sur le plan de la planification et du droit du sol. Là encore, nous laisserons de côté le débat sur le degré d'efficacité de ces instruments, et le degré réel de volontarisme, au-delà des discours incantatoires pour nous concentrer sur l'heuristique issue de notre perspective de cohérence.

Par ailleurs, le potentiel de « la ville compacte » est nécessairement limité : il ne joue que sur la localisation de la construction neuve, soit 300 000 à 400 000 logements par an, quand il y a 23 millions de résidences principales. Au sein de ce parc, un peu plus de deux millions de personnes déménagent chaque année, en se rapprochant ou en s'éloignant. L'idée de la ville cohérente est de travailler sur cette mobilité, qui met en mouvement une population plus importante que la construction neuve. En outre, au moins dans les grandes aggloméra-

9. *Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne*, Bieber A., Massot M.H., Orfeuill J.P., 1993, synthèse Inrets n° 19. Le scénario « rhénan » misait sur une forte mixité fonctionnelle (mélange habitat emploi loisirs aux échelles les plus fines) et renonçait au développement des systèmes de transport rapide (autoroutes et RER).

10. Dans cet exercice piloté par la « métro », des ateliers de prospective participative ont visé à appréhender la ville souhaitée par les habitants.

11. Voir *Urbanisme* n° 385, juillet août 2012.

tions, les distances à parcourir peuvent être importantes au sein même de « la ville compacte »¹². Enfin, il faut rappeler une évidence : on peut sans doute lutter contre un processus, l'étalement, mais pas contre un état de fait : la ville étalée aujourd'hui, ce sont 5,6 millions de logements et 13 millions de personnes, sans parler des 10 millions de personnes vivant dans l'espace à dominante rurale, dont une partie se rend fréquemment dans les agglomérations. On ne les rayera pas d'un trait de plume, et l'on ne les relogera pas de sitôt dans la ville dense.

Ces raisons militent pour imaginer un autre référentiel, celui de la ville cohérente, en partie inspiré des travaux américains sur l'*excess commuting*¹³ qui visent à relocaliser les actifs dans le parc existant en minimisant les distances à parcourir vers les emplois existants, mais adapté sur la base de nos propres travaux. Les actifs ne cherchent pas à habiter au plus près de leur emploi, mais à distance raisonnable et dans un logement conforme à leurs aspirations. Ceci nous conduit à la méthode de construction du référentiel.

LA MÉTHODE DE CONSTRUCTION DU RÉFÉRENTIEL « VILLE COHÉRENTE »

Le référentiel

On appelle « ville cohérente » un agencement urbain tel que *chaque actif* puisse être à moins de x minutes de son travail. On choisit ici 30 minutes, avec des variantes à 20 et 45 mn, par référence à la médiane des durées de migration en Île-de-France¹⁴. Le travail est choisi comme activité de référence parce qu'il génère des déplacements répétitifs, et qu'il représente plus des trois quarts des distances parcourues par les actifs en semaine.

Les bases de données nécessaires

Pour mettre en œuvre le concept et l'évaluer, il faut disposer :

- d'un découpage fin du territoire en un grand nombre de zones (ici, chaque commune d'Île-de-France et chaque arrondissement parisien), d'une qualification de ces zones en termes de nombres d'emplois, de logements et d'actifs résidents et, pour les approches désagrégées

12. Massot M.H., Orfeuill J.P., 2007, « La contrainte énergétique doit elle réguler la ville ou les véhicules ? », in *Les Annales de la recherche urbaine* n° 103.

13. Excès de distances à parcourir pour le travail.

14. Source : EGT, 2001 et ENTID, 2008.

développées ici, de la nature des emplois (CSP) et des résidences (types de logements, prix) ;

- de la matrice des temps de parcours entre zones en voiture et en transport public ;
- des caractéristiques des déplacements vers le travail (mode, durée, distance).

Les recensements de la population de l'INSEE, l'enquête globale de transport 2001 (EGT dans la suite), les matrices de temps de parcours en pointe de la DRIEA¹⁵ et la base « BIEN » des prix immobiliers des notaires ont fourni les informations nécessaires.

La logique de simulation

L'objectif est de créer une ville virtuelle « décalquée » de l'Île-de-France actuelle, si ce n'est que chaque actif sera à moins de 30 minutes (simulation de référence) de son emploi, dans un logement aussi proche que possible de ses aspirations et possibilités, révélées par ses comportements et ceux des actifs proches de ses conditions de vie. On considère les lieux d'emplois comme fixes, ce sont les lieux de résidence qui sont appelés à changer par mobilités résidentielles. Le concept clé est celui de bassin d'habitat associé à un lieu d'emploi. À chaque lieu d'emploi j , on associe un bassin d'habitat B_j , ensemble des zones Z_i à moins de 30 minutes en voiture ou en transport public de j . B_j est appelé bassin d'habitat du lieu d'emploi j .

On met alors en œuvre une procédure (un algorithme) qui examine successivement la situation de chaque ménage présent dans les fichiers de recensement et de l'enquête globale transport. Elle démarre en séparant les ménages d'actifs¹⁶ en deux groupes, ceux qui sont considérés comme « bien localisés » (l'un des actifs au moins est dès aujourd'hui à moins de 30 minutes de son emploi), et ceux qui ne le sont pas.

La situation de chaque ménage d'actifs est alors analysée tour à tour :

- C'est un ménage avec un seul actif travaillant en j , il réside dans le bassin d'habitat B_j . Il est bien localisé, n'est pas soumis à relogement, son logement ne participe pas au jeu des réaffectations. Dans le cas contraire il doit être relocalisé. Il libère un logement dans sa

15. Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France.

16. On appelle ménages d'actifs un ménage où la personne de référence ou son conjoint travaille. Les autres actifs du ménage ne sont pas pris en compte. De même, les ménages sans actifs (ménages de retraités par exemple) ne participent pas au jeu des relocalisations.

commune de résidence et vient augmenter d'une unité le besoin de logement dans le bassin d'habitat Bj.

– C'est un ménage où les deux adultes travaillent. Si le ménage réside dans le bassin d'habitat de l'un des lieux d'emplois des actifs, il est considéré comme bien localisé. C'est le cas par exemple d'un ménage dont un actif peut aller travailler en 15 minutes, l'autre à 1 heure. Si son lieu de résidence n'est dans le bassin d'habitat d'aucun des deux lieux d'emploi, ce ménage libérera son logement et sera relocalisé dans le bassin d'habitat du lieu d'emploi du conjoint¹⁷ où il incrémentera d'une unité le besoin de logement.

Ces comptages purement spatiaux ne suffisent pas : pour que la procédure ait un certain réalisme, il ne faut pas reloger une famille nombreuse dans un studio, ou un ménage modeste dans un lieu huppé. Une typologie de ménages et de logements permet de se prémunir contre cet écueil. Au sein du bassin d'habitat où sont censés venir se loger les ménages mobiles, on relogé chaque ménage dans les mêmes conditions de logement que les ménages du même type vivant déjà dans ce bassin. La typologie des ménages comprend 108 catégories, fondées sur la CSP, le nombre d'actifs et le profil familial (des personnes seules aux couples à la tête de famille nombreuse). La typologie des logements comprend 36 catégories fondées sur la nature du logement (maison ou appartement), son statut d'occupation (locataires du privé ou du public, propriétaires) et sa taille (de 1 à 6 pièces). Le principe adopté est le suivant : un ménage est virtuellement relocalisé dans le bassin d'habitat du lieu d'emploi de l'actif (ménages à un actif) ou du conjoint actif (ménages à 2 actifs). Il occupe en probabilité¹⁸ un type de logement correspondant à la distribution des logements des personnes de sa catégorie qui vivent déjà dans ce bassin.

Lorsque tous les ménages ont été soumis à la procédure, on peut dresser des bilans (par type d'espace et par type de segment du marché du logement) des logements libérés, des logements réoccupés, des besoins de construction et des logements qui vont rester vacants. La procédure assure en effet un équilibre d'ensemble pour la région (il y a autant de logements libérés que de logements réoccupés), mais elle n'assure cet équilibre ni pour les bassins d'habitat, ni pour les types de

17. Ce choix résulte de l'observation qu'en moyenne, les conjoints sont plus proches de leur travail que les personnes de référence.

18. Si par exemple les ménages de sa catégorie sont à 30 % locataires du privé, 50 % locataires du social et 20 % propriétaires, le ménage à relocaliser incrémentera de 0,3 les besoins de locatif privé, de 0,5 les besoins de locatif social et de 0,2 les besoins de logement en propriété occupante.

logement demandés, si bien qu'il faut générer des besoins de construction localisés lorsque le jeu des mutations résidentielles ne suffit pas à satisfaire la contrainte de cohérence. La démarche garantit l'absence d'incorporation des préférences du modélisateur dans la réaffectation : les préférences des « relocalisés » sont calées sur celles de ceux qui leur sont proches. Elle reste en revanche critiquable sur certains aspects, comme l'absence de référence à l'histoire résidentielle ou patrimoniale des individus, par manque de données disponibles. En revanche, la prise en compte de la bi-activité et du statut social, la désagrégation fine des parcs et l'adoption d'une logique de réaffectation fondée sur les comportements des semblables situent ce travail dans la classe des travaux les plus élaborés.

LES MÉNAGES À RELOGER : COMBIEN ? QUI ? POURQUOI ? COMMENT ?

Une analyse a priori de l'Enquête globale transport et du recensement permet de quantifier et qualifier les populations « bien » et « mal » localisées.

Combien ?

27 % à 32 % des ménages (selon que l'on utilise le recensement ou l'EGT) doivent être relocalisés au seuil de 30 minutes. Ils sont nettement plus nombreux (42 %) lorsque le seuil est abaissé à 20 minutes en voiture (et toujours 30 en transport public), nettement moins nombreux (9 %) au seuil de 45 minutes (tous modes). Malgré les tensions résidentielles dans la région, la majorité de la population n'est pas à relocaliser, même au seuil exigeant de 20 minutes. On peut comprendre que, pour elle, les injonctions à la compacité comme solution à des maux qu'elle ne vit pas ne soit pas une priorité. L'évaluation est très sensible au seuil : une minute de variation de seuil entraîne une variation de 1 % de la population à relocaliser. Le résultat est donc un ordre de grandeur car les matrices de temps de parcours ne sont pas précises à la minute et les temps de parcours peuvent être irréguliers.

Qui ?

La proportion de ménages « mal localisés » varie avec leurs caractéristiques socio-démographiques, mais de façon assez mesurée et peu en phase avec les représentations dominantes. Cette proportion est

plus élevée chez les personnes seules et les ménages aisés¹⁹. Pour eux, la proximité du logement à l'emploi ne semble pas faire partie des critères premiers du choix résidentiel et les aménités locales (offre culturelle, « valeur » des lycées, statut social du voisinage) jouent un rôle important. À l'opposé, les ménages modestes sont sous représentés. Avec des écarts moins marqués, on observe une légère sur-représentation des ménages mal localisés dans la petite couronne, une légère sous-représentation en grande couronne, plus marquée dans la grande couronne non agglomérée. Les caractéristiques du logement ne sont pas discriminantes : la probabilité d'être « à relocaliser » est pratiquement identique pour les locataires du public et du privé, est insensible à la taille du logement et n'est que marginalement supérieure chez les propriétaires et les accédants.

Pourquoi ? Emploi concentré, prix immobiliers, aménités

C'est ailleurs, au lieu d'emploi, qu'il faut chercher le principal facteur d'éloignement. La proportion de ménages « mal localisés » grimpe fortement quand un actif travaille à Paris ou dans quelques communes de proche banlieue Ouest. 46 % des personnes de référence appartiennent à un ménage mal localisé quand elles travaillent à Paris, 33 % lorsqu'elles travaillent en petite couronne, 22 % en grande couronne agglomérée, 14 % ailleurs. La concentration de l'emploi ne s'y accompagne à l'évidence pas d'une offre résidentielle suffisante ou aux prix suffisamment maîtrisés. Dans les 1300 zones de travail analysées, seules 27 ont des bassins d'habitat uniformément chers, où les prix sont supérieurs d'au moins 25 % à la moyenne dans toutes les communes de leur bassin d'habitat. Ces zones concentrent 33 % de l'emploi francilien. 46 % des actifs à relocaliser y travaillent (40 % chez les cadres, 58 % chez les employés). À l'inverse, 1118 communes d'emploi ont des bassins d'habitat uniformément bon marché. 37 % de l'emploi francilien y est localisé, mais leurs actifs ne contribuent qu'à 24 % des « mauvaises » localisations.

Ces observations invitent à poursuivre l'analyse par une approche directe par les prix. En effet, les prix et la recherche d'aménités culturelles, environnementales ou sociales constituent les registres explicatifs principaux d'explication de l'éloignement. La comparaison des

19. Ce phénomène est encore plus marqué à Londres qu'à Paris. Voir « The impact of differences in commuting duration on family travel and activity patterns », Jones P., Massot M.H., Orfeuil J.P., Thoreau R., 2011, *Mobilities*, Grieco M. and Urry J., Ashgate.

prix²⁰ moyens dans les communes de résidence effectives avec ceux du bassin d'habitat où l'on souhaite les reloger permet une première avancée sur le « poids » de ces deux registres. Pour les ménages éloignés à un actif, le niveau de prix dans la commune de résidence actuelle est dans 58 % des cas inférieur à celui pratiqué dans le bassin d'habitat de son emploi (au moins 10 % de décote), c'est l'inverse dans 29 % des cas et les prix sont comparables dans 13 % des cas. L'éloignement par les prix est donc clairement établi, mais les situations sont très tranchées pour les employés (70 % vivent dans un lieu moins cher, 18 % dans un lieu plus cher), plus équilibrées pour les cadres (respectivement 45 % et 42 %), ce qui suggère pour eux un poids significatif des aménités. Pour les ménages à deux actifs, 59 % des ménages éloignés vivent dans une zone en moyenne moins chère que dans les deux bassins d'habitat potentiels et 12 % seulement dans des zones aux prix supérieurs à celui des deux bassins. Les différences employés / cadres persistent. En termes de processus et dans une période où la distribution intra-urbaine des prix immobiliers dépend de moins en moins des caractéristiques d'accessibilité et de plus en plus de la composition sociale du voisinage, l'éloignement choisi des plus aisés en recherche d'aménités (par exemple habiter à Paris quand on enseigne à Créteil ou Marne-la-Vallée) induit un éloignement subi de ceux des moins aisés dont le lieu de travail est central.

En prenant une autre référence, le prix moyen dans la commune la moins chère du bassin d'habitat du lieu de travail, on teste l'arbitrage entre l'intérêt de la proximité et un élément plus qualitatif, l'inconvénient de résider dans un type de logement ou un type d'environnement moins côté. La situation est renversée : la plupart des ménages éloignés (à un ou deux actifs, et de toutes catégories sociales) vivent dans une commune plus chère que la moins chère des communes du bassin d'habitat associé à leur lieu de travail : le rôle des prix dans l'éloignement ne passe pas que par le prix des « quantités nécessaires » (les m²), mais implique aussi la « qualité résidentielle ».

Comment ? Mutations dans le parc existant et besoins de construction

Nous exigeons que chacun soit « bien » relocalisé. Chaque actif « à relocaliser » libère un logement et en occupe un autre,

20. Le travail a été conduit avec les prix à l'achat (base Bien) et à la location. Nous ne retenirons ici que les prix à l'achat.

si bien que le bilan sur la région est équilibré. En revanche, rien ne garantit que l'équilibre soit satisfait en termes de localisations infra-régionales ou de segments de parc, ce qui induit des déficits ou des excédents sur le parc. Globalement 760 000 ménages participent au jeu de chaises musicales. 29 % sont orientés vers des bassins d'habitat où l'offre devient excédentaire. 35 % vont vers des bassins où l'offre est légèrement déficitaire (excès de demande de moins de 10 %), mais 35 % vers des bassins où le déficit est de plus 10 % (dont 8 % supérieur à 20 %). 160 000 à 190 000 logements seraient à construire, à localisations d'emploi inchangées. Ainsi, les trois quarts des relocalisations peuvent se faire dans le parc existant, un quart implique un effort de construction qui représenterait 3 années de construction neuve selon les objectifs du schéma directeur actuel.

Les situations de déficit sévère en logements concernent les bassins d'habitat des arrondissements parisiens (64 % des actifs relocalisés dans ces bassins le sont dans des situations de déficit sévère) et quelques communes de petite couronne (22 % des actifs relocalisés dans un bassin d'habitat de petite couronne sont dans cette situation). À l'inverse, la quasi-intégralité des actifs relocalisés en grande couronne le seraient en situation d'excédent.

Les segments de parc pour lesquels les déficits sont les plus prononcés sont les grands appartements locatifs du parc privé et social. Le déficit en logements sociaux représenterait 18 % de l'offre actuelle à Paris, 5 % dans les Hauts-de-Seine. Il y aurait des excédents ailleurs. Les maisons individuelles sont en excédent.

LA BAISSÉ DES DISTANCES : DE COMBIEN ? DANS QUEL MODE ?

Une fois les ménages relocalisés, on peut estimer les baisses des distances sur différents segments de la mobilité (les déplacements liés au travail, les déplacements de la journée, d'une semaine complète), sous différentes hypothèses. On ne présentera ici que les résultats obtenus en raisonnant de façon désagrégée, en supposant que les « relocalisés » adopteront les mêmes comportements que leurs « jumeaux » (même CSP, même nombre d'actifs, même structure familiale) déjà bien localisés. L'outil de base est un ensemble de 108 tableaux analogues au tableau ci-dessous, établi pour l'ensemble de la population, comparant la mobilité dans chaque classe de la typologie, selon que les ménages sont « bien » ou « mal » localisés.

**Les distances parcourues (km) un jour de semaine
par les ménages bien et mal localisés**

	<i>Ménages bien localisés</i>	<i>Ménages mal localisés</i>
<i>Personne de référence</i>		
Distance totale dans la journée	21,6	35,6
Dont en voiture	16,9	20,7
Dont TC et modes doux	4,6	14,8
Dont vers le travail	9,8	16,1
Dont pour autre motif	3,7	4,7
Dont retour à domicile	8,1	14,8
<i>Conjoints</i>		
Distance totale dans la journée	15,7	25,6
Dont en voiture	10,4	11,9
Dont TC et modes doux	5,3	13,7
Dont vers le travail	5	9,2
Dont pour autre motif	4,7	6,2
Dont retour à domicile	6,1	10,3

Source : enquête globale Transport 2001

Les différences entre les deux types de ménages sont significatives, très centrées sur le travail, très centrées sur l'usage des transports publics. Ces différences sont comparables dans les 108 classes de « jumeaux ». Elles conduisent à des baisses de distances parcourues pour les déplacements liés au travail de 10 % pour l'automobile et de 47 % pour les transports publics, et de 7 % et 40 % pour l'automobile et les transports publics pour l'ensemble des motifs. En intégrant les variations (plus faibles) sur les déplacements de fin de semaine, on obtient une réduction de 5 % pour la voiture et de 35 % pour les transports publics sur 7 jours consécutifs. La forte réduction du transport public s'explique par un double phénomène : lorsqu'ils sont éloignés, il y a beaucoup plus d'actifs dépendants du transport public que de la voiture. Ils sont donc plus nombreux à être relocalisés. Lorsqu'on les rapproche, ils adoptent les comportements des « bien localisés », qui, pour des distances plus courtes, privilégient la voiture. La baisse de circulation automobile peut paraître faible, mais il faut rappeler qu'elle est calculée sur l'ensemble des circulations régionales. De ce fait, elle est très supérieure, en volume, aux baisses induites par les restrictions de circulation à Paris ou par le péage de Londres. Sa faiblesse peut toutefois inquiéter, dans la mesure où on relocalise plus de personnes dans le cœur d'agglomération qu'en périphérie. C'est là que peut intervenir une stratégie de « mobilité cohérente ».

UNE MOBILITÉ PLUS COHÉRENTE AU SERVICE D'UNE VILLE PLUS COHÉRENTE

En réduisant fortement la part des déplacements les plus longs dans la mobilité des personnes, on peut envisager une présence plus grande dans l'univers modal des ménages de véhicules à deux roues, comme les vélos, les vélos électriques ou les scooters électriques, dont la portée est limitée soit par l'effort physique, soit par un confort plus faible que celui procuré par la voiture. En utilisant la méthodologie que nous avons développée pour l'Ademe²¹ pour tester les capacités de transferts de la voiture vers ces modes, on peut évaluer les parts de population automobilistes susceptibles d'utiliser ces modes selon qu'ils sont bien ou mal localisés. Lorsqu'on évalue la part de ceux qui pourraient les utiliser (pas d'obstacle technique), la proportion double des mal localisés aux bien localisés. Lorsqu'on évalue la part de ceux qui auraient intérêt à le faire (sur la base des coûts complets généralisés²²), cette proportion augmente d'environ 80 %. Lorsque tous les ménages sont bien localisés, ces modes ont la capacité de remplacer de 20 à 25 % (approche économique : ont intérêt à le faire sur la base des coûts complets généralisés) jusqu'à 40 % (approche purement technique : peuvent le faire, que ce soit ou non leur intérêt économique) des circulations automobiles, déjà réduites préalablement de 5 %.

VERS LA VILLE COHÉRENTE, UN CHEMIN PARSEMÉ D'EMBÛCHES ?

Nous abordons ici les processus qui pourraient nous amener à nous rapprocher de ce référentiel, ou à nous en éloigner, sans revenir sur les résultats détaillés du travail.

Offrir à chacun l'opportunité d'être à moins de 30 minutes de son travail est sans doute sympathique et souhaitable, mais pas nécessairement pour les acteurs constitués et influents de la ville, qui se verraient bousculés dans leurs pratiques et leurs perspectives. Les transports publics devraient apprendre à transporter moins, mais mieux. Les communes devraient multiplier les efforts pour accueillir mieux les usagers vulnérables des modes doux. Les gestionnaires de parcs sociaux devraient faire face à une vacance croissante en grande couronne, à un afflux de demandes à l'Ouest du cœur de l'agglomération.

21. Massot M.H., Orfeuill J.P., Proulhac L., 2010, « Quels marchés pour quels petits véhicules urbains ? », *Tec* n° 205.

22. Les coûts généralisés comprennent les coûts marginaux monétaires et temporels, les coûts complets généralisés incluent en sus l'amortissement des véhicules.

Les couches les plus aisées devraient céder (un peu) de leur entre-soi. Les entreprises devraient résister à la tentation du regroupement massif.

Comment s'en étonner ? Tous ont construit leur activité et leur stratégie dans un contexte où les signaux économiques envoyés aux usagers étaient favorables à la mobilité quotidienne, et défavorables à la mobilité résidentielle. Les propriétaires qui changent de logement paient des droits de mutation, les locataires qui changent doivent faire face à des tarifs de relocation plus élevés. À l'inverse, le tarif des transports collectifs ne couvre que 20 à 30 % des coûts, et plus on est loin, plus on est aidé. Quant à l'automobiliste, il se voit la plupart du temps offrir le stationnement par son employeur (quand ce n'est pas la voiture de fonction). Les seuls à qui l'on n'offre rien sont ceux qui viennent à pied ou à vélo... Cette situation perdure, en changer est sans doute un préalable pour impulser un mouvement vers plus de cohérence.

CHAPITRE 7

La ville orientée vers le rail et l'intermodalité

Alain L'Hostis,

Université Paris Est, LVMT, IFSTTAR

Claude Soulas,

Université Paris Est, GRETTIA-IFSTTAR

Gebhard Wulforth,

Laboratoire de structure urbaine et de planification des transports

(Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung),

Technische Universität München

INTRODUCTION

Dans les villes européennes d'aujourd'hui, la tendance à la périurbanisation et le fait que la forme urbaine est de plus en plus polycentrique conduisent à penser le développement urbain dans un cadre plus vaste. Dans la construction des régions urbaines, il est intéressant d'examiner dans quelle mesure le réseau de transport ferroviaire constitue ou pourrait constituer l'armature principale à partir de laquelle s'organise le système de transport alternatif à l'automobile. C'est dans ce contexte que le programme Bahn.Ville vise à étudier le renforcement ou la création d'une forme urbaine qui tire parti des potentialités du réseau de transport ferroviaire. Pour cela il convient d'améliorer l'articulation des interventions sur de multiples domaines – foncier, renouvellement urbain, transport, déplacements, services – qui concourent à la production de la ville. Nous insisterons sur la délimitation des contours des projets réalisés qui se focalisent sur des lignes ferroviaires existantes et accordent une attention particulière aux diverses formes d'intermodalité.

Le programme Bahn.Ville intitulé « Urbanisme orienté vers le rail et intermodalité dans les régions urbaines allemandes et françaises » est un ensemble de recherches et de recherches-actions qui s'est présenté en deux phases principales, inscrites dans le cadre de la coopération bilatérale DEUFRAKO. Une première phase intitulée Bahn.

Ville 1 s'est déroulée de 2001 à 2004 et a mis à jour un ensemble de principes et de conditions favorables à une meilleure articulation entre urbanisme et réseaux ferroviaires en s'appuyant sur une analyse de cas en France et en Allemagne autour de lignes ferroviaires revitalisées (Pretsch *et al.*, 2005). Après une période intermédiaire de recherche de sites et de partenariats locaux le projet Bahn.Ville 2 a été mené de 2007 à 2010 avec le double objectif d'affiner les enseignements de Bahn.Ville 1 et de tester leur mise en œuvre sur les terrains de deux régions urbaines : l'un français autour de la ligne St-Etienne-Firminy, l'autre allemand focalisé sur la Taunusbahn de la région de Francfort (Wulfhorst, 2007).

ENSEIGNEMENTS DE BAHN.VILLE 2 : INDICATIONS POUR L'ÉVALUATION D'UN PROJET D'URBANISME ORIENTÉ VERS LE RAIL

L'élément central du programme est le croisement de deux dimensions essentielles de la problématique de Bahn.Ville à savoir l'observation des structures et des organisations urbaines et l'observation des pratiques et des conditions de déplacements. Le croisement de ces deux thématiques, abordées par des dispositifs originaux, a pour ambition de sensibiliser et de familiariser les acteurs locaux à des approches transversales, destinées à susciter la définition de politiques plus coordonnées et plus intégrées. Ce croisement a permis de construire de nouveaux outils de réflexion et d'aide à la décision à même de contribuer à l'élaboration d'un « urbanisme orienté vers le rail » dans des contextes présentant des opportunités : lignes ferroviaires existantes et potentiel de développement urbain.

Ainsi, pour atteindre ces objectifs généraux, le projet s'est déployé autour d'une série de recherches-actions. Celles-ci envisagent chacune l'articulation transport/urbanisme sous un angle particulier dans le but d'apporter des éléments de connaissances, de développer des méthodes et des outils et de les mettre en œuvre sur le terrain d'expérimentation. Le projet a ainsi produit un ensemble d'observations, de résultats, de préconisations et d'outils transposables. On notera en particulier la définition et la mise en œuvre d'un outil d'observation croisée foncier-transport, accompagné d'un guide méthodologique permettant de l'appliquer sur d'autres terrains (Bozzani *et al.*, 2010). D'autre part, dans une démarche interdisciplinaire, l'une des 13 actions a consisté à établir et utiliser un ensemble de critères (dont le temps de parcours, la population et les emplois desservis, et le potentiel de développement urbain) pour le choix de nouveaux arrêts intermédiaires

dans l'éventualité de l'introduction d'un système de tram-train sur la ligne. En référence à l'un de ces critères, une simulation s'appuyant sur les caractéristiques de la ligne et de différents types de matériels roulants a permis de mesurer l'impact global sur le temps de parcours de chacun de ces nouveaux arrêts (Vulturescu *et al.*, 2011).

Dans le prolongement du projet, la confrontation des conclusions des expériences française et allemande, menées sur des cas concrets et faisant émerger des questionnements liés à la mise en œuvre, a permis de construire une liste d'indications pour construire ou pour évaluer un projet d'urbanisme orienté vers le rail. Ces indications, basées sur les résultats et conclusions des deux projets menés dans les deux pays, se composent de recommandations et de suggestions pour la mise en œuvre du projet. Nous les présentons ici.

Une offre ferroviaire attractive

Le premier ensemble de critères nécessaires à la mise en œuvre d'un projet d'urbanisme orienté vers le rail tient à la présence d'un niveau d'offre de transport ferroviaire suffisant. Le projet Bahn. Ville 1 a montré l'existence d'effets de seuil sur l'utilisation effective du train à partir d'une fréquence soutenue sur la période de pointe et d'un cadencement à l'heure le reste de la journée. Ce niveau est à adapter en fonction de la taille de la gare et de son aire de chalandise. Mais en tout état de cause la desserte ferroviaire doit être en mesure de produire une offre compétitive avec la voiture sur les principaux couples origine-destination à l'échelle du bassin de vie. Aux éléments quantitatifs s'ajoutent des composantes qualitatives pour produire une offre attractive et confortable (matériel, fréquences, dessertes).

Cependant le projet a montré que la communication est un enjeu essentiel pour atteindre les objectifs : cette offre doit pouvoir être connue des usagers potentiels. Ainsi ces niveaux d'offre peuvent permettre de construire un argumentaire pour la localisation des ménages comme l'a montré l'approche développée autour de la Taunusbahn au travers d'une démarche de marketing personnalisé. Dans l'expérience française, l'enjeu s'est traduit par une opération de test incitatif pour « amener les habitants vers le train ». Agir sur les représentations des habitants, qui perçoivent le rail comme un mode de la longue distance plus que comme un moyen de transport métropolitain, permet d'activer un potentiel d'usage du ferroviaire. Ce test a montré l'effet de bouclage de l'usage et de l'image du train : faire essayer le train permet de changer son image, opérant une modification des représentations qui est elle-même un moteur pour le développement de l'usage.

Un développement urbain orienté vers le rail

Le second pilier de cet urbanisme orienté vers le rail consiste en la mise en œuvre d'un développement urbain tirant parti d'une position favorable à proximité de la gare. Pour cela la planification urbaine doit comporter les principes et les indications d'une focalisation et de l'intensification du développement autour des gares. Ce développement peut prendre appui sur l'opportunité que représentent les friches ferroviaires, au sens large, qui font partie des environnements urbains des gares et des lignes ferrées. Il s'agit d'espaces ferroviaires devenus inutilisés, mais aussi d'emprises industrielles, créées en particulier au 19^e siècle, dont l'implantation a été déterminée par la proximité du rail. Elles constituent des espaces pour une revitalisation urbaine et une réserve foncière pour une croissance de la ville sur elle-même (Leysens, 2011).

Le développement urbain inclut la question de l'aménagement de la gare et de ses abords. Le projet peut constituer un point d'appui pour valoriser l'ensemble du quartier de la gare. Il convient de mettre l'accent sur des aspects souvent sous-estimés : résorption de la coupure urbaine de la ligne ferroviaire, problématique des services diversifiés, tant à destination des voyageurs que des autres utilisateurs de l'espace public, et aussi bien dans la gare que dans les alentours. Le principe d'aménagement doit viser à réduire l'effet « cul-de-sac » de la gare, en développant les traversées notamment piétonnes au moyen de passerelles.

Enfin le projet a montré que la valorisation de l'offre ferroviaire pouvait faire l'objet d'actions spécifiques dans le cadre des Plans de Déplacement d'Entreprises qui constituent des leviers importants en matière d'urbanisme par la coordination du développement économique et de la promotion des alternatives à la voiture particulière.

Un réseau local de cheminements de haute qualité pour les modes actifs

Comme l'ont montré tous les cas d'études de l'ensemble du projet, les modes actifs, marche et vélo, sont les principaux moyens d'accès au train. Pour cette raison le projet d'aménagement de la gare et de ses environs doit comporter une attention toute particulière à ces modes de déplacement. Des principes de qualité dans cet aménagement ont été détaillés, notamment pour les piétons : ambiance, fluidité, sécurité, offre de services et lisibilité. On retrouve ici le dernier des trois D des principes du TOD – Density, Diversity, Design (Cervero *et al.*, 1997) – qui renvoie à la conception urbaine.

L'appréhension globale de l'intermodalité vélo-transports collectifs est assez complexe : cheminements, dispositifs de stationnement, embarquement, services, etc. Du côté allemand des investigations ont été menées sur ce point dans le cadre de Bahn. Ville 2 alors que du côté français c'est un autre projet Predit qui a abordé cette question de manière plus large : le projet PORT-VERT, « Plusieurs Options de Rabattement et Transfert Vers les Réseaux de Transport » (Soulas *et al.*, 2010).

Un lien de qualité vers le territoire

Au-delà de l'échelle de proximité, l'attractivité du mode ferroviaire implique de traiter les modes de transport dans une approche systémique combinant l'ensemble des possibilités offertes. Un des enjeux principaux réside dans une bonne articulation du fer et des modes urbains en correspondance. On a pu constater les difficultés de réaliser une mise en adéquation des horaires des bus et des tramways avec ceux des trains. On se trouve ici dans une problématique multi-échelles, impliquant des autorités organisatrices intervenant sur des périmètres plus ou moins imbriqués : région, agglomération, département. Ceci implique de favoriser une coordination des horaires, qui peut passer par la mise en œuvre d'outils d'observation partagés. Au-delà, dans le but de faciliter l'expérience des voyageurs, la problématique renvoie aux différentes dimensions de l'intégration des systèmes de transport avec l'information multimodale, l'information dynamique, l'intégration tarifaire et la billettique intégrée.

L'articulation des systèmes de transport doit aussi traiter la question de l'intermodalité de la voiture et du train. Le projet Bahn. Ville a pu montrer que la question des parkings met à jour une série d'enjeux clés pour la conception d'un urbanisme ferroviaire. L'idée du rapport entre la ville et les transports portée par Bahn. Ville pose par construction une orientation mettant l'accent sur l'urbanité des espaces environnant les gares, plutôt que sur leurs seules fonctions de gestion des flux. Dans ce contexte les questions de la localisation et du dimensionnement d'un parking de rabattement sont envisagées dans le cadre d'un arbitrage avec le développement des fonctions urbaines. Dans certains cas des parkings de surface existants pourraient être considérés comme une réserve foncière en vue d'une densification future, mais de manière plus générale une réflexion plus amont sur le développement de moyens de rabattement alternatifs aux parcs-relais prend une importance particulière.

La réflexion sur le stationnement doit être menée à l'échelle de la ligne entière. En effet les contraintes de l'urbanisation existante font

que la fonction de rabattement ne peut pas être développée sur la totalité des arrêts. D'autre part les gares les plus importantes, accueillant un trafic ferroviaire intercités, génèrent une attractivité de longue portée qui pose la question de l'accès en voiture.

Un aménagement intégré

L'urbanisme orienté vers le rail implique la coordination de secteurs distincts de l'action urbaine. À ces domaines d'action correspondent des corpus de savoir différents qui se reflètent dans la formation et les trajectoires professionnelles des acteurs impliqués. Il y a ici un enjeu de communication entre des disciplines séparées et entre des façons différentes de penser la ville. Le travail sur la mise en place d'un observatoire croisé foncier-transport a montré le besoin d'échange entre spécialistes des transports, tant du côté des autorités organisatrices que des opérateurs de transport et des acteurs de l'urbanisme, en particulier ceux chargés de la gestion foncière locale, et des porteurs du projet urbain.

Le mode ferroviaire permet de se projeter dans la longue distance à l'échelle du bassin de vie et au-delà. Mais la réussite d'un urbanisme orienté vers le rail dépend en partie de la façon dont se développe la ville autour des gares. Bahn. Ville pose d'emblée la question de l'articulation des échelles du développement urbain. En effet les acteurs régionaux, en charge du réseau ferroviaire local, peuvent souhaiter la mise en œuvre d'un développement urbain focalisé autour des gares, mais ils ne disposent pas des moyens pour y parvenir. Ceci reste du ressort des communes et agglomérations. La mise en œuvre de cet urbanisme repose donc sur l'implication locale dans un projet dont la cohérence est régionale.

Le troisième facteur d'intégration concerne l'implication conjointe des autorités publiques, des acteurs privés et des usagers. L'intervention publique doit pourvoir agir comme un levier déclenchant l'investissement privé notamment immobilier.

Un engagement commun

La réalisation d'un urbanisme orienté vers le rail suppose la mise en commun de forces distinctes. Au-delà de la communication entre les secteurs d'intervention, il s'agit de constituer un espace pour des décisions prises en commun. À cet égard la mise en place d'un observatoire croisé peut constituer une réponse comme l'a montré l'expérience menée sur la ligne St-Étienne-Firminy. La mise en place de cet

outil a permis la réunion d'acteurs ayant peu l'occasion d'interagir, la mise en commun d'informations, de données, l'élaboration conjointe d'outils de mesure et d'indicateurs et la construction d'analyses partagées. L'enjeu est de créer un environnement de décision commun qui passe par le développement d'un langage commun et des habitudes de travail en commun.

Dans le domaine de la planification, la comparaison des systèmes français et allemand a permis de mettre à jour des éléments favorables. Le système allemand du RegFNP mis en œuvre dans la région de Francfort est très détaillé, précis, décidant de l'occupation du sol à la parcelle au niveau de la région urbaine. Il définit les espaces à densifier et les espaces soustraits à l'extension urbaine. Cependant, son élaboration a demandé une longue phase de négociations parfois difficiles entre les communes. Du côté français, le SCOT du Sud-Loire est moins détaillé que son homologue allemand car la phase du PLU peut donner lieu à des arbitrages locaux. L'aspect le plus positif est la présence d'illustrations, de cas d'études de bonnes pratiques pour un développement urbain « cohérent » qui peuvent fournir des idées en particulier pour des petites communes périphériques dont l'ingénierie est peu développée. Cette comparaison fournit des indications pour développer un urbanisme réglementaire qui parvienne à combiner flexibilité et autorité.

Enfin l'engagement commun passe par des tours de table de financement qui croisent les participations des différents acteurs impliqués. L'enjeu principal est ici d'associer dans un même projet le niveau régional possédant la perspective d'ensemble du système ferroviaire et le niveau communal, ou intercommunal le cas échéant, décisionnaire pour l'usage du sol. En complément, les acteurs du foncier que sont les EPF (établissements publics fonciers) peuvent contribuer au travers de la fonction de portage qui permet d'assurer la maîtrise du sol par les acteurs publics.

LES ENJEUX D'UN URBANISME ORIENTÉ VERS LE RAIL

Bahn. Ville propose une forme de développement urbain qui répond à un ensemble d'objectifs inscrits depuis longtemps dans la planification urbaine. Le premier enjeu est celui de la limitation de la consommation d'espace en périphérie, dont les principes étaient déjà inscrits dans le texte fondamental de la Loi d'Orientation Foncière de 1967. Cet objectif de limitation de la consommation d'espace foncier se retrouve dans l'ensemble des textes actuels et est un des principes

fondamentaux des Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), qui sont les principaux outils de la coordination des politiques contribuant à l'aménagement des territoires urbains. Pour réaliser cette diminution d'utilisation de la ressource limitée qu'est l'espace, les SCOT promeuvent un développement urbain de densification s'appuyant sur les modes de transport collectif. Le cadre législatif préconise que les SCOT mettent en œuvre des principes d'augmentation de la densité urbaine autour des arrêts de transport collectif.

Ainsi, le projet urbain porté par l'approche Bahn. Ville est relié aux objectifs des politiques publiques actuelles. Le projet s'inscrit donc pleinement dans le vaste débat de la réflexion urbaine portant sur la caractérisation et l'évolution des formes de la ville. Pour cette raison, dans le cadre d'un travail de mise en valeur des recherches menées dans le programme Predit, Christian Lallier a choisi la thématique de Bahn. Ville comme sujet d'un film documentaire réalisé en 2010 (Lallier, 2010). Faire référence ici à ce film permet de mettre en valeur sous un angle particulier un ensemble d'enjeux et de débats liés à la problématique de Bahn. Ville. À partir d'évocations des fragilités et des problèmes du développement urbain actuel et des modes de vie qui lui sont associés, le film expose les enjeux d'un urbanisme alternatif, focalisé sur le rail. Le travail sur l'image et l'imaginaire montre que le ferroviaire est un espace en creux, qui n'appartient pas à la ville, mais qui fait de la ville un lieu de bifurcation, un nœud. Sur le plan de l'urbanisme, la dimension de centralité portée par un quartier de gare, l'interconnexion des réseaux, la « réunion des instances territoriales en un même lieu » qui s'y réalise peuvent composer le point de départ du renouveau du centre de la ville. La gare devient un lieu où le planificateur autant que l'usager vient projeter des articulations de déplacement ; ainsi le transport fait naître une ville.

Cependant, le film montre que certains observateurs français critiquent cette idée d'une « ville sur des rails » comme outil emblématique en ce qu'elle orchestre l'action publique en laissant à penser que les décideurs urbains ont repris la main à un moment où les signes d'une libre extension de la ville, autour d'une mobilité majoritairement automobile, sont prégnants. Cette critique peut se comprendre dans la mesure où une vision réductrice laisserait à penser que la totalité d'une ville et sa périphérie seraient à bâtir autour du rail, alors que les approches du type Bahn.Ville sont en fait calées sur la réalité d'aujourd'hui et se focalisent sur des corridors ferroviaires particuliers et leurs interactions avec les autres parties du territoire via l'intermodalité. Le film se fait aussi l'écho d'une critique d'une valorisation entrepreneuriale des centres-villes portée par l'intensification urbaine focalisée sur les

gares centrales selon les principes de la métropolisation. Toutefois, pour Christian Lallier, la force de l'urbanisme ferroviaire est de proposer une « utopie urbaine qui permet de repenser la planification urbaine à l'échelle métropolitaine » en fédérant le paysage urbain à de multiples échelles. Même si l'on peut considérer que les choix du cinéaste ont laissé trop de place à la critique et à la focalisation sur les grandes gares centrales au détriment des petites gares périphériques, le film donne à voir, d'une manière que ne peuvent rendre les supports scientifiques habituels, les acteurs, les lieux, les ambiances urbaines, les images d'un projet urbain orienté vers le rail.

Relié aux objectifs des politiques urbaines actuelles, le projet *Bahn.Ville* correspond aussi à une forme particulière d'un modèle urbain plus général théorisé sous le vocable du concept du *Transit-Oriented Development (TOD)*. Pour situer la contribution du programme dans le contexte mondial, les chercheurs¹ réunis dans le programme *Bahn.Ville* ont décidé d'organiser en 2012 une conférence internationale sur le TOD à Paris / Marne-la-Vallée. Cet événement intitulé « *Building the Urban Future and Transit Oriented Development* » a constitué la première conférence scientifique mondiale sur le thème du TOD et a réuni une cinquantaine de présentations provenant de 20 pays différents. Les contributions les plus nombreuses sont venues des Pays-Bas, de France, de Corée et d'Amérique latine, avec des approches intéressantes présentées par des chercheurs d'autres pays diversifiés. À partir de ce panorama on peut proposer une définition du TOD comme un développement urbain focalisé sur le système de transport collectif, à plusieurs échelles : celle du quartier de l'arrêt ou de la gare, celle du corridor de transport, jusqu'à la réflexion sur l'ensemble du bassin de vie des agglomérations. Le TOD concerne un développement urbain compact (au voisinage des stations), mélangeant les usages du sol, dont la conception favorise le piéton et les modes actifs, et qui est physiquement orienté vers le transport en commun et pas seulement adjacent à celui-ci. La conférence a permis de présenter un ensemble de bonnes pratiques du TOD et l'identification de barrières à son développement ainsi que de pistes pour les lever. Parmi de nombreuses autres sessions nous citerons ici la session sur les utopies urbaines qui a permis entre autre de mettre en perspective la ville fractale (cf. chapitre sur la ville fractale du présent ouvrage) et la ville creuse (Maupu, 2006) qui sont deux modèles urbains basés sur l'interaction entre la construction de la ville et les lignes de transports collectifs.

1. Il s'agit de Claude Soulas (IFSTTAR-GRETTIA), Alain L'Hostis (LVMT-IFSTTAR) et Gebhard Wulfhorst (Technische Universität München) coordinateurs du projet *Bahn.Ville* ainsi que Fernando Lozada (Université de Ciudad Juarez, Mexique).

Le débat scientifique sur l'urbanisme orienté vers le rail et les transports en commun est d'actualité : l'une des interviews réalisées dans le film de Christian Lallier soutient qu'il n'existerait jusqu'à présent pas de preuves scientifiques d'un effet du TOD sur la mobilité. Or une étude récente (Arrington *et al.*, 2008) citée par Robert Cervero dans son discours introductif de la conférence BUFTOD montre, à partir de 17 cas sélectionnés aux USA, que le volume de trafic automobile généré par unité de logement est inférieur de moitié dans le cas d'un quartier TOD. Par ailleurs une récente recherche Predit (Beauvais Consultant / KCW 2013) montre un avantage des quartiers TOD par rapport à la situation de référence, vis-à-vis de quatre critères en rapport avec le développement durable, pour les trois cas étudiés.

CONCLUSION

La problématique portée par Bahn.Ville, d'un développement urbain orienté vers le rail est directement liée aux objectifs des politiques urbaines actuelles. Le programme a abouti à un ensemble d'enseignements, d'indications opérationnelles et a inspiré des mises en œuvre.

Nous avons exposé dans le présent chapitre une liste de six groupes de recommandations et de préconisations pour les projets urbains orientés vers le rail. En matière d'applications inspirées par Bahn.Ville, nous retiendrons plus particulièrement les quatre éléments ci-après, qui se situent à des niveaux différents. Les deux projets Bahn.Ville 1 et 2 ont donné une importance particulière aux bonnes pratiques dont on sait l'importance dans le domaine de l'aménagement, avec leur étude, les échanges (entre chercheurs, praticiens et élus) et la diffusion des connaissances. En ce qui concerne l'une des actions de Bahn.Ville 2, le comité de pilotage de l'étoile ferroviaire stéphanoise a choisi d'étendre la méthodologie développée dans le projet sur la ligne St-Etienne-Firminy à l'ensemble des autres axes pour l'étude de l'introduction d'un système de tram-train. D'autre part, l'action de test d'un observatoire croisé foncier/transport a produit un guide méthodologique pour la mise en œuvre sur d'autres terrains. Enfin, l'action de Bahn.Ville portant sur les enquêtes mobilisatrices visant à faire essayer le train à un échantillon d'usagers potentiels a donné lieu à deux opérations de plus grande ampleur, lancées l'une en région Nord-Pas-de-Calais l'autre en région Picardie².

2. Pour la région Picardie : <http://intra.dreal-picardie.i2/comment-et-pourquoi-preferer-le-a4089.html> et le site <http://testerletrain.6t.fr/>

En France l'urbanisme orienté vers le rail et l'intermodalité fait actuellement l'objet de débats très importants : les implications d'un tel modèle urbain invitent à poser des questions d'organisation de l'espace, de densité aussi bien mesurée que perçue, de place des modes de transport et plus généralement du projet de ville dans son ensemble. Les aspects essentiels mis en avant par le programme Bahn.Ville renvoient à la qualité du système de transport collectif, à la conception des gares, à l'aménagement des quartiers de gare et aux modes de faire. Ceci invite à porter une attention particulière au rôle des différents modes de rabattement vers les gares et aux principes d'aménagement qui y sont associés, ainsi qu'aux manières de faire qui appellent au décloisonnement des secteurs d'intervention sur la ville et les transports. Au-delà de ces aspects, deux leviers sont identifiés autour des questions du foncier et du lien entre modes de vie et comportements des individus et des ménages. Dans ces deux domaines le programme Bahn.Ville a montré qu'il existe des marges de manœuvre en faveur et dans le cadre d'un urbanisme orienté vers le rail et l'intermodalité. Ainsi par exemple sur le territoire de la Taunusbahn les chercheurs ont développé un outil de marketing personnalisé pour les ménages cherchant à se localiser. Les critères incluent les terrains et logements disponibles associés à une description fine de l'offre de transport mettant en avant l'alternative à l'automobile basée sur le rail pour les besoins de tous les membres du ménage.

Sur le plan international Bahn.Ville renvoie aux travaux scientifiques et aux applications identifiées sous le vocable du *Transit Oriented Development* (TOD) qui s'inscrivent dans une approche de développement urbain durable ; Bahn.Ville a contribué à l'élaboration d'outils pour sa mise en œuvre, adaptés plus particulièrement à certains contextes européens.

BIBLIOGRAPHIE

- Arrington G.B., T. Borkowitz, K. Iboshi-Sloop, E. Hull, J. Rosales, S. Poticha, J. Wood, R. Dunphy, and C. Koelbel, 2008 : 3, « TCRP Report 128 : Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel », *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington, DC.
- Beauvais Consultant, KCW, 2013, Rapport final projet Predit *EVALUTOD – Évaluation des aménagements centrés autour des gares*.
- Bozzani-Franc Sandra, Thomas Leysens, Alain L'Hostis, Claude Soulas et Bogdan Vulturescu, 2010, « Un Urbanisme orienté vers le rail illustré par le projet Bahn.Ville », *Innovations dans les transports*

- guidés urbains et régionaux*, Claude Soulas et Martine Wahl (dir.), Hermès Science.
- Cervero R., and K. Kockelman, 1997, « Travel Demand and the 3Ds : Density, Diversity and Design », *Transportation Research Part D 2*, n° 3, p. 199-219.
- Ewing R., and R. Cervero, 2010, « Travel and the Built Environment », *Journal of the American Planning Association 76*, n° 3, p. 265-294.
- Lallier Christian, 2010, « La ville sur des rails. L'utopie de la métropole », film documentaire, coproduit par le Service de la Recherche du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer & Objectif Images.
- Soulas C. *et al.*, 2010, Rapport final, projet Predit *PORT-VERT – Plusieurs Options de Rabattement et Transfert vers les Réseaux de Transport / Approche multi-aspects des diverses formules d'intermodalité*.
- Leysens T., 2011, *Reconfiguration des réseaux de transport et renouveau urbain. L'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail*, Thèse de doctorat Aménagement, Université de Lille 1. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00634191/>.
- Maupu J.L., 2006, *La ville creuse pour un urbanisme durable : nouvel agencement des circulations et des lieux*, L'Harmattan.
- Pretsch H., Spiesshofer A., Puccio B., Soulas C., Leclercq R., Bentayou G., 2005, *Enseignements du projet Bahn.Ville / Ergebnisse und Hinweise für die Planungspraxis aus dem Projekt Bahn.Ville*.
- Puccio B., Pretsch H., Soulas C., Wulfhorst G., 2003, « The Bahn.Ville project : rail oriented development and intermodality in French and German urban regions », *European Transport Conference*, Strasbourg, octobre.
- Vulturescu B., L'Hostis A. et Soulas C., 2011, « Simulation des temps de parcours du transport ferroviaire régional du bassin de vie stéphanois dans le cadre du projet Bahn.Ville », *Recherche Transports Sécurité 27*, n° 4, p. 283-297.

La mobilité entravée

CHAPITRE 8

Mobilité et pauvreté

Sylvie Fol

UMR Géographie-Cités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

INTRODUCTION

Au cours des cinquante dernières années, la mobilité a connu, en France comme dans les autres pays industrialisés, une croissance spectaculaire. Récemment, de nombreuses recherches ont montré les enjeux de cet accroissement (Urry, 2000 ; Lévy, 2000 ; Bourdin, 2005) et en ont analysé les effets sociaux et spatiaux (Rémy, 1996 ; Ascher, 2003). Les mobilités apparaissent ainsi aujourd'hui comme « constitutives de la société urbaine contemporaine » (Dupuy, 2000) et la possibilité de se mouvoir conditionne l'accès à des ressources de plus en plus éloignées les unes des autres (Ascher, 2000). De plus, dans les représentations, l'avènement d'une mobilité post-fordienne caractérisée par « l'hyperchoix des territoires de vie et d'activité » est marqué par une valorisation positive des mobilités (Orfeuil, 2000). Cependant, tous les groupes sociaux ne sont pas concernés au même titre par l'explosion de la mobilité et celle-ci constitue aujourd'hui un véritable discriminant social. Ainsi, les pratiques de déplacements différenciées des citoyens sont à l'origine de nouvelles formes d'inégalités, les groupes sociaux les plus démunis ayant un accès bien moindre à la mobilité (Orfeuil, 2004). Dans un contexte où l'étalement urbain a augmenté les distances à parcourir pour accéder à une bonne partie des ressources urbaines, la faible mobilité des pauvres pose problème. Elle restreint leur accessibilité à des ressources de plus en plus dispersées. Comme l'indique Jean Rémy (2000), dans un contexte de mobilité généralisée, « la ville se définit de moins en moins comme un lieu où les échanges entre diverses activités demandent leur concentration dans un espace réduit ». Ce qui prévaut, au contraire, c'est un desserrement spatial où le temps de déplacement peut rester constant si la rapidité des déplace-

ments grandit. Dans ce contexte, les individus les moins mobiles sont aussi ceux dont l'accès est le plus réduit.

Les disparités de mobilité sont le résultat des inégalités sociales mais elles contribuent en retour à accentuer celles-ci. En effet, les groupes dominants possèdent une plus grande faculté de délocalisation. Ils disposent de réseaux sociaux qui ne sont pas uniquement fondés sur la proximité spatiale et de grilles de lecture de l'espace facilement transposables d'un lieu à un autre (Rémy et Voyé, 1992). Dès lors, les groupes dont la capacité de mobilité est élevée disposent des atouts indispensables pour sélectionner leur localisation résidentielle, se placer sur le marché du travail ou choisir leurs lieux de loisir. À l'opposé, les groupes dont l'aptitude à la mobilité est la plus faible courent le risque de l'isolement et de la marginalisation (Urry, 2000 ; Orfeuil, 2004). La mobilité devient ainsi une ressource de plus en plus décisive (Rémy, 1996), tandis que la capacité à se déplacer fait désormais partie du « capital » des individus (Lévy, 2000 ; Kaufmann, 2002). Cette capacité devient la condition d'une inscription normale dans la vie sociale, d'autant plus indispensable que les fonctions qui étaient jusque-là assurées par le voisinage se déploient aujourd'hui à une échelle beaucoup plus vaste (Orfeuil, 2004). De plus, la mobilité est aussi une condition de l'accès au marché du travail, alors même qu'elle a contribué à intensifier les situations de concurrence sur ce marché. En effet, aujourd'hui, un employeur peut recruter sur un marché beaucoup plus étendu sur le plan spatial, fragilisant ainsi la position de ceux dont la capacité de mobilité est faible.

Dans cet article, nous tenterons de montrer que dans les sociétés urbaines contemporaines, la mobilité est devenue une norme sociale et une forme de capital, inégalement distribué. L'évolution des formes d'urbanisation et l'accentuation de la dépendance automobile ont engendré des inégalités de mobilité mais aussi des disparités d'accès croissantes, que nous mettrons en avant dans le cas de la France. Nous analyserons ces inégalités et leurs effets, plus particulièrement dans le domaine de l'emploi. Enfin, nous montrerons que pour les groupes sociaux les plus défavorisés, le plus faible accès à la mobilité se traduit par des pratiques fondées sur la proximité, qui leur permettent, dans une certaine mesure, de compenser les effets négatifs du manque de mobilité¹.

1. Cette contribution est fondée sur une synthèse des travaux français sur les inégalités de mobilité, dont certains ont été produits dans le cadre d'un appel d'offres conjoint du PUCA et du Prédit, « Déplacements et Inégalités », lancé en 1999 et auquel nous avons participé avec Olivier Coutard (LATTs) et Gabriel Dupuy (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR Géographie-Cités). Elle repose également sur un travail de recherche sur les pratiques de mobilité des ménages pauvres, mené dans le cadre d'une habilitation à diriger des recherches, publiée en 2009 aux éditions Belin, sous le titre *La mobilité des pauvres*.

LA MOBILITÉ COMME NORME SOCIALE ET COMME CAPITAL

Dans le monde connexionniste décrit par Boltanski et Chiapello (1999), il convient, pour augmenter ses ressources, de se déplacer constamment afin de tisser de nouveaux liens. Cependant, la valorisation de la mobilité va de pair avec une évaluation des individus selon une mesure qui suppose l'accès à des ressources très inégalement distribuées. L'accès différencié à la mobilité a ainsi contribué à créer de nouvelles disparités entre les ménages pour qui elle est une arme pour accéder à une meilleure position sociale et ceux pour qui la proximité reste la référence. « L'aptitude des groupes les plus mobiles à contrôler les substitutions de lieux ou de personnes contraste en effet avec le rapport concret à l'espace des groupes et des individus qui trouvent leur identité et leur sécurité dans des territoires connus » (Haumont et Lévy, 1994). La mobilité est ainsi devenue un « indicateur de prestige social, une manière de se représenter les capacités individuelles de vaincre l'espace et le temps, de réaliser un fantasme d'ubiquité, d'agir, en même temps, à différents endroits ». Elle est dès lors un puissant facteur de stratification sociale (Martucelli, 2004).

Si la mobilité peut être le résultat d'un choix pour les individus à niveau de qualification et d'instruction élevé, les populations à faible capital culturel et économique peuvent à l'inverse être forcées à des déplacements non souhaités. Pour les premiers, elle rend possible une séparation entre les espaces où se réalisent les activités structurant la vie quotidienne et les espaces qui permettent d'être ailleurs alors que pour les seconds, elle représente une contrainte supplémentaire dans un univers déjà fortement limité par la faiblesse des différentes ressources.

C'est sur cette base que la mobilité est aujourd'hui appréhendée par plusieurs chercheurs comme un capital. Comme toute forme de capital, sa possession est inégalitaire. Ainsi, les nouvelles formes de rapport à l'espace résulteraient moins de l'accroissement arithmétique des mobilités que de l'accroissement de la mobilité comme potentiel (Lévy, 2000). Le processus de mondialisation a donné une importance considérable à un nouveau paramètre de classement, « la maîtrise différenciée des échelles » par les membres de la société (Lévy, 2000). Dans le même esprit, Vincent Kaufman (2002) définit le concept de motilité « comme la manière dont chaque acteur s'approprie le champ des actions possibles dans le domaine de la mobilité et l'utilise pour mener à bien ses projets personnels ». Au niveau individuel, la motilité est ainsi appréhendée comme un potentiel ou comme un capital. Elle représente une nouvelle forme d'inégalité sociale, liée, sans s'y

résumer, à la mobilité spatiale ou sociale. En effet, la connexité, la réversibilité et l'ubiquité étant socialement valorisées, le potentiel de mobilité contribue à définir le statut social des individus. Avec la multiplication des formes de mobilité, celle-ci devient une ressource à laquelle les acteurs ont recours pour s'approprier les différentes options qui s'offrent à eux dans un contexte donné. Or cette ressource est répartie de manière très inégalitaire.

INÉGALITÉS DANS LES PRATIQUES DE MOBILITÉ QUOTIDIENNE

En France², entre 1982 et 1994, la proportion de ménages sans voiture a régressé de 30 à 24 % (Orfeuill, 2000). Elle s'établit à moins de 19 % en 2008 (INSEE). Cependant, le taux de motorisation varie selon les revenus : alors que seulement 60 % des ménages du premier quartile des niveaux de vie possèdent un véhicule, c'est le cas de 90 % des ménages des 3^e et 4^e quartiles (Le Jeannic et Razafindranovona, 2009)³. Selon les résultats de l'enquête nationale transports et déplacements de 2008, le nombre moyen de véhicules est de 0,8 chez les ménages du premier quartile et de 1,5 pour ceux du dernier quartile. Rapporté au nombre d'adultes du ménage, le nombre de voitures possédées est de 0,5 pour le premier quartile et de 0,8 pour le dernier (Le Jeannic et Razafindranovona, 2009).

Les inégalités de mobilité selon les revenus

	Ménages premier quartile	Ménages dernier quartile
Taux de motorisation	60 %	90 %
Nb moyen de véhicules	0,8	1,5
Nb de véhicules par adulte	0,5	0,8

Source : ENT D 2008

Ainsi, même si les disparités tendent à se réduire au fil du temps et si les inégalités de revenus sont plus fortes que les inégalités de motorisation (Orfeuill, 2010), l'accès à la voiture reste inégalitaire. Il l'est

2. Cette présentation se limite au cas français. Des éléments de comparaison avec la Grande-Bretagne et les États-Unis (fondés sur des données plus anciennes) sont donnés dans Fol (2009). Les inégalités de mobilité se manifestent de manière très semblable dans ces deux pays, avec toutefois une place beaucoup plus importante de la voiture (et des inégalités accentuées pesant sur ceux qui n'en possèdent pas) dans le cas états-unien.

3. Les données mentionnées, sauf autre source indiquée, sont issues de l'enquête nationale transports déplacements de 2008, synthétisées et analysées dans l'édition 2009 de France, portrait social, par T. Le Jeannic et T. Razafindranovona, et dans la *Revue du CGDD*, en décembre 2010. Les travaux d'Orfeuill (2004) cités sont en revanche fondés sur les résultats de l'ENTD 1994.

cependant moins en France que dans d'autres pays : en effet, si 39 % des ménages pauvres français⁴ ne possèdent pas de voiture, c'est le cas de 51 % des ménages de l'Union européenne (Orfeuil, 2010). De même, la possession du permis de conduire est un révélateur d'inégalités sociales. Les travaux sur les jeunes des Zones Urbaines Sensibles (Oppenchain, 2011 ; Haddak *et al.*, 2012 ; Licaj *et al.*, 2012) montrent que ceux-ci sont très désavantagés de ce point de vue. Ils bénéficient également moins que les autres jeunes du même âge de l'accompagnement en voiture par leurs parents, qui sont d'ailleurs nettement moins motorisés. Ils font donc un usage beaucoup plus important de la marche à pied et des transports en commun. De plus, ils ont des pratiques plus tournées vers le quartier et font moins de sorties en dehors de leur commune de résidence (Oppenchain, 2011). Les particularités des pratiques de mobilité des habitants des quartiers sensibles expliquent au moins en partie le fait qu'ils soient plus touchés par le risque d'accident, notamment en tant que piétons (Haddak *et al.*, 2012 ; Godillon, 2012).

Les disparités de motorisation comme la nécessité de limiter les dépenses expliquent sans doute en partie le fait que la mobilité des ménages pauvres soit beaucoup plus faible, en termes de distance parcourue, que celle des ménages aisés (Orfeuil, 2004). Du point de vue des déplacements domicile-travail, les actifs pauvres travaillent plus souvent dans leur commune de résidence (46 % contre une moyenne de 33 %) et migrent sur des distances plus courtes (11 kilomètres contre 13 kilomètres en moyenne). Si la durée des navettes des actifs pauvres est proche de la moyenne malgré des distances plus courtes, cela s'explique par les moyens de transport utilisés (Orfeuil, 2004). Les ménages modestes font moins d'un déplacement sur deux en voiture, contre près des trois quarts pour les ménages aisés. L'usage plus important des modes lents induit des différences de vitesse au détriment des plus pauvres mais celles-ci étant moins importantes que les écarts de distance, la durée des déplacements est multipliée par 1,5

4. Les ménages pauvres sont ceux dont le revenu est inférieur à 60 % du revenu médian. En 2009, selon le rapport de l'Observatoire National de la Pauvreté, 13,5 % de la population française vit en dessous du seuil de pauvreté, soit 8,2 millions de personnes. La pauvreté touche particulièrement les familles monoparentales (près d'un tiers d'entre elles sont concernées, soit plus de deux fois plus que l'ensemble de la population), les familles nombreuses (21 % d'entre elles sont pauvres), les jeunes de 18 à 24 ans (22,5 %), les enfants (18 %) et les femmes de plus de 75 ans (15 %). En termes de répartition géographique, la pauvreté est particulièrement concentrée en Seine-Saint-Denis (alors que les autres départements franciliens ont des taux de pauvreté inférieurs à la moyenne nationale), Aude, Corse, Creuse, Pas-de-Calais et Pyrénées-orientales. Elle est particulièrement élevée dans les zones urbaines sensibles (32,4 %) mais dans l'ensemble, elle touche davantage les zones rurales (14,4 %) que les zones urbaines (12,7 %).

quand on passe de la catégorie des revenus les plus bas à celle des plus hauts (Orfeuill, 2004).

De manière générale, le budget-temps de transport augmente quand on s'élève dans l'échelle sociale même si, en termes de distances parcourues, les disparités entre catégories sociales ont eu tendance à se réduire entre 1982 et 1994. Ainsi, la distance parcourue quotidiennement est passée de 24 à 33 kilomètres pour les ouvriers alors qu'elle n'a progressé que de 40 à 41 kilomètres pour les cadres (Gallez, Orfeuill et Polacchini, 1998). Les temps de déplacements des salariés ont eu tendance à se réduire entre 1994 et 2008 (Hubert, 2009), alors que la distance au lieu de travail a augmenté ainsi que la durée des déplacements domicile-travail. De même, les écarts entre les catégories sociales, entre les actifs et les inactifs et entre les hommes et les femmes se sont réduits (Le Jeannic et Razafindranovona, 2009 ; Commissariat Général au Développement Durable, 2010). Cependant, les cadres gardent les trajets quotidiens les plus longs : 76 minutes, contre 73 pour les professions intermédiaires, 64 pour les employés et 61 pour les ouvriers (67 pour l'ensemble des actifs ayant un emploi). Si les cadres ont les durées de déplacement domicile-travail les plus élevées, ils sont le groupe dont la part des trajets liés aux loisirs dans le temps de déplacement est la plus forte (Le Jeannic et Razafindranovona, 2009).

Tandis que les groupes sociaux les plus aisés se déplacent sur des territoires plus larges, cela ne signifie pas pour autant que les catégories populaires soient « immobiles », même si les distances qu'elles parcourent sont plus faibles. En effet, le nombre de déplacements est relativement comparable entre les ménages les plus pauvres et les ménages les plus riches (Orfeuill, 2004). L'enquête déplacement de 2008 montre même que le nombre de déplacements quotidiens des cadres est désormais plus faible que celui de toutes les autres catégories (sauf les agriculteurs et professions indépendantes) : si les cadres effectuent 3,4 déplacements quotidiens (contre 3,7 en 1994), les professions intermédiaires et les employés en effectuent 3,8 et les ouvriers seulement 3,5. Les chômeurs restent la catégorie dont le nombre de déplacements est le plus faible, avec 3,1 déplacements quotidiens (Le Jeannic et Razafindranovona, 2009).

La mobilité quotidienne selon la position socioprofessionnelle

	Cadres	Ouvriers
Temps de trajet domicile-travail	76 mn	61 mn
Nb de déplacements quotidiens	3,4	3,5

Source : ENT D 2008

De même, les travaux de Lourdes Diaz, Dominique Mignot et Christelle Paulo (2004) sur l'agglomération lyonnaise ne montraient pas de différences sensibles dans le nombre de déplacements des ménages en fonction du revenu. Selon leur analyse, c'est essentiellement l'accès aux différents modes de transports qui distingue les pratiques de mobilité des ménages. Christelle Paulo (2005) conclut que l'effet revenu sur la mobilité est annihilé par l'accès à la voiture particulière, le nombre de déplacements et les budgets temps étant sensiblement les mêmes pour les individus motorisés quel que soit leur revenu. Cependant, la mobilité automobile a un prix relatif beaucoup plus élevé pour les ménages pauvres, ceux-ci consacrant une part plus importante de leur budget aux déplacements lorsqu'ils sont motorisés. Jean-Pierre Orfeuil (2004) rappelle que si le salaire annuel d'un « smicard » était de 11 000 euros, la dépense annuelle totale liée à la possession et à l'usage d'une voiture atteignait 5 000 euros en moyenne. À l'inverse, les ménages pauvres dans leur ensemble, motorisés et non motorisés, consacrent une part moindre de leur revenu aux transports : alors que le poids des dépenses liées aux transports se situe entre 15 et 20 % pour les ménages dont les revenus sont situés entre le 3^e et le 10^e décile, il atteint à peine 13 % pour les ménages du 2^e décile et 11 % pour ceux du premier décile (Anguis, 2006).

La localisation résidentielle a aussi un fort impact inégalitaire sur les coûts de déplacements. Pollachini et Orfeuil avaient montré, en 1999, que si la part du budget logement reste stable quelle que soit la zone de résidence, la part du budget de déplacement augmente sensiblement avec la distance au centre de l'agglomération parisienne. Ainsi, en s'éloignant du centre, les ménages modestes cumulent des dépenses de logement qui diminuent peu et des dépenses de transport en forte augmentation, rendant leur situation financière parfois très précaire. Colombel *et al.* (2008) ont mis à jour et confirmé ces résultats, en montrant que dans les secteurs les plus éloignés du centre, le gain escompté par les ménages en termes de dépenses de logement est plus qu'absorbé par le surcroît de dépenses de déplacement. Herrgott (2012) aboutit au même résultat dans son travail sur les ménages du Bas-Rhin : 56 % d'entre eux supportent des coûts cumulés de logement et de transports particulièrement élevés. Les travaux de Benjamin Motte-Baumvol (Motte-Baumvol, 2007 ; Motte-Baumvol *et al.*, 2010) sur les ménages pauvres périurbains montrent que ces ménages sont amenés à réduire leurs déplacements pour faire face aux coûts élevés engendrés par la mobilité. Ces ajustements fragilisent beaucoup les plus modestes d'entre eux. Cette fragilité tient également aux inégalités d'accès persistantes aux ressources urbaines.

INÉGALITÉS D'ACCÈS

Si l'urbanisation avait conduit à la concentration des lieux et à l'homogénéisation des temporalités, la domination de l'automobile a au contraire conduit à l'étalement et à la dispersion des lieux et à la fragmentation des temporalités. Cette domination crée des contraintes particulièrement fortes pour les individus non motorisés, puisque leur accessibilité s'en trouve de plus en plus réduite (Urry, 2005). En effet, dans les agglomérations urbaines, ce n'est plus la distance qui structure l'espace mais l'accessibilité. Or, dans des sociétés urbaines où l'automobilité est la norme, l'accessibilité est bien souvent mesurée à l'aune du seul accès automobile (Kaufman *et al.*, 2004). Ainsi, le processus qui lie étalement urbain et automobilité génère de nouvelles formes d'inégalités en matière d'accès aux ressources urbaines, qui pèsent particulièrement sur les ménages non motorisés et donc, en particulier, sur les ménages pauvres. En effet, la croissance de la mobilité ne va pas nécessairement de pair avec une augmentation de l'accessibilité. Au contraire, « un accroissement de la mobilité peut avoir des effets inverses sur l'accessibilité, au moins pour certaines personnes et pour certaines activités » (Rémy, 2000). En effet, dans des villes faites pour l'automobile, tous les acteurs ont intégré l'aptitude croissante à la mobilité et les potentiels de déplacements offerts par les réseaux et la diffusion de l'automobile dans leurs stratégies de localisation, érigeant de fait cette aptitude en norme (Orfeuil, 2010). Cette norme exclut cependant les individus et les groupes qui ne possèdent pas les mêmes ressources pour se déplacer et, en particulier, ceux qui ont un moindre accès à l'automobile.

Les travaux de David Caubel (2006) sur l'agglomération lyonnaise illustrent ce constat. S'intéressant à l'accès aux aménités urbaines, il montre que les inégalités d'accès à la voiture sont très importantes entre les quartiers aisés et les quartiers pauvres, alors que l'accès aux ressources urbaines par les transports en commun est trois fois moins performant qu'en automobile et tend, de plus, à se réduire au fil du temps. En conséquence, l'accès aux biens et services de la ville est de fait beaucoup plus difficile pour les populations les plus fragiles. Ainsi, l'automobile fixe la norme en matière d'accessibilité comme « traduction des exigences de mobilité et d'accessibilité que la société adresse aux individus » (Caubel, 2006). Cette norme met à distance les ménages aux revenus les plus modestes et ceux qui sont captifs des transports en commun. On retrouve le même processus en matière d'accès à l'emploi.

INÉGALITÉS D'ACCÈS À L'EMPLOI

Les travaux de Martine Berger et Francis Beaucire (2002) ont cherché à tester si l'augmentation de la distance moyenne des navettes des actifs franciliens, en partie liée à la diffusion du modèle d'accession à la propriété en maison individuelle, s'était traduite par des inégalités face aux déplacements qui viendraient redoubler les clivages sociaux. Ils démontrent que la distance à Paris et la catégorie professionnelle sont les deux principaux déterminants de la longueur des navettes, auxquels s'ajoutent le type de logement et son statut d'occupation. Si les cadres font les navettes les plus longues, l'écart avec les employés et ouvriers s'est resserré entre 1975 et 1990, en raison d'un allongement moindre des navettes des premiers. Par ailleurs, les augmentations de navettes les plus significatives sont le fait des propriétaires de pavillons. Si la déconnexion croissante entre lieu de résidence et lieu d'emploi concerne toutes les catégories d'actifs, la mobilité résidentielle liée à l'accession à la propriété pavillonnaire a eu des effets différenciés selon les groupes sociaux : pour les ménages ayant déménagé en grande couronne, l'élargissement des aires de mobilité et l'accroissement des navettes a été plus prononcé chez les hommes ouvriers et les femmes employées que chez les cadres, en lien avec le processus d'éviction des couches modestes en périphérie lointaine.

Sandrine Wenglenski (2003, 2004) a tenté elle aussi de mesurer les inégalités sociales dans le potentiel d'accès physique à l'emploi des actifs résidants de l'Île-de-France. Partant du constat que, dans les villes françaises, les emplois qualifiés se concentrent davantage au centre des agglomérations que les emplois non qualifiés, elle en analyse les effets en termes d'accessibilité des emplois pour les catégories les plus modestes. En effet, si les emplois de cadres et d'ingénieurs se localisent dans des secteurs auxquels on peut accéder à partir d'une large fraction de l'aire urbaine et dans des temps raisonnables, les emplois d'ouvriers et d'employés sont plus fréquemment situés dans des zones beaucoup moins accessibles. De plus, en région Île-de-France, l'appariement entre lieux de résidence et lieux d'emploi est particulièrement mauvais pour les catégories les plus modestes. Ainsi, alors que les lieux d'emplois comme de résidence des cadres sont restés relativement concentrés, ceux des ouvriers et employés se sont davantage dispersés. En 1999, pour l'Île-de-France, le calcul de la distance moyenne de tous les emplois à toutes les résidences effectué par Sandrine Wenglenski montre un résultat nettement plus élevé pour les ouvriers (28 kilomètres) que pour les cadres (18 kilomètres). De plus, si l'on calcule l'accessibilité des marchés de l'emploi en tenant compte

du degré d'accès aux différents modes de transports, des disparités très nettes entre catégories sociales apparaissent. Ainsi, le marché de l'emploi accessible en une heure de transport est nettement plus élevé pour les cadres (67 %) que pour les employés (51 %), traduisant à la fois le plus grand accès des premiers à la voiture et les meilleures performances de celle-ci dans l'accès à l'emploi. Le très faible niveau d'accessibilité depuis les zones périphériques explique en grande partie cet écart, les employés étant à la fois plus souvent résidents de ces secteurs et moins souvent motorisés que les cadres. Cette approche en termes d'accessibilité reflète les inégalités de contraintes et de choix entre les groupes sociaux. En effet, en cas de perte d'emploi, les individus, en fonction de leur appartenance sociale, ne se trouveront pas à égalité en termes d'accès général aux emplois. Les travaux de Sandrine Wenglenski montrent cependant que du point de vue des pratiques réelles, les catégories modestes tendent à ajuster leurs stratégies de recherche d'emploi en fonction du critère d'accès et, de fait, minimisent leur temps de déplacement. Cela traduit des pratiques tendant à valoriser la proximité par rapport à une mobilité particulièrement coûteuse pour les ménages modestes.

DE LA MOBILITÉ À LA PROXIMITÉ ?

Les pratiques de mobilité quotidienne comme les stratégies résidentielles des ménages pauvres traduisent l'importance du territoire local comme lieu de mobilisation des ressources pour ces ménages. La concentration des emplois, des services et des équipements, comme celle des réseaux sociaux, exercent un puissant pouvoir d'attraction sur des populations pauvres que les politiques de logement social ont, par ailleurs, contribué à rassembler en nombre dans certains quartiers ou communes relativement bien desservis. Ce processus, que nous avons qualifié de « dépendance locale » (Coutard, Dupuy et Fol, 2000), se traduit pour ces populations par des stratégies par lesquelles elles tendent à maximiser l'usage des ressources de la proximité mais également à rester dans ces espaces, voire à y revenir, lorsque leur situation économique se dégrade. Ces stratégies se retrouvent dans les résultats des travaux de Benjamin Motte (2006) sur la dépendance automobile des ménages périurbains d'Île-de-France, qui montrent que les stratégies résidentielles des ménages non motorisés privilégient les communes bien équipées en commerces et services. Cette « dépendance aux ressources locales » est évidente si l'on considère que pour ces ménages, 70 % des déplacements pour achats se font à pied et dans un

rayon de 1 kilomètre du domicile. Lorsque les déplacements à pied ne sont pas possibles, ils ont recours au covoiturage ou à l'utilisation de la voiture des proches (Motte-Baumvol, 2007).

La difficulté à se déplacer contraint ainsi les ménages pauvres à faire un usage presque exclusif des ressources locales, restreignant ainsi grandement leurs choix en matière de consommation de biens et de services. Ils se retrouvent ainsi tributaires des ressources urbaines situées à proximité et du même coup privés des ressources plus distantes. La dégradation des services et équipements de proximité et l'éloignement croissant d'une partie d'entre eux tendent à réduire encore l'éventail des choix (Caubel, 2006 ; Motte, 2006). De même, dans les quartiers en crise, le processus d'« adaptation des services » au public de ces quartiers se traduit par une diminution des moyens et une réduction du niveau des prestations offertes à la population (Siblot, 2005). Ainsi, l'amélioration de l'accessibilité aux ressources des ménages pauvres ne passe pas nécessairement par une augmentation de leur mobilité. Il est important de mettre l'accent sur les ressources offertes par le quartier et donc d'améliorer quantitativement et qualitativement le niveau des équipements et services offerts localement aux ménages les plus modestes. Les actions mises en œuvre pour diminuer les inégalités de mobilité, qui passent la plupart du temps par des mesures visant à améliorer les conditions de mobilité quotidienne des ménages non motorisés⁵, sont seulement l'une des facettes des politiques permettant d'améliorer l'accès des ménages pauvres aux ressources urbaines.

BIBLIOGRAPHIE

- Anguis M., 2006, « Les structures de consommation des ménages à bas revenus », *Les Travaux de l'Observatoire National de la Pauvreté et de l'Exclusion Sociale*.
- Ascher F., 2000, « Les mobilités et les temporalités, condensateurs des mutations urbaines », in Bonnet M., Desjeux D. (dir.), *Les territoires de la mobilité*, Paris, PUF.
- Ascher F., 2003, « Des villes de toutes les mobilités et de toutes les vitesses : un défi pour les architectes, les urbanistes et les responsables politiques », *Communication à la Biennale d'Architecture de Rotterdam*, 9 mai 2003.
- Bacqué M.H., Fol S., 2007, « L'inégalité face à la mobilité : du constat à l'injonction », *Revue Suisse de Sociologie*, Vol. 33-1, p. 89-104.

5. Sur les politiques visant à améliorer la mobilité des ménages pauvres, voir Fol, Dupuy, Coutard (2007) et Fol (2009).

- Berger M., Beaucire F., 2002, « Mobilité résidentielle et navettes. Les arbitrages des ménages d'Ile-de-France », in Lévy J.P., Dureau F. (dir.), *L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en question*, Paris, L'Harmattan.
- Boltanski L., Chiapello E., 1999, *Le Nouvel esprit du capitalisme*, Paris, Gallimard, 843 p.
- Bourdin A., 2005, « Les mobilités et le programme de la sociologie », *Cahiers Internationaux de Sociologie*, Vol. 118, p. 5-21.
- Caubel D., 2006, *Politiques de transports et accès à la ville pour tous ? Une méthode d'évaluation appliquée à l'agglomération lyonnaise*, Thèse de doctorat, Université de Lyon II.
- Commissariat Général au Développement Durable, 2010, *Revue du CGDD. La mobilité des Français. Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*.
- Coulombel N., Leurent F., Deschamps M., 2008, « Residential Choice and Households Strategies in the Greater Paris Region », European Transport Conference, Noodwijkerhout, 2007, October 17-19.
- Coutard O., Dupuy G., Fol S., 2004, « Mobility of the Poor in Two European Metropolises : Car Dependence versus Locality Dependence », *Built Environment*, Vol. 30, n° 2, p. 138-145.
- Coutard O., Dupuy G., Fol S., 2001, *Les pauvres, entre dépendance automobile et assignation territoriale : comparaison France / Royaume Uni*, rapport de recherche pour le PUCA PREDIT.
- Coutard O., Dupuy G., Fol S., 2002, « La pauvreté périurbaine : dépendance locale ou dépendance automobile ? », *Espaces et Sociétés*, n° 108-109, p. 155-176.
- Diaz L., Mignot D., Paulo C., 2004, « Daily Mobility and Inequality : the Situation of the Poor », *Built Environment*, Vol. 30, n° 2.
- Dupuy G., 1995, *La dépendance automobile*, Paris, Anthropos.
- Dupuy G., 2000, « "Automobilités" : quelles relations à l'espace ? », in Bonnet M., Desjeux D. (éd.), *Les Territoires de la mobilité*, Paris, PUF, p. 37-51.
- Fol S., 2009, *La mobilité des pauvres*, Belin.
- Fol S., Coutard O., Dupuy G., 2007, « Transport policy and the car divide in the UK, the US and France : beyond the environmental debate », *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 31-4, p. 802-818.
- Gallez C., Orfeuil J.-P., Polacchini A., 1997, « Les évolutions de la mobilité quotidienne : croissance ou réduction des disparités ? », *RTS recherche, transport, sécurité*, n° 56, p. 27-42.
- Gobillon L., Selod H., 2002, « Comment expliquer le chômage des banlieues ? Le problème d'accès à l'emploi et de ségrégation résidentielle en Île-de-France », *Working Paper*, CREST.
- Godillon S., 2012, *Inégalités socio-spatiales devant les risques d'accidents : la rénovation urbaine comme opportunité de réduire les conflits*

- liés à la cohabitation des usages, Thèse de Doctorat, IFSTTAR, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Haddak M., Pochet P., Licaj I., Randriantovomanana E., Vari J., Mignot D., 2012, « Inégalités sociospatiales de risque routier et mobilité à l'adolescence », in L. Carnis, D. Mignot (dir.), *Pour une économie de la sécurité routière. Emergence d'une approche pour l'élaboration de politiques publiques*, Paris, Economica, coll. « Méthodes et approches », p. 99-120.
- Haumont A., Lévy J.P., 1994, « Peuplement ouvrier : la dynamique du changement », in Deniot J., Dutheil C. (dir.), *Métamorphoses ouvrières*, Paris, L'Harmattan.
- Herrgott D., 2012, *Calculer les coûts d'habiter et de se déplacer, une approche expérimentale et prospective par les enquêtes ménages-déplacements*, Doctorant mention « Aménagement et Urbanisme », Communication au 11^e séminaire francophone est-ouest de socio-économie des transports, Karlsruhe, 23-27 mai 2012.
- Hubert J.P., 2009, « Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs », INSEE Première, n° 1252.
- Kaufmann V., 2002, *Rethinking mobility. Contemporary sociology*, Ashgate.
- Kaufmann V., Bergman M., Joye D., 2004, « Motility : Mobility as Capital », *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 28. 4, p. 745-56.
- Le Jeannic T. et Razafindranovona T., 2009, « Près d'une heure quotidienne de transport : les disparités se réduisent mais demeurent », *France, portrait social. Vue d'ensemble – Consommation et conditions de vie*, INSEE, p. 117-123.
- Lévy J., 2000, « Les nouveaux espaces de la mobilité », in Bonnet M., Desjeux D. (éd.), *Les Territoires de la mobilité*, Paris, PUF, p. 155-170.
- Licaj I., Haddak M., Pochet P., Chiron M., 2012, « Individual and contextual socioeconomic disadvantages and car driving between 16 et 24 years of age : a multilevel study in the Rhône Département (France) », *Journal of Transport Geography*, Vol. 22, p. 19-27.
- Martucelli D., 2004, « Les revers de la mobilité généralisée », in Allemand S., Ascher F., Lévy J. (dir.), *Les sens du mouvement*, Paris, Belin.
- Motte B., 2006, *La dépendance automobile pour l'accès aux services aux ménages en grande couronne francilienne*, Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Motte-Baumvol B., 2007, « Les populations périurbaines face à l'automobile en grande couronne francilienne », *Norois*, Vol. 205, p. 53-66.
- Motte-Baumvol B., Massot M.-H., Byrd A., 2010, « Escaping Car Dependence in the Outer Suburbs of Paris », *Urban Studies*, Vol. 47, n° 3, p. 604-619.
- Observatoire National de la Pauvreté et de l'Exclusion Sociale, 2012, *Rapport 2011-2012*.

- Oppenheim N., 2011, *Mobilité quotidienne, socialisation et ségrégation : une analyse à partir des manières d'habiter des adolescents des Zones Urbaines Sensibles*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Est.
- Orfeuil J.P., 2000, « L'évolution de la mobilité quotidienne », *Synthèse INRETS*, n° 37.
- Orfeuil J.P. (dir.), 2004, *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir*, Éditions de l'Aube.
- Orfeuil J.P., 2010, « La mobilité, nouvelle question sociale ? » *SociologieS*, mis en ligne le 27 décembre 2010.
- Paulo C., 2006, *Mobilité et inégalité : une mesure à différentes échelles spatio-temporelles*, Thèse de Doctorat, Université de Lyon II.
- Rémy J., 1996, « Mobilités et ancrages : vers une autre définition de la ville », in Hirschorn M., Berthelot J.M., *Mobilités et ancrages. Vers un nouveau mode de spatialisation ?*, L'Harmattan.
- Rémy J., 2000, « Métropolisation et diffusion de l'urbain : les ambiguïtés de la mobilité », in Bonnet M., Desjeux D. (éd.), *Les Territoires de la mobilité*, Paris, PUF, p. 171-188.
- Rémy J., Voyé L., 1992, *La ville : vers une nouvelle définition*, L'Harmattan, Villes et Entreprises.
- Siblot Y., 2005, « Adapter les services publics aux habitants des quartiers difficiles. Diagnostics misérabilistes et réformes libérales », *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, n° 159, p. 70-87.
- Urry J., 2005, *Sociologie des mobilités*, Armand Colin.
- Urry J., 2000, *Sociology Beyond Societies. Mobilities for the Twenty-First Century*, London, Routledge.
- Vignal C., 2003, *Ancrages et mobilités de salariés de l'industrie à l'épreuve de la délocalisation de l'emploi. Configurations résidentielles, logiques familiales et logiques professionnelles*, Thèse de Doctorat, Université Paris XII.
- Vignal C., 2005, « Logiques professionnelles et logiques familiales : une articulation contrainte par la délocalisation de l'emploi », *Sociologie du Travail*, 47,153-169.
- Wenglenski S., 2003, *Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Ile-de-France*, thèse de doctorat, Université Paris XII.
- Wenglenski S., 2004, « Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Île-de-France », in *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 4-2004, p. 539-550.

CHAPITRE 9

La prise en compte des inégalités socio-spatiales dans les politiques de mobilité Analyse des outils d'observation et de pilotage de l'action collective urbaine

Sonia Chardonnel,
*Université de Grenoble Alpes, PACTE UMR 51 94,
CNRS, F-38100 Grenoble*

Florence Paulhiac Scherrer,
Université du Québec à Montréal (ESG, DEUT)

Franck Scherrer,
Université de Montréal, Institut d'urbanisme

INJONCTIONS À LA MOBILITÉ DURABLE ET « ANGLES MORTS » DES POLITIQUES URBAINES

En France, l'action collective urbaine est affectée, depuis 25 ans, par divers changements institutionnels, légaux et politiques. Les lois de décentralisation successives ont largement transféré les compétences et les responsabilités des transports terrestres aux collectivités locales et, plus spécifiquement, la gestion des transports urbains aux intercommunalités urbaines. Les politiques de transports et de déplacements urbains sont désormais sous-tendues par plusieurs impératifs légaux qui orientent durablement leur contenu : le droit au transport pour tous (LOTI, 1982) qui reconnaît l'importance de la mobilité spatiale dans la vie quotidienne ; la mobilité durable (LAURE, 1996 ; Grenelle Environnement, 2009-2010) visant à détourner les comportements de la mobilité individuelle motorisée vers d'autres modes ; l'accessibilité généralisée de tous à la ville (Loi sur l'égalité des chances, 2005) pour faciliter les chaînes de déplacements individuelles. Cependant, ces injonctions légales n'ont pas permis de garantir des réponses publiques sur l'ensemble

des facettes sociales de la mobilité quotidienne, tout comme elles ne sont pas toujours faciles à concilier ni exemptes d'impensés. En effet, rien ne garantit la conciliation des différents enjeux relevés, ni la prise en considération, par l'action urbaine, de toutes les conditions de la mobilité quotidienne. Ainsi, les principes d'une mobilité durable, notamment inscrits dans les documents de planification tels que les Plans de déplacements urbains ou plus généralement dans les agendas politiques locaux, sont-ils largement fondés sur les enjeux écologiques et économiques. Étrangement, les questions sociales (difficultés d'accès aux transports, moindre mobilité des populations pauvres, disparités d'accès à la mobilité selon des critères spatiaux, sociodémographiques, de genre ou ethnoculturels) sont moins traitées, voire apparaissent, dans certains cas, comme des « impensés » des politiques urbaines. Les angles morts de l'action qui peuvent en découler interpellent les modalités et les conditions de production de cette action. Par ailleurs, la mobilité quotidienne est également au cœur de politiques urbaines ne relevant pas directement du champ des déplacements et des transports (mais du champ de l'insertion par l'emploi par exemple) ou encore est-elle saisie par de nouvelles politiques urbaines récemment inscrites à l'agenda des agglomérations (les politiques temporelles notamment). Ces politiques éclairent différemment les enjeux de déplacements quotidiens (sous l'angle des capacités individuelles ou des temporalités urbaines pour citer deux caractéristiques majeures de ces approches) et proposent des réponses originales aux problématiques de mobilité urbaine.

Dans ce contexte, l'analyse de l'action collective urbaine dans le champ de la mobilité quotidienne peut emprunter deux voies fécondes. La première renvoie aux approches traditionnelles de l'analyse des politiques urbaines qui s'attachent essentiellement à l'étude des contenus et à la portée des politiques en question. La seconde décale le regard et les questionnements en s'intéressant aux conditions de l'action et plus précisément aux processus et aux outils qui supportent la production et la mise en œuvre des politiques urbaines. Ainsi, dans cette deuxième approche, la compréhension de la portée des politiques de mobilité et de leur capacité à prendre en compte, ou non, les inégalités, s'appuie sur l'analyse des outils de pilotage de l'action et des processus qui les sous-tendent. Ainsi, une recherche-action « La prise en compte des inégalités socio-spatiales dans les politiques de mobilité : Vers de nouvelles catégories de pensée et d'action – Grand

Lyon Action Mobilité Urbaine »¹ a analysé les modalités de production et les outils de pilotage de l'action urbaine, en les questionnant sous l'angle, d'une part, de la connaissance sur la mobilité quotidienne produite et mobilisée par les acteurs et, d'autre part, de la prise en compte par les politiques urbaines des enjeux sociaux relatifs à cette mobilité : les outils traditionnels de production de connaissances sur la mobilité urbaine sont-ils en mesure de répondre à ces enjeux ? Aux nouveaux contenus des politiques correspond-il de nouvelles façons de produire et mobiliser de la connaissance ? Les inégalités socio-spatiales liées aux besoins de mobilité sont-elles formalisées comme catégorie de pensée et d'action ? Nous avons choisi de répondre à ces questions en examinant le cas spécifique de l'agglomération lyonnaise et des politiques urbaines à l'œuvre dans le champ des transports, des déplacements urbains et de la mobilité quotidienne. Nos études de cas couvrent les principaux outils de mesure et d'observation des pratiques de mobilité quotidienne mobilisés par les acteurs en charge de ces politiques. La recherche propose également une expérimentation fondée sur une analyse secondaire de l'enquête ménages et déplacements de la région lyonnaise, EMD (2006).

LES DISPOSITIFS DE CONNAISSANCE DE LA MOBILITÉ QUOTIDIENNE FACE AUX QUESTIONS SOCIALES

Les déplacements quotidiens sont l'objet d'observations statistiques variées depuis déjà plusieurs décennies. La production d'enquêtes régulières (tous les dix ans environ) à l'échelle nationale (enquête nationale transport et communication) et à l'échelle des agglomérations (enquête ménages et déplacements) permet de mesurer les évolutions des niveaux d'équipement des ménages, de l'intensité des déplacements, des parts modales et de la géographie des échanges. La standardisation de la méthodologie de l'enquête ménages et déplacements (CERTU, 1998) est garantie par l'appui technique qu'apportent aux collectivités les services du CERTU² et des CETE³, deux orga-

1. Outre les auteurs de ce chapitre, les personnes suivantes ont participé à cette recherche : I. André-Poyaud, L. Charleux, C. Féré, L. Goujon, S. Louargant, B. Motte, K. Tabaka, L. Tortel, T. Thévenin, M. Tremblay-Breault, A. Zoubir.

2. « Le centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques est chargé de conduire des études dans le domaine des réseaux urbains, des transports, de l'urbanisme et des constructions publiques, pour le compte de l'État ou au bénéfice des collectivités locales, établissements publics ou entreprises chargés de missions de service public ou des professions en cause » (extrait Décret n° 94-134 du 9 février 1994).

3. Les centres d'études techniques régionaux participent à la mise en place et parfois aux exploitations des enquêtes ménages et déplacements au niveau local.

nismes relevant du réseau scientifique et technique du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Les missions et études de ces organismes permettent de produire une connaissance suivie sur la mobilité des personnes en France, mettant en perspective les différents résultats locaux, d'une part, et orientant certaines études vers des thématiques qui intéressent notamment les compétences de l'État, d'autre part. Ainsi, les enjeux des politiques de transport, centrés sur la planification des infrastructures mais aussi sur le défi énergétique et écologique soulevé par le Grenelle tiennent une bonne place dans les productions.

Outre la connaissance homogène et comparable que permettent les EMD entre différentes villes, leur vocation est aussi de servir le calibrage des modèles de trafic, outils de pilotage essentiels pour les AOTU (autorités organisatrices de transports urbains). Conçus pour décrire l'entité « déplacement », les dispositifs d'enquêtes et les traitements statistiques qui en découlent permettent surtout de consolider une connaissance sur les pratiques avérées des déplacements, mesurées par les volumes, les moyens et les échanges entre zones, et ce, pour les déplacements « types » un jour de semaine ouvrable. D'ailleurs, c'est quand le trafic est par hypothèse maximal que sont réalisées les enquêtes (EMD), c'est-à-dire les jours « ouvrables » de semaines hors vacances.

Pourtant, produire une observation instantanée sur le mouvement (déplacement) plutôt que sur ce qui le motive (les programmes d'activités) présente aujourd'hui des inconvénients lorsqu'il s'agit d'éclairer les *problèmes* de mobilité auxquels les individus font face et qui peuvent contribuer à fragiliser leur situation de vie quotidienne. Pour comprendre et ensuite agir sur ces problèmes, il est utile de décrire les conditions sociales, spatiales et temporelles dans lesquelles les personnes et leur ménage peuvent effectuer leur mobilité. Plutôt que de penser en termes de déplacements, cela implique de raisonner sur « les potentiels » des individus qui varient en fonction des ressources (des offres d'emploi, de transport, de services, etc.) disponibles autour de leurs lieux de vie. Les conditions d'accessibilités différenciées aux ressources peuvent dans certains cas générer des inégalités sociales, et c'est ici que se situe l'enjeu de connaissance pour les décideurs afin d'identifier ces mécanismes et de proposer des solutions pour l'action.

Plusieurs facteurs explicatifs de ces inégalités sont désormais bien documentés par la recherche : pauvreté et mobilité (Fol, 2009), dépendance automobile (Dupuy, 1999 ; Motte, 2007), accès au volant (Paulo, 2007), accès aux territoires et à l'emploi (Wenglenski, 2003), accès aux

aménités urbaines (Caubel, 2006 ; Motte, 2008) sont autant de voies de recherche explorées. Les méthodes et les expérimentations menées sur différents territoires et soutenues par le Predit ont aussi fait l'objet de synthèses (Madre et Gascon, 2004) qui proposent des pistes pour renouveler les dispositifs de connaissances utiles à l'action urbaine. Il est ainsi montré que les enjeux sociaux, intriqués dans des impératifs de durabilité économique et environnementale, nécessitent de faire évoluer la connaissance des déplacements et des flux vers une meilleure caractérisation des comportements des individus et de leur ménage.

RÉSULTATS TIRÉS DE L'ANALYSE DE L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE

L'agglomération lyonnaise a présenté plusieurs atouts face aux questionnements initiés par la recherche « Grand Lyon Action Mobilité Urbaine ». Premièrement, l'unité de la scène d'action constituée par le partenariat avec le Grand Lyon (notamment avec la Mission temps et services innovants) et l'association avec l'AOTU, le SYTRAL, ont permis de mettre en valeur la question des différents lieux de production et des circuits de diffusion/échanges de la connaissance sur la mobilité quotidienne. Deuxièmement, l'agglomération lyonnaise est un des exemples français d'action urbaine innovante, dans le champ de la mobilité, portée à l'échelle de l'agglomération par des acteurs supra-communaux. L'innovation réside notamment dans un spectre large de politiques urbaines diversifiées, chargé des questions de mobilité urbaine, couvrant le champ du développement des réseaux de transport, mais aussi celui des plans de mobilité au lieu d'activité et celui des aides individualisées à la mobilité. Ainsi, trois outils distincts de production de connaissances sur la mobilité quotidienne au sein de l'agglomération lyonnaise ont tout d'abord été analysés : l'EMD de 2006 ; les diagnostics à l'origine des Plans de déplacements interentreprises portés par la Mission temps et services innovants du Grand Lyon ; et ceux mobilisés pour définir les aides individuelles à la mobilité portés par la Mission insertion du Grand Lyon⁴. En parallèle, nous avons mené une analyse secondaire de l'EMD de 2006 afin de ré-explorer ces données sous l'angle des pratiques des individus et de leurs ménages.

4. Les résultats de l'analyse des diagnostics relatifs aux dispositifs d'offre de transport à la demande portés par les acteurs des politiques d'insertion ne seront pas exposés dans ce chapitre.

L'enquête ménages et déplacements : un outil de connaissance historique, entre routine et adaptation

La production récente d'une ambitieuse EMD à l'échelle de la région urbaine lyonnaise (2006) a permis de mesurer le renouvellement, la portée et les limites de cet outil « structurant » dans le champ de la connaissance institutionnelle de la mobilité urbaine. L'objectif de notre analyse est de rendre compte, à travers l'analyse d'entretiens menés auprès des acteurs de l'agglomération lyonnaise chargés des questions de mobilité⁵, de la manière dont les dimensions sociales sont appréhendées autour de trois moments clefs que sont la production des données de l'enquête, la circulation des analyses et enfin les transformations (évolutions) de cet outil.

Outre le besoin de mise à jour des données de mobilité sur l'agglomération conformément à la périodicité des EMD, l'objectif majeur recensé au moment de la production de l'enquête réalisée en 2006 était d'élargir le périmètre d'observation afin de mieux comprendre les échanges entre l'agglomération et le reste de la métropole lyonnaise. Intégrer les pôles secondaires (Vienne, Bourgoin/Isle-d'Abeau, Villefranche/Beaujolais) dans le processus de collecte permettait tout à la fois de documenter les préconisations du PDU (2005) et de développer une culture commune des déplacements entre les partenaires.

Par conséquent, l'enjeu majeur de connaissance qui a guidé les analyses de cette enquête 2006 était d'obtenir une image fine de la géographie des flux et des échanges afin, notamment, de comprendre les rôles et les niveaux d'autonomie des différents pôles de la métropole. D'une certaine manière, cette priorité accordée à l'augmentation du rayon spatial de l'enquête s'est faite au détriment de la recherche de données plus qualitatives sur la mobilité. De la même manière, la diffusion des résultats (plaquettes, conférences de presse) auprès des différents partenaires de ce nouveau périmètre a primé sur le contenu des analyses qui est resté généralement standard.

Pour autant, l'EMD-2006 a fait l'objet d'une vingtaine d'études complémentaires qui ont été recensées en 2010 par le CETE⁶. Les analyses sur le niveau de la mobilité individuelle, sur les reports modaux, ou encore sur les effets énergétiques et écologiques des déplacements sont

5. Les entretiens ont été menés auprès d'un représentant de l'autorité organisatrice des transports (SYTRAL) maître d'ouvrage de l'EMD, d'un représentant du CETE de Lyon, un représentant du CERTU et enfin un représentant de l'agence d'urbanisme de Lyon (AMO sur l'enquête) chargé des études sur la mobilité.

6. Note de travail, « Utilisation des EMD et attentes vis-à-vis du CERTU ; compte-rendu d'entretien autour de l'utilisation de l'EMD de l'aire métropolitaine lyonnaise (AML) 2006 », 7 juillet 2010.

les plus nombreuses et sont couplées à des travaux de modélisation. En outre, l'accès à l'emploi, l'impact du coût énergétique de la mobilité sur les ménages et les inégalités face aux risques routiers sont des thématiques soulevées dans différentes analyses. Si l'approche par la dimension économique de la mobilité des ménages est centrale, on peut aussi souligner l'apparition de questions sociales renouvelées, notamment autour d'une meilleure approche des contraintes organisationnelles et individuelles entraînées par certains modes de vie (travail de nuit) ou certaines tendances sociétales (le vieillissement). Certaines de ces études entrent dans des démarches d'observatoires et d'atlas (menés notamment par l'agence d'urbanisme) qui capitalisent au fil des années des indicateurs sociaux (spatialisés), mais la mobilité (et l'enquête ménages et déplacements en particulier) n'est utilisée que très partiellement dans ces productions. D'autres études émanent de demandes plus ciblées, notamment des politiques temporelles qui cherchent à revisiter par la question des modes de vie et des pratiques temporelles les conditions de vie des habitants (nous y reviendrons dans le paragraphe suivant).

Pour autant, ce traitement de la question sociale en 2006 diffère assez nettement de celui qui avait été mené lors de la précédente enquête en 1995. En effet, marquées par un contexte politique national ambitieux en termes de Politique de la Ville (contrat de ville), les collectivités avaient alors des objectifs assez précis quant à la mise en œuvre et le suivi d'actions en direction des quartiers prioritaires (Développement Social des Quartiers, « DSQ »). Les secteurs de tirage de l'EMD 1995 ont alors été découpés afin que chaque quartier DSQ corresponde à un secteur : les habitants de ce quartier sont ainsi identifiés et l'échantillonnage garantit une bonne représentativité. Une analyse particulière, comparative avec l'enquête de Lille est réalisée par le CETE de Lille afin de tester les hypothèses souvent posées sur la faible mobilité (en volume et en motifs) de ces populations dans des espaces restreints et plutôt centrés sur leurs quartiers. Les conclusions de l'étude confirment la faible mobilité, mais infirment l'effet de quartier. Cette préoccupation sociale de la mobilité des quartiers est particulièrement encouragée par les préoccupations de l'État qui est alors impliqué fortement dans la production des EMD. Une commande spéciale faite par le CERTU (CERTU, 2005 b) (lui-même répondant aux ministères chargés de l'Équipement, des Transports, de l'Habitat et de la Politique de la ville) à la FNAU par l'intermédiaire de trois agences d'urbanisme (dont celle de Lyon) en témoigne ; cette étude permet de montrer qu'une production importante de diagnostics suivant des méthodologies et des objets divers existe dans les différentes agglomérations. Elle éclaire aussi la variété des indicateurs construits à partir de sources de

données nombreuses parmi lesquelles les EMD figurent. Nous retenons de cette étude bilan qu'à la fin des années 2000, la politique nationale menée autour des quartiers a suscité beaucoup de besoins en termes de connaissances, mais qu'elles sont restées somme toute soit dans des logiques sectorielles (politique sociale, politique transport) croisant peu les différentes sources de données, soit dans des approches spatiales centrées sur l'échelle du quartier et produisant du coup peu d'effets sur des actions possibles à l'échelle des agglomérations.

L'analyse de la production de connaissances, à travers l'exemple de l'EMD de Lyon, révèle finalement des évolutions internes récentes, préjudiciables à la prise en compte des inégalités sociales ; plus généralement le standard de l'outil permet difficilement de produire des indicateurs qui prendraient en compte des facteurs pas directement liés aux seuls déplacements pour expliquer les situations d'inégalités socio-spatiales (voir tous les facteurs constitutifs du « capital » de mobilité cités par S. Fol). Ces limites sont plutôt inhérentes aux routines de production de la connaissance que cet outil historique empruntent depuis plus de 35 ans. Ainsi, la décentralisation récente de cet outil de connaissances en direction des territoires et des acteurs locaux de la région métropolitaine lyonnaise a eu pour effet de faire disparaître, en 2006, la question sociale liée à la Politique de la Ville, au profit d'un besoin de connaissance des territoires nouvellement intégrés dans le périmètre de l'EMD. De ce point de vue, la territorialisation de l'outil a fait nettement évoluer les besoins de connaissance et en conséquence les façons de lire et de comprendre la mobilité quotidienne sur la région métropolitaine. Ensuite, il apparaît que l'EMD ne permet pas vraiment de produire des catégories de pensée pertinentes pour l'action collective, visant à traiter des nouvelles formes d'inégalités socio-spatiales qui pourtant se trouvent renforcées par l'impératif de « mobilité » qui pèse sur la société (voir le chapitre de Sylvie Fol dans cet ouvrage). En effet, l'EMD ne renseigne pas assez précisément sur les situations sociales des personnes et ne permet pas d'établir de lien avec les autres politiques urbaines luttant contre les inégalités sociales. Ainsi, l'EMD peine à apporter une aide pour guider des actions urbaines transversales qui tiennent compte des effets de cumul des fragilités sociales. Ainsi, face aux nouvelles façons d'appréhender les enjeux urbains de déplacements et de mobilité quotidienne au sein de l'agglomération lyonnaise, l'outil s'avère peu efficace. Cet outil de connaissances, historique et majeur pour l'action, semble s'adapter difficilement aux problématiques soulevées par les politiques temporelles par exemple. Mais cette limite est finalement porteuse, en retour, d'innovations locales, comme nous allons le démontrer ci-dessous.

***Les diagnostics des plans de déplacements interentreprises :
de nouveaux outils de connaissances de la mobilité au service
du renouvellement de l'action urbaine***

La loi SRU⁷ a institué l'obligation, pour les grandes villes, de créer, sur la base de quelques expériences, des Bureaux des Temps. Ces nouveaux dispositifs de l'action publique locale, aux allures d'administration de mission, ont pour objectif de faire prendre en compte dans l'organisation des services urbains les disparités sociales qui naissent des désynchronisations des temps sociaux (temps de travail, temps libres, temps domestiques) dans la ville. Cette nouvelle action publique passe par la promotion de mesures innovantes (horaires élargis des services publics, lignes de TC de nuit, etc.). Ainsi, au sein du Grand Lyon, la Mission temps et services innovants, en charge de ces politiques temporelles, est-t-elle notamment à l'origine de la mise en œuvre des Plans de déplacements interentreprises, qui visent à favoriser l'accès des salariés aux zones d'emploi multi-activités, en incitant au report modal, grâce à de nouveaux services de mobilité. Ils tentent d'agir sur les conditions et à la source des déplacements pendulaires des salariés⁸. L'enjeu est alors triple : optimiser les conditions du déplacement individuel (sécuriser le déplacement, améliorer l'accessibilité et l'équité des déplacements, etc.) ; réduire les externalités négatives sur l'environnement (diminuer l'autosolisme⁹, développer les services aux personnes sur zone, etc.) ; améliorer la productivité des entreprises (diminuer l'absentéisme et les retards, dégager de l'offre foncière, etc.).

Les diagnostics produisent une connaissance fine des pratiques, des contraintes et des potentiels d'accessibilité des salariés et des lieux d'emploi. À une connaissance des différentes dimensions des pratiques de déplacements des salariés (origine des déplacements, pratiques modales, temporalité du déplacement) s'ajoute une connaissance des dimensions temporelles et des « dynamiques de peuplement » des sites à l'échelle de la journée des actifs ainsi que des contraintes liées à la chaîne de déplacement des individus. Une accessibilité individuelle et une accessibilité réelle de la zone ainsi que des potentiels d'accessibilité (vélo, covoiturage) sont ainsi déterminés. Il n'en demeure pas moins que l'approche de l'accessibilité des salariés à leur lieu d'emploi est surtout spatiale. L'approche socio-économique des capacités pro-

7. Loi Solidarité et renouvellement urbains (2000).

8. Les PDIE se sont développés sur la base d'un cofinancement entre le Grand Lyon, la Région et l'ADEME et bien entendu d'un partenariat étroit avec les entreprises concernées.

9. Autosolisme : fait de circuler seul dans un véhicule.

pres à chaque individu est peu ou pas traitée. Le diagnostic aborde les contraintes de déplacement des individus et de l'accessibilité au lieu d'emploi essentiellement sous l'angle des contraintes temporelles (concordance ou non entre temps de déplacement, horaires de travail et offre de transport) et spatiales (distance à parcourir). Se pose aussi la question de l'évaluation de ces dispositifs car il n'est pas sûr que les diagnostics conçus de manière *ad hoc* pourront être renouvelés et reproduits régulièrement dans le but de comparaisons dans le temps. De même, il reste aussi difficile de mesurer les effets des plans de déplacements à l'échelle élargie des communes et des agglomérations dans lesquelles se jouent pourtant les politiques d'emploi et de transport.

Bien que les diagnostics des PDIE et la connaissance produits ne soient pas ciblés sur les inégalités, ils ont cependant permis d'alimenter les réflexions et la décision publique sur l'offre de transport en commun relativement aux déplacements des salariés notamment. Une certaine circulation des connaissances a un impact sur les actions prises dans d'autres champs de politiques, ici celui de l'offre de transport. Ainsi, les PDIE ne viennent pas véritablement en « correctif » à des inégalités établies, mais seraient plutôt conçus comme des actions « préventives » à des difficultés d'accès à l'emploi dont on sait par ailleurs que toutes les catégories de personnes ne sont pas égales face à cet accès : ainsi, on traite ici la « vulnérabilité » (le salarié potentiel risque de ne pas accéder au lieu d'emploi).

Retour sur l'EMD : les vertus potentielles des analyses secondaires

Enrichir l'action publique urbaine par une meilleure connaissance des besoins et des conditions de vie des populations des agglomérations semble aujourd'hui un besoin identifié par les acteurs, agissant soit sous l'angle des déplacements et des transports, soit sous l'angle des politiques sociales et de la qualité de vie. Nous avons vu que les outils, les études, les diagnostics ne manquent pas, mais ils restent souvent très thématiques et souffrent d'une circulation limitée entre les secteurs de l'action. Ainsi, alors que l'EMD recèle une information fine et détaillée sur les pratiques des individus et de leurs ménages, ses exploitations restent ancrées sur l'analyse du seul déplacement, paramètre-étalon sur lequel est basé l'essentiel des politiques de transport. Pour autant, lorsque les enjeux sociaux liés à la mobilité des personnes sont posés, il est admis que, à lui seul, le déplacement ne peut décrire et donner à comprendre la variété des facteurs qui expliquent les différences, voire les inégalités entre les ménages. Aujourd'hui des poli-

tiques urbaines innovantes (comme les politiques temporelles) tentent d'aborder la question de la mobilité plutôt par le biais des modes de vie des habitants et de la gestion de leur temps quotidien.

Cherchant à répondre à cette approche, nous faisons l'hypothèse méthodologique que l'EMD – bien que pensée pour illustrer des logiques de flux – peut aussi mettre en évidence des systèmes « archétypiques » de mobilité. L'objectif vise à découvrir de nouvelles catégories d'interprétation de la mobilité basées sur les pratiques des individus, qui résultent d'une combinaison complexe de facteurs tels que : les activités motivant le déplacement, les cheminements et les lieux dessinant le territoire quotidien fréquenté, ainsi que les rythmes et les routines cadencant l'ensemble. L'intégration d'une réflexion sur les modes de vie et les pratiques quotidiennes permet de replacer le déplacement parmi toutes les autres activités des personnes et ainsi d'évaluer les systèmes de contraintes qui pèsent sur les ménages ; et par conséquent sur leurs conditions d'accès plus ou moins facile à la ville et à l'emploi en particulier pour les personnes peu qualifiées et/ou à faible revenu. Dans le courant des années 70, des études abordant la mobilité des personnes par l'analyse de leurs programmes d'activités ont été menées. On citera par exemple les travaux de la *time-geography* et plus particulièrement ceux de Bo Lenntorp (Lenntorp, 1976) sur la simulation de l'usage de systèmes de transport en commun en fonction de programmes d'activités-type à partir de différentes localités de l'espace. Parmi les travaux précurseurs, figurent aussi ceux du Laboratoire d'Économie des Transports (Raux, 1983) en France et plusieurs études à l'étranger basées sur des corpus d'enquêtes décrivant les activités et les déplacements sur plusieurs journées consécutives (Hanson, 1986 ; Arentze *et al.*, 1999 ; Axhausen *et al.*, 2000). Cette approche est aujourd'hui bien formalisée (McNally, 2000) derrière un courant nommé « activity-based approach ». Plus récemment, des analyses basées sur les données d'enquêtes ménages et déplacements ont tiré partie des informations temporelles sur les budgets-temps des personnes pour caractériser les conditions de mobilité (voir le chapitre d'Iragaël Joly dans cet ouvrage).

Dans cette lignée, à l'instar d'expérimentations menées sur l'EMD de Grenoble (André-Poyaud *et al.*, 2008), ou sur les actifs d'Île-de-France (Prétari *et al.*, 2010), nous avons analysé de manière secondaire l'EMD de Lyon en utilisant l'ensemble des chaînes de déplacements individuelles pour reconstituer les emplois du temps des Lyonnais. L'accent est mis sur les activités réalisées entre deux déplacements (le motif devient l'activité), montrant comment la mobilité sert les programmes d'activités des ménages. L'analyse consiste alors à mettre en

relation¹⁰ l'ensemble des variables (budgets-temps accordés aux différentes activités, profils sociodémographiques des personnes et de leur ménage, fréquence et mode des déplacements) qui se combinent dans la programmation et l'agencement des activités et des lieux des populations. Le résultat de ce type d'approche met en évidence des formes récurrentes d'emplois du temps guidés par le niveau d'insertion sociale et professionnelle des personnes (avoir ou pas un emploi ou une formation), par le type de ménage (avoir ou pas des enfants) et par le genre. Le niveau de mobilité semble aussi associé à ces grands types puisque la capacité à se déplacer (ou à combiner ses déplacements avec ceux des autres membres de son ménage) est d'autant plus grande que les personnes sont dotées d'une activité et d'un entourage social et familial. *A contrario*, se distinguent clairement des catégories de personnes dont les emplois du temps sont plus contraints, soit dans la variété des activités, soit dans la capacité à se déplacer.

Ces résultats nourrissent la connaissance des caractéristiques des populations en difficulté, de leur pratiques de mobilité et des conditions d'accès à l'emploi, en proposant d'interroger à la fois les modes et les rythmes de vie des individus, ainsi que leurs stratégies de conciliation de leurs activités, dans des contextes de plus ou moins grande vulnérabilité face à la mobilité.

CONCLUSION

Les outils de connaissances de la mobilité quotidienne à l'échelle de l'agglomération lyonnaise relèvent de deux catégories complémentaires : la première, celle des outils de pilotage historiques de l'action urbaine dont l'élément central, tant en termes de mobilisation de moyens que de production de connaissances, est bien entendu l'EMD ; la seconde, celle des outils récents dont les acteurs locaux se sont dotés au regard des évolutions de leur agenda et plus largement des enjeux territoriaux.

Ces outils ont connu des évolutions spécifiques. Les évolutions les plus récentes du protocole de l'EMD sont impulsées par une décentralisation du protocole (l'État devenant un simple partenaire parmi d'autres) et une territorialisation de plus en plus forte de l'outil (élargissement du territoire d'étude). Mais cette étape de transition pour les acteurs locaux, qui s'approprient encore davantage l'outil, a eu pour

10. Une analyse factorielle, puis une classification ascendante hiérarchique sont utilisées pour le traitement de ces données.

corollaire de minimiser certains enjeux de connaissances, notamment autour des questions socio-spatiales de la mobilité quotidienne.

Les diagnostics PDIE démontrent, quant à eux, la capacité des acteurs locaux à innover et à s'adapter aux enjeux territoriaux et à leur évolution. Par un processus incrémental, un outil de connaissance de la mobilité quotidienne, ou peut être plus exactement de l'accessibilité aux lieux d'emplois, est créé puis s'institutionnalise progressivement et se standardise enfin. L'innovation devient alors routine.

Ce faisant, l'innovation va au-delà de la production de connaissances. En effet, les diagnostics produits, dans le cadre des PDIE, vont circuler entre les acteurs locaux de la mobilité quotidienne et alimenter d'autres secteurs de politiques urbaines, comme celle de l'offre de transports en commun. Les diagnostics PDIE sont à l'origine de la création de certaines lignes de bus. Qu'en est-il de la circulation des connaissances produites par l'EMD ? Celle-ci est relativement faible d'un secteur à l'autre de l'action urbaine. Cependant, la multiplication des analyses de l'EMD issues de travaux de recherche et leur diffusion progressive auprès des acteurs tend à démontrer que cet outil est susceptible d'élargir le spectre de la connaissance de la mobilité quotidienne et d'apporter de nouveaux éclairages sur les conditions de vie et de mobilité des individus en fonction de leurs programmes d'activités.

BIBLIOGRAPHIE

- André-Poyaud I., Chardonnel S., Charleux L., Tabaka K., 2008, « La mobilité au cœur des emplois du temps des citadins », in Chalas Y. et Paulhiac F. (éd.), *La mobilité qui fait la ville*, Certu, p. 67-95.
- Ascher François, 2008, *La société évoluée, le politique aussi*, Paris, Odile Jacob.
- Arentze T.A., Hofman F., van Mourik H. and Timmermans H.J. P., 1999, « A qualitative approach to modelling space-time behaviour of individuals in urban environments : the case of trip chaining », in Rizzi P. (ed.), *Proceedings of the 6th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*.
- Axhausen K.W., Zimmerman A., Schönfelder *et al.*, 2000, « Observing the rhythms of daily life : a six-week travel diary », *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 25, Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik, ETH, Zurich.
- Caubel D., 2006, *Politique de transports et accès à la ville pour tous ? Une méthode d'évaluation appliquée à l'agglomération lyonnaise*, thèse de doctorat en sciences économiques, économie des transports, Laboratoire d'Économie des Transports, Université Lyon 2.

- CERTU, 1998, *L'enquête ménages déplacements. « Méthode standard »*, Lyon, CERTU.
- CERTU, 2005, *Quelle est la mobilité quotidienne des personnes dans les agglomérations ? Approche de la question et propositions d'indicateurs*, l. t. Centre d'études sur les réseaux, l'urbanisme et les constructions publiques, CERTU.
- CERTU, 2005 b, *Services à la mobilité dans les quartiers prioritaires de la politique de la ville Bilan exploratoire des méthodologies et des outils de mesure*, Rapport CERTU.
- Coutard O., Dupuy G., Fol S., 2002, « La pauvreté périurbaine : dépendance locale ou dépendance automobile ? », *Espace et Société*, n° 108-109, p. 155-176.
- Dupuis G., 1999, *La dépendance automobile*, Paris, Anthropos / Economica.
- Fol S., 2009, *La mobilité des pauvres*, Paris, Belin.
- Dureau F. et al. (coord.), 2000, *Métropoles en mouvement. Une comparaison internationale*, Paris, Anthropos – Economica, coll. Villes, p. 229-246.
- Gallez C., Ménerault P., 2005, *Recomposition intercommunale et enjeux des transports publics en milieu urbain*, Rapport sur convention ADEME-INRETS, 277 p.
- Hanson S., Huff J. (1986), « Classification Issues in the Analysis of Complex Travel Behavior », *Transportation*, 13 : 271-293.
- Jayet H., Hammadou H., 1999, *La détermination de classes de mobilité associées au cycle de vie*, RUES, PREDIT.
- Jouffe Y., 2007, *Précaires mais mobiles. Tactiques de mobilité des travailleurs précaires flexibles et nouveaux services de mobilité*, Laboratoire LVMT, École nationale des ponts et chaussées.
- Kaufmann V., 2008, *Les paradoxes de la mobilité, Bouger, s'enraciner*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Lebreton E., 2004, « Exclusion et immobilité : la figure de l'insulaire », in Orfeuël J.P. (dir.), *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir*, La Tour d'Aigue, Éd. de l'Aube.
- Lebreton E., 2005, *Bouger pour s'en sortir, Mobilité quotidienne et intégration sociale*, Paris, Armand Colin.
- Lenntorp B., 1976, *Path in Space-Time Environments. A Time-Geographic Study of Movement Possibilities of Individuals*, Lund, Meddelanden från Lunds universitets geografiska institution, Avhandlingar LXXVII.
- Lévy J.P., Dureau F. (dir.), 2002, *L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en questions*. Paris, L'Harmattan, coll. Habitat et sociétés, 411 p.
- Madre J.L., Gascon M.O., 2004, *Dynamiser l'analyse de l'observation de la mobilité*, PREDIT, La Documentation Française.
- Massot M.-H., Montjarret B., Kalfon M.-A., 1997, *Automobile et transport public, complémentarité modale des pratiques de déplacement dans la zone d'influence de la RATP*, RATP.

- McNally M.G., 2000, « The activity based approach », in *Hand book of transport Modelling*, Hensher and Button (dir.), Elsevier Science Ltd, p. 53-69.
- Mignot D., Rosales-Montano S., 2001, *Mobilité et grande pauvreté*, Lyon, Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise, Observatoire social de Lyon.
- Motte-Baumvol B., 2007, « La dépendance automobile pour l'accès des ménages aux services : le cas de la grande couronne francilienne », *Revue d'économie régionale et urbaine*, Vol. 2007, n° 5, p. 897-920.
- Motte-Baumvol B., 2008, « L'accès des ménages aux services dans l'espace périurbain francilien », *Strates*, Vol. 14, p. 149-164.
- Offner J.M., 2006, *Les plans de Déplacements Urbains*, Paris, La Documentation Française.
- Orfeuil J.-P., 2002, « Mobilités et inégalités dans l'aptitude à la pratique des territoires », *Information sociale*, CNAF.
- Orfeuil J.-P., 2004, *Transports, pauvretés, exclusions*, Paris, Éditions de l'Aube.
- Paulo C., 2007, « Une mesure des inégalités de mobilité et d'accès au volant. », *EspacesTemps.net*, Textuel, 27. 05. 2007. <http://espacestems.net/document2368.html>
- Prétari A., Courel J., Fradin J.R., *L'emploi du temps des actifs franciliens et leurs moyens de transport*, mars 2010, rapport IUF.
- Raux C., 1983, *Modèles et prévision des comportements de mobilité quotidienne*, Thèse de Sciences Economiques, Université Lyon II, 1983, 256 p.
- Wenglenski S., 2003, *Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Île-de-France*, thèse de doctorat nouveau régime en urbanisme, aménagement et politiques urbaines, Université Paris 12.

La ville morcelée

Frédéric Héran

*Maître de conférences en économie à l'Université de Lille 1,
chercheur au CLERSE (Centre lillois d'études et de recherches
sociologiques et économiques),
UMR 8019 du CNRS et composante de la MESHs
(Maison européenne des sciences de l'homme et de la société)*

Les villes sont aujourd'hui sillonnées par de nombreuses infrastructures de transport qui découpent leur territoire en autant d'entités plus ou moins isolées, les rendant quasi inaccessibles à pied ou à bicyclette et compliquant leur desserte par les transports publics, renforçant ainsi la dépendance automobile des usagers des lieux, qu'il s'agisse d'habitants, de salariés, de clients... Si une entité ainsi enclavée est suffisamment grande pour contenir une diversité de destinations de proximité – logements, écoles, commerces, services... – une certaine vie locale peut malgré tout s'y développer. Si, en revanche, sa taille est restreinte ou ses fonctions urbaines réduites jusqu'à devenir monofonctionnelle, l'enclavement devient problématique. Il n'est plus possible de se déplacer autrement qu'en voiture. Dans un contexte de rareté croissante des ressources en pétrole et en métaux, cette dépendance est une source actuelle et potentielle de difficultés pour les populations concernées.

L'expression « ville morcelée » se retrouve dans de nombreux documents d'urbanisme de communes périphériques (par exemple Massy-Palaiseau) qui filent cette métaphore pour désigner les conséquences des « effets de coupure ». Ces termes plus savants sont utilisés en France par les économistes et les ingénieurs, notamment dans les évaluations socio-économiques des grands projets d'infrastructures de transport. À l'étranger, l'expression consacrée est moins abrupte, puisqu'on préfère parler d'effet de séparation (*severance effect* dans le monde anglo-saxon et *Trennwirkung* dans le monde germanique) ou d'effet de barrière (notamment en Belgique ou au Canada).

L'expression effet de coupure est sans doute apparue pour la première fois en France sous la plume du traducteur du rapport Buchanan qui, dans le « Glossaire des termes utilisés dans le rapport » explique : « *Severance*. Coupure, éclatement... : désigne dans le rapport, une séparation inopportune créée par une route à grande circulation, entre deux zones entretenant d'étroites relations ».

Il s'agit clairement d'une nuisance, au même titre que le bruit ou la pollution, car c'est une externalité négative infligée sans contreparties par des émetteurs – les usagers motorisés en véhicules individuels ou collectifs qui circulent sur ces infrastructures – à des récepteurs – les usagers non motorisés, piétons et cyclistes, mais aussi les services de distribution, de desserte et d'urgence –, engendrant des gagnants et des perdants, qui peuvent l'être tour à tour selon leur choix modal.

En fait, les coupures ne sont pas seulement provoquées par les grandes infrastructures de transport, mais aussi par de grandes emprises infranchissables : c'est donc autant l'excès de voiries que son défaut qui créent des discontinuités dans le tissu urbain. Une coupure urbaine peut donc être définie comme une emprise dont la taille ou ce qu'elle accueille perturbent les relations entre les populations alentour.

Ce chapitre va s'efforcer de décrire en quoi ces coupures urbaines posent problème et ce qu'elles engendrent pour les populations et les agglomérations concernées. Au-delà des déplacements de proximité perturbés, les relations de voisinage s'en trouvent en effet amoindries, et c'est finalement le fonctionnement même de la ville qui est en cause, c'est-à-dire son efficacité et son attractivité.

On précisera d'abord ce que sont les coupures urbaines, puis on explorera leurs divers impacts en partant des plus directs jusqu'aux plus globaux. Ces impacts dépendent aussi de la définition plus ou moins large des coupures adoptée.

UNE TYPOLOGIE DES COUPURES

On peut distinguer empiriquement huit grands types de coupures : quatre catégories de « coupures simples » et autant de « coupures composites » combinant des coupures simples :

- 1/ les coupures linéaires infranchissables, comme les autoroutes, les voies ferrées ou les canaux et rivières (c'est la façon principale d'appréhender les coupures en France) ;
- 2/ les barrières de trafic, dangereuses à franchir en section courante ou aux carrefours, comme les boulevards supportant une intense circulation, les entrées de ville et les radiales, les

déviations d'agglomération débordées par l'urbanisation (c'est la conception majoritaire des coupures dans les pays anglo-saxons) ;

3/ les voiries impraticables, dangereuses à longer à pied ou à vélo, parfois en quelques endroits seulement, comme les artères sans aménagements cyclables, voire sans trottoirs, ou avec des bandes cyclables ou des trottoirs occupés par du stationnement illicite (c'est l'apport des pays nordiques à la conception des coupures) ;

4/ les coupures surfaciques, comme les grands équipements tels que stades, cimetières, gares de triage, entrepôts, grands établissements scolaires, campus universitaires, casernes, parcs urbains fermés la nuit ou certains parkings... et autres grandes emprises non traversables telles que certaines zones d'activités, zones commerciales ou grands îlots d'habitation (de nombreuses villes considèrent ces entités comme des coupures urbaines) ;

5/ les faisceaux de coupures linéaires, comme une autoroute longeant une voie ferrée, ou une artère le long d'un canal, constituant de larges couloirs de circulation ;

6/ les coupures linéaires et surfaciques composites, telles qu'une zone industrielle le long d'un fleuve, ou une artère passant entre un vaste cimetière et une gare de triage, ces agrégats couvrant de vastes zones urbaines (voir la figure 1) ;

7/ une voirie impraticable traversant une coupure linéaire ou des coupures surfaciques, telle qu'un pont saturé de trafic traversant un fleuve, ou une artère sans aménagements cyclables passant entre des entrepôts et une usine, donnant l'illusion de quartiers perméables ;

8/ enfin diverses coupures entourant un quartier ou même une ville qui se retrouvent enclavés, avec très peu de points d'accès.

Outre ces macro-coupures, il convient de signaler les innombrables micro-coupures auxquelles sont sans cesse confrontés les usagers non motorisés (bien analysées dans le rapport du CNT, 2005) : mobilier urbain (poteaux, potelets, bornes, barrières, jardinières, abris-bus, poubelles...), voitures ou deux-roues en stationnement illicite, étalages de commerçants, terrasses de cafés ou de restaurants..., chicanes, passages piétons en retrait ou dénivelés... Les parcours des piétons, des cyclistes et *a fortiori* des personnes à mobilité réduite se transforment trop souvent en véritable gymkhana.

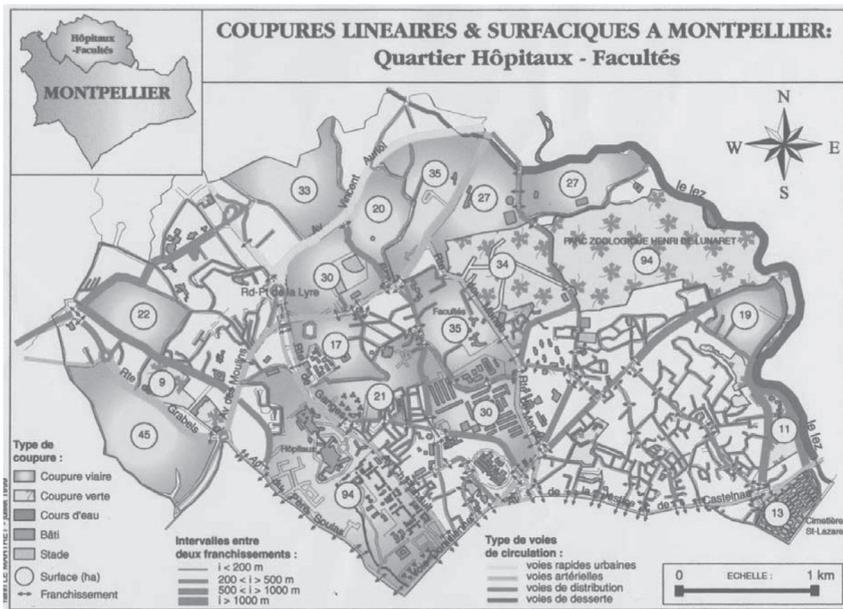
Toutes ces formes de coupures encombrant le tissu urbain et seul un travail de cartographie systématique permet d'en mesurer l'ampleur

et de découvrir comment et où elles s'agglomèrent. La périphérie est principalement concernée, car rocade et radiales y découpent un territoire déjà encombré de vastes équipements rejetés par la ville centre. C'est dans ces marges que de nombreuses communes se considèrent comme morcelées, avec, en particulier, plusieurs quartiers enclavés, accessibles d'un seul côté et uniquement en voiture ou par de trop rares bus, sans possibilités pour les piétons d'en sortir par des parcours agréables ou pour les cyclistes sans risquer leur vie. La situation tend encore aujourd'hui à s'y aggraver, alors qu'elle s'améliore dans les centres.

Figure 1

Coupures surfaciques et linéaires dans le quart nord de Montpellier

Source : Héran et Le Martret, 2002.



Une étude de l'INSEE de 1993 portant sur les 500 quartiers prioritaires de la politique de la ville regroupant près de trois millions d'habitants révèle ainsi que « 13 % d'entre eux sont traversés et 32 % longés par une autoroute, 56 % traversés et 83 % longés par des voies rapides ou de grandes nationales. Sept quartiers sur dix sont proches d'une ligne de chemin de fer. Une gare ne les dessert que dans quatre cas sur dix à peine. Des lignes à haute tension survolent 45 % des quartiers prioritaires des périphéries » (Castellan, Marpsat et Goldberger, 1992, p. 2) L'enclavement des quartiers situés en « zones urbaines sen-

sibles » constitue d'ailleurs une de leurs principales caractéristiques, les difficultés d'accès accentuant le sentiment de relégation des populations concernées.

Le département de Seine-Saint-Denis, qui est l'un des territoires les plus affectés par les coupures, a su progressivement élaborer un diagnostic très complet en réalisant une quarantaine de cartes couvrant tous les aspects du sujet (Département de la Seine-Saint-Denis, 2008). Une directive de la Communauté européenne pourrait parfaitement rendre obligatoires de tels diagnostics à l'instar de celle qui existe depuis 2002 pour le bruit (cf. n° 2002/49/CE).

DÉLAIS, DÉTOURS ET DÉNIVELÉS

Les impacts immédiats sont évidemment les plus faciles à appréhender et par conséquent les plus étudiés. Ils peuvent se résumer aux « 3 D » : délais, détours et dénivelés, une coupure se résumant alors à tout obstacle imposant aux usagers non motorisés une attente, un contournement ou une montée jugés excessifs. Ces usagers autogènes – i.e. qui se déplacent à la seule force de leurs jambes – sont en effet dans une recherche constante d'économie musculaire, qui les amène, la plupart du temps, à rechercher le plus court chemin ou à maintenir leur allure.

Afin de favoriser l'écoulement du trafic, les piétons sont soumis à des délais d'attente aux feux très longs ou à des traversées en plusieurs temps lors du franchissement des barrières de trafic. Ils sont ainsi couramment contraints à perdre plusieurs minutes pour contourner un carrefour complexe, ce qui les incite à « brûler les feux » à leurs risques et périls.

Le contournement de coupures infranchissables est encore plus dissuasif pour les modes autogènes. Dès qu'il faut augmenter la distance à vol d'oiseau de plus de 50 %, la plupart des usagers actifs renoncent à leur déplacement.

Quant à l'utilisation des passages dénivelés, il s'avère également très pénalisant. Il faut 3 à 5 fois plus d'énergie musculaire à un piéton ou à un cycliste pour traverser une route ou une voie ferrée par une passerelle ou un souterrain qu'à niveau. Ce qui explique, là encore, que ces aménagements soient si souvent dédaignés.

Ces désagréments sont assez faciles à mesurer et à monétariser, car ils peuvent tous être ramenés à une comptabilité en termes de pertes de temps ou de dépenses d'énergie musculaire. On peut aussi en déduire un « détour moyen normal » (Héran, 2009) ou un « indice de connectivité correct » (American Planning Association, 2006), pour qu'un réseau soit suffisamment maillé. Mais si l'on en reste à ces aspects phy-

siques élémentaires, on est loin de mesurer toutes les conséquences des coupures.

LES RELATIONS DE VOISINAGE AFFECTÉES

Dès les années 60-70, les Anglo-saxons ont exploré les conséquences sur les populations riveraines des coupures au sens large, c'est-à-dire en tenant compte de l'ensemble des nuisances provoquées par le trafic automobile sur les populations alentour et pas seulement des 3 D. Pour les riverains, ces nuisances sont en effet indissociables. De fait, nombre d'entre eux ne supportent pas d'habiter à côté d'un trafic tout à la fois bruyant, polluant, encombrant l'espace, dégradant le paysage et dangereux à cotoyer ou à franchir.

À ce propos, ils ne se préoccupent pas d'isoler puis d'analyser de façon cartésienne l'impact de chaque nuisance, comme le font les spécialistes du bruit, de la pollution, des accidents, etc. Ils adoptent au contraire naturellement une approche systémique des nuisances qui tient compte de leurs interactions et dont l'impact total à long terme est certainement plus élevé que la somme des impacts immédiats de chaque nuisance. Par exemple, une famille ne déménage pas parce qu'une rue est trop bruyante, mais elle peut prendre une telle décision si la rue est en même temps polluée, dégradée et dangereuse à traverser. Autrement dit, la crainte des doubles comptes qui obsède tant les économistes dans leurs évaluations du coût des nuisances est sûrement légitime¹, mais la prise en compte des effets de synergie entre nuisances l'est tout autant. Si 2 + 2 peut faire 3, 2 + 2 peut aussi faire 5 (Héran, 2011).

Dès 1961, Jane Jacobs explique longuement que les abords des grandes emprises – telles que, détaille-t-elle, les voies ferrées, les autoroutes, les grandes artères, les berges, les campus universitaires, les centres administratifs, les établissements hospitaliers, les zones industrielles, les vastes jardins publics ou les grands parcs de stationnement – sont désertés par les habitants, puis se dégradent, et que si les quartiers enclavés sont trop petits pour abriter des activités suffisamment variées, ils dépérissent (Jacobs, 1961, chapitre XIV). En 1963, le rapport Buchanan préconise de protéger les quartiers de la montée du trafic automobile en créant des « zones d'environnement » où le trafic est volontairement réduit (Buchanan, 1963, p. 49-50). À la fin des années 60, s'inspirant de ces travaux précurseurs, Donald Appleyard, urbaniste à l'Université de Berkeley, démontre le rôle néfaste de la cir-

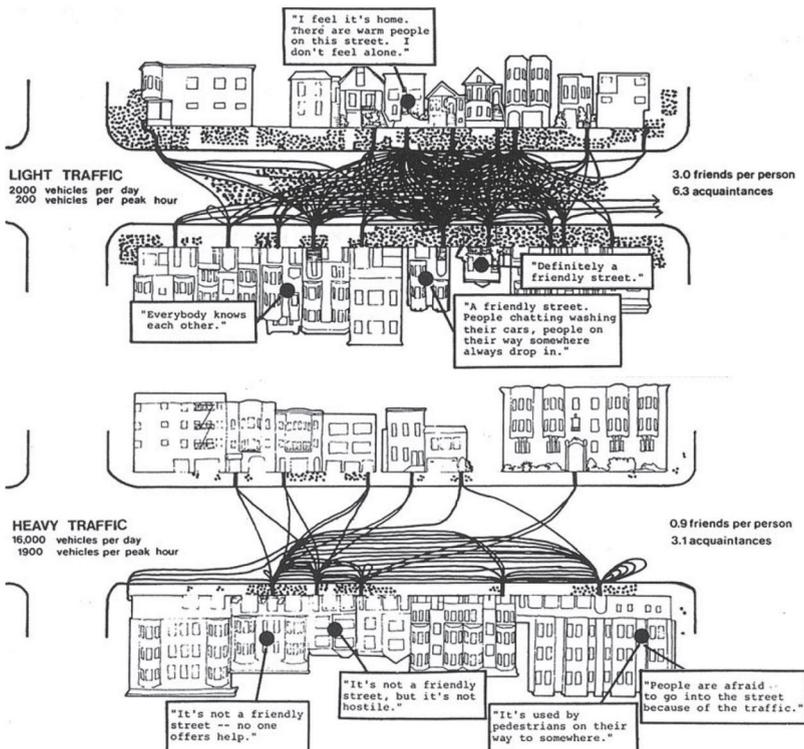
1. Le « rapport Boiteux 2 » (2001) met en garde pas moins de dix fois contre ce danger.

culuation automobile sur les relations de voisinage (Appleyard, Gerson & Lintell, 1981). Il interroge longuement les riverains dans trois rues semblables de San Francisco mais supportant un niveau de trafic très différent : une rue à trafic fort et rapide (16 000 véhicules par jour sur trois files à sens unique roulant à 50-80 km/h), une rue à trafic modéré (8 000 véhicules par jour sur deux files à double sens roulant à 15-70 km/h) et une rue à faible trafic (2 000 véhicules par jour sur deux files à double sens roulant à 15-50 km/h).

Les résultats sont édifiants. Les habitants de la rue à fort trafic ont trois fois moins d'amis et deux fois moins de connaissances dans leur quartier que les riverains de la rue à faible trafic (voir la figure 2) et non seulement les relations entre les rives de la voirie sont affectées, mais aussi les relations sur chaque rive. De plus, alors que les premiers vivent confinés dans leurs appartements, les seconds considèrent que la rue fait partie de leur territoire personnel.

Figure 2

Conséquences des barrières de trafic sur les relations de voisinage



Source : Appleyard, Gerson & Lintell, 1981, p. 21.

Deux effets se cumulent pour expliquer ces impacts : le trafic génère des nuisances (danger, bruit, fumées...) qui limitent les interactions sociales, tout en incitant les familles à quitter les rues encombrées de trafic. Dès lors, n'habitent plus dans ces rues que des personnes âgées, des familles qui n'ont pas les moyens de déménager ou des jeunes qui ne restent pas, affaiblissant le sentiment d'appartenance à une communauté. *A contrario*, « La convivialité dans la rue calme est sans doute liée à la faiblesse du trafic mais aussi au plus grand nombre d'enfants dans la rue et à la plus longue période de résidence des habitants » (Appleyard & Lintell, 1972, p. 91).

Les travaux d'Appleyard sur l'impact des barrières de trafic sur la séparation des communautés – ou les relations de voisinage préférées – en France – n'ont jamais été reproduits à l'identique, mais quelques études s'en sont directement inspirées et ont retrouvé sans surprise des résultats semblables (par exemple : Hüttenmoser & Sauter, 2006).

Quoi qu'il en soit, les conséquences de la montée du trafic sur les populations les plus vulnérables ne fait aucun doute, même si cet aspect ne peut pas être isolé de tout un contexte de profonde transformation concomitante des modes de vie. En un demi-siècle, la mobilité des piétons et cyclistes a profondément changé, la pratique de la bicyclette s'est effondrée et celle de la marche fortement tassée, particulièrement en périphérie urbaine où vit désormais la moitié de la population française. Les enfants sont de loin les plus touchés : ils effectuent aujourd'hui la majorité de leurs déplacements dans la voiture de leurs parents, ce qui réduit leur autonomie et favorise la sédentarité. Les personnes à mobilité réduite sont elles aussi de plus en plus dépendantes. Les piétons sont pourtant au fondement de l'urbanité : ils animent et sécurisent la rue. Pas de ville sans piétons. Toutefois, ce ne sont pas eux les plus concernés par les coupures, mais les cyclistes qui se heurtent aux infrastructures enserrant les quartiers et aux artères pour eux souvent impraticables.

L'ACCÈS AUX ÉQUIPEMENTS ET SERVICES DE PROXIMITÉ COMPLIQUÉ

Depuis trente ans, le ministère des Transports du Royaume-Uni développe avec constance la réflexion amorcée aux États-Unis, en insistant sur l'accès aux services de proximité pour les populations les plus fragiles.

En 1983, son *Guide d'évaluation de l'environnement* définit la séparation des communautés comme : « ... la séparation des résidents

des équipements et services qu'ils utilisent dans leur communauté, de leurs amis et relations et peut-être de leur lieu de travail résultant des changements dans l'infrastructure et le niveau de trafic » (Department of Transport, 1983).

En 1991, une étude réalisée pour le compte du Transport Research Laboratory (Clark *et al.*, 1991) montre que l'effet de séparation dépend de l'accès aux équipements et services et de l'importance des populations concernées. D'où l'idée d'établir une matrice croisant, d'une part, les zones d'influence des équipements et des services dans les domaines de l'éducation, de la santé, des services publics ou du sport et, d'autre part, les types de population selon qu'ils sont plus ou moins vulnérables (notamment les enfants, les personnes âgées ou les handicapés). La méthode est fastidieuse, mais elle oblige à entrer dans le détail des déplacements des différentes catégories de piétons ou de cyclistes et de leurs parcours.

D'autres développements suivent et, en 2005, une nouvelle recherche du TRL reprend et approfondit l'ensemble des travaux sur la séparation des communautés (James, Millington & Tomlinson, 2005 ; Tomlinson & James, 2005). L'effort porte à la fois sur la définition du phénomène, sur la manière dont il opère et sur les outils pour le mesurer. Pour ses auteurs, qui s'inspirent de la définition proposée par un récent rapport sur l'exclusion sociale (Social Exclusion Unit, 2003) commandé par le Premier ministre : « Si une grande voirie très chargée coupe une zone urbaine, elle peut avoir comme effet de perturber une communauté en limitant ses possibilités ou ses envies de se déplacer à travers la zone, ce qui peut à la fois réduire l'accessibilité aux services et détériorer les réseaux sociaux locaux et la cohésion de la communauté. Le rapport souligne que c'est l'impact cumulatif des barrières psychologiques et physiques aux déplacements et à la vie sociale créé par l'infrastructure de transport qui entraîne la séparation de la communauté » (James *et al.*, 2005, p. 11).

Il est important de saisir que ce ne sont pas seulement les difficultés physiques de franchissement des infrastructures qui sont en cause, mais aussi la perception des grandes voiries : les « barrières psychologiques », c'est-à-dire l'ambiance routière et toutes les nuisances qui lui sont associées, conformément aux premières observations d'Appleyard. La réduction de l'accessibilité aux services et l'inhibition des interactions sociales qui en découlent entraîneraient un délitement du lien social et un sentiment d'exclusion qui affecteraient surtout les personnes aux revenus les plus bas (*ibid.*, p. 24).

Une deuxième partie de l'étude explore les méthodes utilisées par d'autres pays pour évaluer l'effet de séparation. Seuls trois d'entre eux

en possèdent : la Suède, le Danemark et l'Allemagne. Les deux premiers utilisent des méthodes sophistiquées pour quantifier non seulement les difficultés pour traverser l'axe mais aussi pour l'emprunter. Ces méthodes tiennent compte de nombreux paramètres, mais se sont révélées peu probantes et elles ont été toutes deux abandonnées, remplacées par de simples analyses qualitatives. Cet épisode prouve cependant que ces pays se sont préoccupés du sujet dès les années 80. Aujourd'hui, seule l'Allemagne utilise toujours une méthode évaluant principalement le temps perdu par les piétons lors des franchissements, ce qui ne tient compte que d'une faible part du phénomène.

L'EXTENSION DES COUPURES

Les coupures n'ont pas que des impacts statiques à court terme. Tout un processus dynamique s'installe : en l'absence de mesures pour les réduire, elles tendent à se développer de multiples façons en modifiant en profondeur le fonctionnement urbain.

D'une façon générale, les coupures provoquent la dégradation progressive de leur environnement. Leurs abords étant peu accessibles et parfois dangereux, bruyants et pollués, elles déprécient les immeubles et les terrains riverains, font fuir les commerces et les services de proximité, attirent à leur place des activités dépréciées qui s'accommodent de la situation (stations services, brocanteurs, prisons, entrepôts, casses de voitures, réservoirs, transformateurs...) et génèrent des espaces stériles trop étroits ou allongés, des délaissés ou des friches (Moisan *et al.*, 1994, p. 12-13). Les habitants qui le peuvent finissent par abandonner ces lieux au profit de ménages à faibles revenus qui s'y installent faute de mieux. Les bâtiments se dégradent, l'insécurité s'étend, accroissant encore « l'effet repoussoir » (Jacobs, 1961, p. 257 ; Enel, 1984, p. 9). Un cercle vicieux s'installe. Tout comme d'autres nuisances – le bruit, la pollution ou les accidents –, les coupures repoussent les personnes qui vivent et se déplacent à proximité. Avec le temps, les riverains qui n'ont pas les moyens de déménager finissent par admettre leur existence comme une fatalité et à composer avec elles.

De plus, les coupures tendent à s'épaissir au cours du temps. Les activités dépréciées et l'habitat dégradé s'étendent dans la profondeur du tissu urbain. Les coupures attirent de nouvelles coupures renforçant encore le phénomène. Quand on cherche un site où construire une nouvelle infrastructure, il apparaît logique et moins coûteux de la localiser le long d'une coupure existante dans un tissu urbain déjà dégradé (voir Enel, 1998, p. 45 qui parle d'« épaissement de la coupure »).

De même, il peut sembler préférable d'étendre encore une emprise existante ou d'accoler une nouvelle emprise à une autre déjà présente. Les coupures surfaciques tendent ainsi à s'accroître ou à s'agglomérer au cours du temps. Tout cela aboutit à de vastes zones quasi imperméables aux déplacements de proximité. Leur traversée n'est possible que par de rares axes, congestionnés et peu praticables par les usagers non motorisés.

Dès lors, le franchissement, surtout à pied, de larges coupures devient difficile à envisager, à cause de la longueur de la traversée, du désagrément du trajet et du sentiment d'insécurité. Au-delà d'une certaine longueur qui dépend du contexte, un passage dénivélé est peu utilisé. Il existe néanmoins quelques passerelles ou souterrains très longs qui datent presque tous, soit de la première moitié du xx^e siècle quand la marche était encore le mode de déplacement dominant (tel que le Sint-Annatunnel pour piétons et cycles, long de 570 m et construit sous l'Escault à Anvers en 1931), soit d'une époque beaucoup plus récente, depuis que les modes actifs ont regagné un certain crédit.

Enfin, les coupures renforcent la fonctionnalisation de l'espace. Dans un tissu urbain traversé par une coupure linéaire, les deux parties qui en résultent sont obligées de se développer séparément. Comme la duplication complète des équipements et services est rarement possible pour des raisons économiques, il s'ensuit un appauvrissement et une spécialisation des nouveaux quartiers ainsi constitués. En conséquence, non seulement les habitants isolés ne peuvent plus accéder facilement aux écoles, aux commerces ou aux services publics, mais ils se retrouvent pratiquement contraints de se déplacer en voiture pour les déplacements de proximité. Les projets d'urbanisme dans ces quartiers intègrent alors ce recours nécessaire à l'automobile et renforcent encore l'usage dominant de ce mode, générant en retour des effets de coupure. S'installe finalement un véritable phénomène d'autogénération des coupures.

ORIGINE ET TRAITEMENT DES COUPURES

Les coupures urbaines sont directement issues de l'urbanisme fonctionnaliste et de la priorité accordée à la voiture mis en œuvre dans la seconde moitié du xx^e siècle. Ces solutions ont conduit à une hiérarchisation excessive du réseau viaire – et aussi, dans une certaine mesure, du réseau de transport public – qui a permis aux véhicules d'accéder à la vitesse, au prix d'une ségrégation des espaces de circulation et de vie. C'est pourquoi les agglomérations, et particulièrement les péri-

phéries urbaines, sont aujourd'hui saturées de tant de voies rapides et d'emprises monofonctionnelles.

Cet « urbanisme de secteur » (Mangin, 2004) est censé accroître la mobilité et l'efficacité des villes, mais il tend aussi à réduire les relations sociales et la qualité de vie urbaine : c'est tout « le paradoxe du lien qui coupe » souligné par de nombreux auteurs et notamment des urbanistes (Mumford, Devillers, Panerai...). Or, les activités économiques elles-mêmes n'ont pas seulement besoin de multiplier les contacts, il leur faut aussi les approfondir par des relations de proximité et de qualité.

Pour trouver un meilleur équilibre entre relations lointaines et de proximité, quantité et qualité des contacts, diversité et approfondissements des interactions, il est nécessaire de moins hiérarchiser les réseaux et de mieux les mailler, c'est-à-dire de limiter les vitesses de pointe afin de redonner de la perméabilité à la ville pour l'ensemble des modes de déplacement. La « ville 30 », où la vitesse est limitée à 30 km/h sur 80 % du linéaire de voirie et à 50 km/h sur les grands axes, semble être un bon compromis, comme le prouvent les nombreuses villes d'Europe du Nord – telles que Berlin, Amsterdam ou Zurich – qui ont su ainsi limiter l'étalement urbain, mixer les fonctions urbaines et relancer les modes alternatifs à la voiture.

Pour approfondir le sujet, voir Frédéric Héran, 2011, *La ville morcelée. Effets de coupure en milieu urbain*, Paris, Economica, collection « Méthodes et approches », 218 p.

BIBLIOGRAPHIE

- American Planning Association, 2006, *Model Smart Land Development Regulations, Section 4. 8. 4 : Model Street Connectivity Standards Ordinance*, Interim PAS Report, 6 p.
- Appleyard D., Gerson M.S., Lintell M., 1981, *Livable Streets*, Univ. of California Press, 364 p.
- Appleyard D., Lintell M., 1972, "The environmental Quality of City Streets, the Residents' Viewpoint", *Journal of the American Institute of Planners*, 35, p. 84-101.
- Boiteux M. (dir.), 2001, *Transports : choix des investissements et coût des nuisances*, rapport pour le Commissariat général du Plan, rapporteur L. Baumstark, La documentation française, 325 p.
- Buchanan C.D., 1963, *Traffic in Towns*, London, HMSO, 264 p., trad. *L'automobile dans la ville*, Imprimerie nationale, 1965, 224 p.
- Castellan M., Marpsat M., Goldberger M.-F., 1992, « Les quartiers prioritaires de la politique de la ville », *INSEE Première*, n° 234, 4 p.

- Clark J.M., Hutton B.J. *et al.*, 1991, *The Appraisal of Community Severance*, contractor report nr 135, TRRL, Dept of transport, 27 p.
- Conseil National des Transports, 2005, *Une voirie pour tous. Sécurité et cohabitation sur la voie publique au-delà des conflits d'usage*, rapport du CNT, 2 tomes.
- Département de la Seine-Saint-Denis, Direction de la voirie et des déplacements, 2008, *Analyse des coupures et enjeux de franchissement à l'échelle départementale*, AM Environnement, 51 p.
- Department of Transport, 1983, *Manual of environmental appraisal*, London : Stationary Office, 57 p. Nouvelle édition, 1992.
- Enel F., 1984, « Coupure » routière ou autoroutière en milieu urbain. *Rapport de synthèse*, Atelier central d'environnement, 55 p.
- Enel F., 1998, *Les coupures routières en milieu urbain. Rapport de synthèse*, Véres consultants, recherche pour le Plan urbain, 92 p.
- Héran F., Le Martret Y., 2002, *Indicateurs pour des aménagements favorables aux piétons et aux cyclistes*, rapport pour l'ADEME, recherche effectuée dans le cadre du PREDIT, 198 p.
- Héran F., 2009, « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours », *Flux*, n° 76/77, p. 110-121.
- Héran F., 2011, « Pour une approche systémique des nuisances liées aux transports en milieu urbain », *Les cahiers scientifiques du transport*, n° 59, p. 83-112.
- Hüttenmoser M. & Sauter D., 2006, *Intégration et exclusion dans l'espace public. Étude empirique de familles avec jeunes enfants dans leur environnement résidentiel*, Berne, Programme national de recherche PNR 51.
- Jacobs J., 1961, *The Death and Life of great American Cities*, Random House, 458 p.
- James E., Millington A., Tomlinson P., 2005, *Understanding Community Severance I : Views of Practitioners and Communities*, TRL, Dept for Transport 61 p.
- Mangin D., 2004, *La Ville franchisée. Formes et structures de la ville contemporaine*, Paris, Éd. de la Villette, 480 p.
- Moisan, Guillon, Vinot et Battistoni, 1994, *Urbanisme et déviations routières*, Éd. villes et territoires, Ministère de l'équipement, Direction de l'architecture et de l'urbanisme, 32 p.
- Social Exclusion Unit, 2003, *Making the Connections : Final Report on Transport and Social Exclusion*, London, The Stationary Office, 145 p.
- Tomlinson P., James E., 2005, *Understanding Community Severance II : Monetisation of Severance impacts*, TRL, Dept for Transport, 9 p.

Deuxième partie

Outils de compréhension et d'action

Temps, vitesse et espace

La consommation d'espace-temps des transports en milieu urbain

Frédéric Héran

*Maître de conférences en économie à l'Université de Lille 1,
chercheur au CLERSE (Centre lillois d'études et de recherches
sociologiques et économiques),
UMR 8019 du CNRS et composante de la MESHS
(Maison européenne des sciences de l'homme et de la société)*

Chacun sait que les différents modes de déplacement urbains ne consomment pas du tout le même espace par personne transportée. L'automobile est, à l'évidence, beaucoup plus « spatiophage » que les autres modes. Il suffit de se souvenir des vastes emprises des parkings et des voies rapides qu'elle occupe. Mais les écarts sont-ils si importants ? Et est-ce un réel problème au regard des éminents services rendus par l'automobile : sa rapidité, sa facilité d'usage, son confort ?

Pour en prendre la juste mesure, il convient d'abord de bien distinguer l'offre et la demande d'espace – et non de se contenter du terme confus de « consommation d'espace » – des divers modes de déplacement, selon le stationnement et la circulation, et cela au cours du temps, puis de rassembler les données disponibles et enfin de les comparer. Ce travail de comparaison est aujourd'hui possible grâce à l'unité de mesure qu'est le $m^2 \cdot h$ (des mètres carrés multipliés par des heures). Cette unité introduite par Louis Marchand, ingénieur à la RATP, dans les années 70, permet non seulement d'additionner des consommations d'espace de stationnement et de circulation comme il l'avait proposé (Marchand, 1977 et 1984), mais peut aussi servir à évaluer des demandes d'espace variables dans le temps, ou les espaces de circulation nécessaires selon la vitesse.

Au terme de ce travail, les écarts vont apparaître considérables. Il s'agira alors d'en comprendre les conséquences sur la cohésion urbaine.

LA DEMANDE DE STATIONNEMENT

Elle peut être considérée à un moment donné (en m²) ou bien en tenant compte aussi du temps de stationnement (en m².h). Dans le premier cas, elle n'a de sens que pour les modes de déplacement individuels, car les modes collectifs stationnent peu. Dans le second, elle prend sens en étant associée à un motif de déplacement.

1/ Le tableau 1 résume la demande d'espace de stationnement des modes de déplacement individuels à un moment donné. Il apparaît 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 à vélos sur deux niveaux utilise même 40 fois moins d'espace qu'un parking automobile en surface. Certains établissements manquant d'espace pour s'étendre ont compris l'intérêt d'inciter leurs salariés à venir autrement qu'en voiture pour réduire l'emprise de leur parking.

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, comme c'est d'usage pour les bicyclettes dans les grands parcs de stationnement.

En position debout, les piétons sont bien sûr les plus économes en espace. Dès qu'un piéton s'assoit dans une automobile (en général comme conducteur), il occupe d'un coup 30 fois plus d'espace (cf. déjà Baker et Funaro, 1958, p. 5).

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

Mode	Place de stationn ¹ par véh. (m ²)	Espace de dégagement (m ²)	Espace de stationn ¹ par véh. (m ²)	Taux d'occupation (pers./véh.)	Espace de stationn ¹ par pers. (m ²)
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 à un arrêt en encoche			48	17*	2,8
Idem à l'heure de pointe			48	50*	1
Piéton debout dans un TC					(0,25)

Source : synthèse de nombreux travaux. *Ces taux d'occupation correspondent au cas parisien. NB : l'espace de stationnement comprend la place de stationnement et l'espace de dégagement.

2/ La demande de stationnement selon le motif de déplacement dépend de l'espace et du temps de stationnement nécessaires à destination. Le tableau 2 donne deux exemples selon le motif travail et le motif achat. Les écarts entre automobile et vélo sont toujours aussi forts, et deviennent même considérables entre automobile et transport collectif.

Tableau 2
**La demande d'espace de stationnement des divers modes
selon le motif de déplacement**

Motif	Mode	Durée de stationnement (h)	Espace de stationnement par véh. (m2)	Taux d'occupation (pers./véh.)	Espace de stationnement par pers. (m2.h)
Travail	Voiture dans un parking	9	25,0	01,1	205,00
	Vélo à un arceau	9	00,8	01,0	007,20
	Transport collectif	0,02	70,0	50,0	000,03
Achat	Voiture dans un parking	1 x 2	25,0	01,5	33,00
	Vélo à un arceau	2 x 1	00,8	01,0	1,6
	Transport collectif	2 x 0,02	70,0	17,0	00,16

Source : nos propres calculs.

Ces résultats correspondent à l'expérience commune : chacun perçoit bien l'importance du stationnement automobile dans le paysage urbain, mais l'ordre de grandeur est méconnu. Il ne s'agit pas de 5 à 10 fois plus d'espace par automobile que par bicyclette, mais de 10 à 40 fois plus. Sans même parler des transports collectifs encore beaucoup plus économes ou de la marche carrément hors concours.

L'OFFRE DE STATIONNEMENT

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

L'offre d'espace de stationnement est d'abord beaucoup plus rigide que la demande. 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 établir la prévision. L'offre est de plus censée s'adapter à des besoins précis et non pas seulement globaux : au domicile pour chaque logement comme au plus près de chaque lieu de destination (à l'école, au travail, devant chaque commerce ou service...). Elle doit tenir compte, en outre, des périodes de pointe et non seulement de moyennes journalières. Tout cela dans un

contexte mouvant lié aux évolutions démographiques, aux fluctuations de l'activité économique ou aux changements dans les manières de se déplacer.

Diverses rétroactions compliquent encore la situation. Il existe, en effet, une demande induite par une offre abondante de places. C'est un fait reconnu pour le stationnement au lieu de travail depuis au moins 20 ans (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 volontaire des places peut favoriser les reports modaux, pour tous les motifs de déplacement et pas seulement le travail. Le niveau de tarification des places joue également un rôle crucial.

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 la règle (Shoup, 2005). Un seul exemple : le dimensionnement des parcs-relais a bénéficié de longue date d'importants efforts de planification de façon à mieux justifier la dépense publique (Mellet, 1969). Hélas, les résultats restent très décevants avec des taux d'utilisation extrêmement variés, allant en Île-de-France de zéro – parcs gratuits non surveillés et vandalisés – à 130 % – parcs saturés avec important stationnement illicite alentour (Peyron, 2009).

Enfin, 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 (Shoup, 2005). En France, le stationnement est pratiquement toujours considéré comme gratuit. Quand ils stationnent, les Français n'occupent une place tarifée que dans 2,1 % des cas (source ENTID, 2008). 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). De plus, malgré sa réévaluation à 17 € en 2011, le prix du PV en France est encore loin du prix moyen européen de 24 € (source CERTU). Bref, moins de 1 % des Français ont le sentiment de payer effectivement leur place (comme aux États-Unis). Dès lors, la quasi-gratuité du stationnement les pousse à demander toujours plus de places à proximité immédiate de chaque point de destination. L'offre pléthorique qui en découle justifie en retour cette quasi-gratuité. Résultat : le taux d'occupation annuel des places de stationnement (défini par le rapport de la demande à l'offre) est souvent très faible. Les places situées dans les rues des zones urbaines denses et multifonctionnelles sont les seules qui soient utilisées en permanence. À l'inverse, les places des grands équipements sont les plus délaissées

(tableau 3 ; voir aussi le cas édifiant du stationnement résidentiel *in* Barthélémy *et al.*, 2001).

Tableau 3

Estimation du taux d'occupation annuel de quelques types de parking

<i>Place de stationnement</i>	<i>Taux d'occupation annuel</i>
dans la rue des zones denses et multifonctionnelles	98 %
au domicile si l'usager utilise son garage	60 %
au lieu de travail si chaque salarié a sa place	18 %
au centre commercial	14 %
à l'hypermarché au parc de loisir	10 %
à une grande surface spécialisée	8 %
au grand stade	5 %

Source : synthèse de nombreux travaux. NB : taux d'occupation des 8 760 heures que compte une année.

LA DEMANDE D'ESPACE DE CIRCULATION

Quatre méthodes permettent de l'appréhender. La plus commune consiste à utiliser 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 de mobiliser les courbes débit-vitesse. Mais elles ignorent 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 a le mérite de mieux tenir compte de cette emprise, mais c'est à nouveau la distance intervéhiculaire qui est alors négligée. Finalement, la seule manière d'appréhender 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 $m^2 \cdot h$. On n'abordera ici que la première et la dernière méthode.

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). Depuis lors, de nombreux auteurs ont proposé leur propre estimation (voir une synthèse dans le tableau 4 et l'illustration de la figure 1). On peut en déduire, par exemple, qu'une 2 x 3 voies consacrée au trafic automobile n'écoule au maximum que 9 000 personnes par sens à

l'heure de pointe. Alors que si la voie de gauche est utilisée par un tramway, la voie centrale 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 en produisant trois fois moins de nuisances.

Tableau 4

Débits maximaux selon les modes par mètre de largeur de voie

<i>Mode de déplacement</i>	<i>Véhicules par heure et par sens</i>	<i>Intervalle entre 2 véhicules en min</i>	<i>Taux d'occupation</i>	<i>Débit horaire par sens</i>	<i>Largeur de la voie</i>	<i>Débit horaire par mètre de largeur</i>	<i>Par rapport à l'automobile</i>
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 nombreux travaux.

Figure 1

Affiche de la campagne de communication pour le futur tramway de Strasbourg en 1989



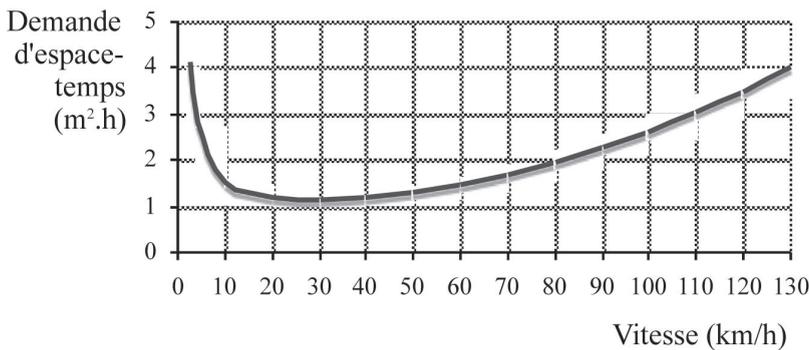
Source : Communauté urbaine de Strasbourg.

Pour circuler, les véhicules non guidés ont besoin d'une largeur de chaussée comprenant des distances latérales de sécurité. Pour les véhicules particuliers, des files de circulation de 2,50 m de large suffisent en zone 30, 3 m en zone 50 et 3,50 m au-delà de 70 km/h. En fait, à plus de 50 km/h, divers dispositifs deviennent nécessaires pour préserver les automobilistes comme les riverains des risques d'accidents : un terre-plein central et des accotements comportant une bande d'arrêt d'urgence, un fossé et une partie engazonnée. Ainsi, la largeur d'emprise des grandes voiries dépasse largement celle de leur plate-forme. En outre, pour les voies rapides et autoroutes urbaines, de fréquents échangeurs augmentent encore la largeur moyenne d'emprise d'environ 50 %. Bref, pour que circulent à grande vitesse des véhicules de moins de 2 m de large, l'emprise moyenne d'une file doit être de 9 m de large. Un véhicule guidé comme un train n'a besoin à cette vitesse que de la moitié de cette largeur.

Au total, un véhicule exige un espace de circulation – égal à la largeur de l'emprise moyenne d'une file multipliée par la distance intervéhiculaire – qui croît fortement avec la vitesse. Mais plus un véhicule va vite, moins il occupe longtemps l'espace. Il est donc préférable de mesurer non pas la demande d'espace mais la demande d'espace-temps de circulation. Il existe alors une vitesse se situant aux environs de 30 km/h qui minimise cette demande à 1,2 m².h / km, soit encore 3 fois moins qu'aux grandes vitesses (figure 2). Ce résultat est bien différent de celui obtenu avec la relation débit-vitesse selon laquelle la capacité d'une voirie est maximale quand les véhicules circulent vers 60-90 km/h (Cohen, 2006).

Figure 2

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



Source : nos propres calculs.

Pour faciliter les calculs, on peut enfin retenir des valeurs moyennes indépendantes de la vitesse, comme l'ont fait initialement Marchand et tous les autres contributeurs à sa suite. Mais cette simplification ne se justifie qu'à des vitesses inférieures à 50 km/h, c'est-à-dire en milieu urbain où s'ajoutent en outre des arrêts qui peuvent représenter le tiers du temps de parcours. Ainsi, sur des voiries limitées à 50 km/h, l'utilisateur d'un véhicule individuel motorisé apparaît en moyenne 5 fois plus consommateur d'espace de circulation que le piéton, 3 fois plus que l'utilisateur d'un bus et 2,5 fois plus que le cycliste (tableau 5).

Tableau 5

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

	m ² .h / véh.km	Taux d'occupa- tion	m ² .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

Source : nos propres calculs.

L'OFFRE D'ESPACE DE CIRCULATION

Pour desservir un territoire urbanisé, les investigations que nous avons effectuées montrent que 100 m de voiries par hectare sont un minimum incompressible qui ne donne cependant qu'un maillage viaire assez médiocre (comme en Grande couronne parisienne). Pour un maillage correct, 150 m de voiries par hectare paraissent indispensables (165 à Paris). Une forte densité en habitants et en emplois, associée à une mixité des fonctions urbaines, permet donc une grande économie de réseaux et leur bien meilleure utilisation. *A contrario*, en périphérie, à cause du linéaire nécessaire, il est impossible faute de moyens d'offrir des réseaux de qualité complets et encore moins à tous. Les trottoirs sont trop étroits, mal entretenus ou manquants (tableau 6). Le réseau cyclable n'est qu'embryonnaire. Et même le réseau automobile est insuffisant : entre les voies rapides saturées et les voies de desserte quasi désertes, les voiries intermédiaires sont sous-développées et en mauvais état.

Tableau 6

Répartition de la voirie selon les modes en agglomération parisienne

	Paris	PC	GC	Agglo.	
	%	%	%	km ²	%
Chaussées	49	70	78	248	74
Couloirs bus	3	0	0	1	0
Stationnement	8	5	3	12	4
Trottoirs	40	25	19	75	22
Total voirie urbaine hors parkings	100	100	100	336	100

Source : nos propres calculs.

La manière dont l'offre d'espace de circulation est adaptée à la demande permet d'aborder la question sensible de la congestion. Mais les divers modes de déplacement ne contribuent pas du tout de la même façon à la congestion tant leurs consommations d'espace diffèrent. Pour absorber la pointe, il convient logiquement de faire appel aux modes les plus économes en espace. Ce qui signifie que la voirie automobile doit être dimensionnée en fonction de l'heure creuse de jour et que seuls les espaces destinés aux modes alternatifs méritent d'être dimensionnés selon l'heure de pointe (Le Gal *et al.*, 2002). Bref, 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 les plus chargées.

Dans ce contexte, de nombreux aménagements viaires apparaissent surdimensionnés. Les autoroutes et voies rapides urbaines pourraient être apaisées, avec réduction de la largeur de leurs files de circulation et transformation des bandes d'arrêt d'urgence en couloirs bus (AURG, 2009). Les radiales à 2 x 2 voies ou plus et les larges voiries des quartiers neufs peuvent être réduites à 2 voies (comme l'a fait systématiquement Nantes) ou au moins hors approche des carrefours. Les rues à sens unique à plusieurs voies peuvent aussi comporter moins de files et les voies de desserte être mises à une voie à sens unique avec double-sens cyclable. La plupart des places sont elles aussi surdimensionnées. À Paris, où l'espace est réputé saturé, plusieurs grandes places connaissent des projets de réduction importante des espaces automobiles affectant pourtant peu le trafic (cf. les places Léon Blum, de Clichy, de la République, de la Bastille, de la Concorde, du Colonel Fabien...). De nombreux échangeurs et maxi-giratoires sont aussi bien trop grands et les projets pour les rendre plus compacts se multiplient.

Par ailleurs, 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 – et pas seulement généré – par les infrastructures de transport, c'est-à-dire que la demande n'est pas totalement exogène (CEMT, 1998 ; Noland, 2002 ; Litman, 2011). La portée des modèles classiques de prévision du trafic, pierre angulaire de l'économie des transports, s'en trouve singulièrement limitée.

Enfin, comme pour le stationnement, une régulation par les prix, c'est-à-dire dans ce cas un péage urbain, serait sûrement utile dans les zones les plus denses. Mais cela ne dispense pas de réduire les espaces surdimensionnés et de dimensionner les espaces automobiles en fonction de l'heure creuse de jour.

LA DEMANDE D'ESPACE-TEMPS DES DIVERS MODES SELON LES MOTIFS DE DÉPLACEMENT

Grâce au $m^2.h$, il est facile d'additionner les demandes d'espace-temps de stationnement et de circulation. Le tableau 7 en donne un exemple assez réaliste. Manifestement, le stationnement est ce qui handicape le plus la voiture (ici 87 % de sa demande d'espace). Alors que c'est le contraire pour le vélo (39 %). Sur l'ensemble de ce type de déplacement, le vélo fait d'ailleurs un peu mieux que le bus (contrairement à ce qu'ont affirmé de nombreux auteurs).

Tableau 7

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 ² .h/ voy.	Ecart / piéton
		m ² / véh.	m ² / voy.	m ² .h/ voy.	Largeur m	Débit véh./h	m ² .h/ véh.km	m ² .h/ voy.km	m ² .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	2000	0,8	0,8	7,5	12,3	5
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	50	0	0	0	3,5	40	87,5	1,8	17,5	17,5	7
Tramway	200	0	0	0	3,0	30	100,0	0,5	5,0	5,0	2

Source : nos propres calculs.

Comment varient ces écarts selon les paramètres ? Si la voiture peut stationner le long d'un trottoir, sur 10 m² 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 11 à 5,5. Idem si le couloir bus est deux fois moins utilisé. Dans ces deux hypothèses, le vélo devient trois 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. Avec des hypothèses inverses pas plus absurdes, un utilisateur du bus peut consommer 300 fois moins d'espace qu'un automobiliste (Bruun et Vuchic, 1995).

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.

LA DISLOCATION URBAINE

L'automobile utilise tant d'espace par personne transportée, par rapport aux autres modes de déplacement, que la généralisation de son usage ne peut qu'engendrer de profonds bouleversements. Dès les années 50, en pleine montée du trafic et de la congestion, les spécialistes américains et britanniques les moins suspects de contestation à l'égard de 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 énorme. Le statisticien spécialiste des transports, R. J. Smeed, affirme ainsi : « 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). Le rapport Buchanan en déduit que « ... nous devons nous préparer à un démembrement de plus en plus grand de la structure urbaine... » (1963, p. 50).

Au début des années 70, Jean Poulit, chef de la Division urbaine du SETRA qui œuvre beaucoup dans cette période à 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).

Malgré ces mises en garde, de nombreuses villes ont tenté par tous les moyens – au début, avec l'assentiment de la plupart des gens – de faire place à la voiture : autorisation de fait du stationnement sur tous les espaces disponibles (le long des trottoirs, sur les terre-pleins et les places, en cœur d'îlots...), suppression des tramways et des aménagements cyclables, réduction de la largeur des trottoirs au profit des chaussées, mise en sens unique des voiries pour gagner en capacité de circulation et de stationnement, mise en souterrain ou en viaduc des lignes de transports publics et bien sûr création de nouvelles voiries et de parkings, en surface comme en ouvrage.

La montée rapide du trafic qui en a résulté provoque certes du bruit, de la pollution et des accidents – les nuisances habituellement citées – mais disloque aussi la ville par des artères, des voies rapides et des parkings en isolant les quartiers ou quelques blocs d'immeubles. Cette désagrégation profite aux seuls automobilistes, au détriment des autres usagers, sans que ceux qui en bénéficient dédommagent ceux qui en pâtissent. En cela, la consommation d'espace est bien une nuisance au sens économique du terme.

Concrètement, voici quelques ordres de grandeur. Dans les lotissements, le quart de l'espace est consacré à la voiture. Dans les grands ensembles d'habitat collectif, l'emprise des parkings est aussi grande que celle des immeubles. Pour les hypermarchés, elle est environ le double. Pour les centres commerciaux aux activités plus variées, elle est 50 % plus grande. Idem pour des bureaux en périphérie. Les vastes parkings en surface aux alentours de ces équipements imposent une dispersion des bâtiments qui rend déjà les déplacements à pied sur le site trop longs et peu agréables et oblige alors à utiliser la voiture. 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... Quant aux parcs-relais, ils limitent l'urbanisation de lieux pourtant bien desservis par les transports publics (Frenay, 2001).

Quand les bureaux sont concentrés dans des immeubles situés dans un quartier central des affaires, il est d'usage de construire des parkings souterrains pour les employés (ou des parkings en élévation, comme souvent aux États-Unis). Si tout le personnel vient en voiture, un calcul 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 d'accès doit être si abondante que de nombreuses parcelles ne peuvent être construites faute d'une accessibilité suffisante. Ces dents creuses sont alors transformées et valorisées en parking de surface en attendant mieux. C'est pourquoi, dans des villes comme Los Angeles ou Detroit, la part de la surface consacrée aux transports dépasse 50 % de l'espace urbanisé central (tableau 8).

Tableau 8

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 pour 95 % de part modale à pied	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
		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 ; nos calculs pour Paris, Los Angeles et Detroit.

Ainsi, les centres-villes américains sont certes devenus faciles d'accès grâce à de nombreux parkings et voies rapides, mais les habitants et les passants ont fui, car les quartiers et les bâtiments historiques ont été détruits ou sont cernés par une marée automobile. Un équilibre peu satisfaisant s'est installé entre une accessibilité certes améliorée et une attractivité au contraire fortement dégradée. Même phénomène en périphérie où les rues sont désertées par les enfants, les piétons et les cyclistes. La situation française est heureusement très différente dans les centres mais assez semblable en périphérie.

En conclusion, chaque fois que l'occupation de l'espace public fait débat, les énormes disparités dans les consommations d'espace selon les modes méritent d'être rappelées et documentées : les données unitaires ici fournies peuvent servir de base à ces calculs. Au vu des résultats, on comprend alors pourquoi la présence automobile en milieu urbain doit être mieux encadrée. Il en va de l'équilibre entre les divers usages des lieux et au-delà de la cohérence urbaine. Pour y parvenir, les solutions sont connues : la tarification du stationnement et le péage urbain permettent de réguler correctement l'utilisation des espaces automobiles. Mais cela ne suffit pas : un rationnement complémentaire et concomitant des espaces excédentaires est indispensable.

Toutes ces solutions sont aujourd'hui expérimentées dans les éco-quartiers qui cherchent à limiter les déplacements automobiles au

profit des autres modes. Pour le stationnement, il s'agit de mutualiser les places en mixant les fonctions urbaines et en créant un parking en ouvrage commun à tout le quartier avec un nombre de places strictement limité aux besoins. Pour la circulation, une bonne accessibilité à pied, à vélo et en transports publics (tramway ou BHNS) est d'emblée nécessaire. Dans le quartier, la modération de la circulation évite la ségrégation des trafics et empêche le transit des véhicules. Les économies d'espace ainsi réalisées sont investies en logements plus grands et en espaces publics de meilleure qualité.

Reste une question cruciale : la restriction de l'espace accordé à l'automobile ne risque-t-elle pas de réduire l'accessibilité à la ville et son efficacité même ? Une telle question ne peut pas être tranchée dans le cadre étroit de ce chapitre. On rappellera simplement que la densité est plus efficace que la vitesse pour accroître l'accessibilité et que les nombreuses villes d'Europe du Nord qui ont restreint fortement la place de l'automobile ne sont pas en déclin, bien au contraire.

Pour approfondir le sujet, voir :

Héran 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, convention 06 MT E012. 189 p.

Héran Frédéric, 2011, *La consommation d'espace-temps des divers modes de déplacement en milieu urbain. Recherche complémentaire*. Rapport pour le Predit 4, convention 09 MT SU 16, octobre. 155 p.

Un ouvrage de synthèse est en préparation.

BIBLIOGRAPHIE

Apel Dieter, 2000, « Traffic system, space demand and urban structure », *Vélo Mondial 2000*, Amsterdam, juin, 13 p.

Baker Geoffrey, Funaro Bruno, 1958, *Parking*, New York, Reinhold Publishing Co. 202 p.

Barthélémy Jean-Roland, Reynal Gilles, Rigaud Marguerite, 2001, *Vers une économie locale du stationnement résidentiel*, Éd. du PUCA, collection Recherches n° 131, 192 p.

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*, London, HMSO. 264 p. Trad. *L'automobile dans la ville*, Paris, Imprimerie nationale, 1965, 224 p.

- CEMT, 1998, *La mobilité induite par les infrastructures*, rapport de la 105^e table ronde d'économie des transports, Paris, CEMT, OCDE, 333 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.
- 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, p. 57-66.
- Frenay Patrick, 2001, « P+R versus urbanisation autour des nœuds de transports publics », *Transport Environnement Circulation*, n° 166, p. 20-29.
- Le Gal Yan, Chaleroix Ludovic, Meugniot François-Régis, Laroche Christian, 2002, *La voirie urbaine : un patrimoine à réhabiliter. Enseignements de Nantes*, Rapport pour le PREDIT 2, Ministère de l'Équipement, direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, 85 p.
- Litman Todd, 2011, *Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning*, Canada, Victoria Transport Policy Institute, 35 p.
- Marchand Louis, 1977, « Qu'est-ce que la mobilité », *Métropolis*, n° 24-25, p. 51-54.
- Marchand Louis, 1984, « Un concept fécond, la consommation d'espace temps », *Les cahiers scientifiques de la revue Transport*, 2^e semestre.
- Mellet François, 1969, *Le stationnement aux gares et le dimensionnement des parcs de dissuasion. Principaux résultats. Éléments de programmation. Méthode de calcul*, Paris, IAURP, 119 p.
- 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, n° 1, p. 1-26.
- Perez-Diaz Claudine, 1996, « Les régulations rationnelles du contrôle des contraventions », in « Routes, espace incertain », *Les cahiers de la sécurité intérieure*, n° 25, p. 90-106.
- Peyron Julien, 2009, « Les parcs relais en Île-de-France », *Transport Environnement Circulation*, n° 202, juin, p. 32-39.
- Poullit Jean, 1971, « La circulation urbaine », *Revue générale des routes et des aérodromes*, n° 462, fév., p. 59-78.
- Smeed R.-J., 1961, *The Traffic Problem in Towns*, Manchester statistical Society. Trad. *Le problème de la circulation dans les villes*, Arcueil, SERC, 1965, 59 p.

Les budgets-temps de transport

Iragaël Joly

Maître de conférences en économie

Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble

Grenoble-INP

INRA, UMR 1215 GAEL

Université Grenoble Alpes

Les programmes de recherche présentés ont été menés au Laboratoire d'Économie des Transport¹. Un premier travail exploratoire avait été mené pour le PUCA. Il a été poursuivi pour le Prédit à la faveur d'un programme de recherche financé dans le cadre du groupe 1 du Predit 3 (Ademe et Drast), auquel se sont associés ensuite le LASUR (EPFL de Lausanne), puis le GRT (FUNDP de Namur) dans le cadre d'un programme ANR.

INTRODUCTION

Les budgets-temps de transport sont réputés stables depuis plusieurs décennies. Établie sur les travaux fondateurs de Zahavi, cette conjecture suppose que la moyenne par agglomération des temps quotidiens de transport individuels² est d'une durée invariable d'une heure. Dans les agglomérations françaises, la stabilité des budgets-temps de transport est illustrée par l'étude de Godard (1978) puis celle de Quetelard (1998) sur 44 agglomérations françaises couvrant la période 1976 à 1995³. À partir de cette hypothèse d'existence et de stabilité des BTT, Zahavi propose une vision, à l'époque nou-

1. *La croissance des budgets-temps de transport en question : nouvelles approches* (BC04000427) et *La croissance des budgets-temps de transport : approfondissements* (07MTS023).

2. Le Budget-Temps de Transport (BTT) se définit comme la somme des durées de tous les déplacements réalisés dans une journée par un individu.

3. De nombreux travaux ont recherché par l'analyse de données à illustrer cette stabilité du BTT, dont parmi les plus récents ceux de Schaffer (2000), et de Metz (2003).

velle, de la mobilité en considérant que les individus maximisent les opportunités auxquelles ils accèdent sous la contrainte de ce BTT (accompagné d'un budget monétaire de transport) ⁴.

On comprend aisément que sous cette hypothèse forte de constance des BTT, l'amélioration des vitesses, notamment par les nouveaux espaces rendus accessibles, se traduit par une augmentation des distances parcourues et un réinvestissement du temps gagné dans d'autres déplacements. La conjecture de Zahavi est donc féconde pour comprendre le développement du trafic, la dilatation des espaces urbains. La forme urbaine la plus emblématique de ce développement a été qualifiée de « ville californienne » (Bieber *et al.*, 1994), laquelle est associée aux problèmes de durabilité de la mobilité quotidienne.

Cependant, cette stabilité suggère *une gestion paradoxale des gains de temps à deux niveaux*. Tout d'abord, au niveau urbain, les gains de vitesse n'ont pas été utilisés pour passer moins de temps dans les transports, mais pour aller plus loin. Ensuite, rapportés au comportement individuel d'allocation des temps, les gains de temps n'ont pas été consacrés à d'autres activités. Alors même que le temps de transport est identifié comme le « pire temps de la journée » (Kahneman *et al.*, 2006).

Il est indispensable de ne pas faire de cette hypothèse de constance des BTT une loi universelle régissant les comportements individuels. Le temps de transport consenti par un individu pour accéder à une activité résulte d'un phénomène complexe, mêlant de nombreux arbitrages.

Cette posture nous conduit à dépasser certaines conceptions du temps de transport. Notamment celle de certains économistes, selon laquelle le temps de transport se réduit à un coût de la mobilité au même titre que le coût monétaire. La gestion de la ressource temporelle implique un comportement d'autant plus complexe que le temps de transport est au centre de nombreuses interactions entre les choix individuels et interindividuels. Ce rôle particulier du temps de transport positionne l'individu dans un espace ou un ensemble d'opportunités urbaines, et dans une temporalité sociale et urbaine. Gérer sa mobilité ressemble de moins en moins à une réduction des coûts monétaires ou temporels, indépendante d'autres dimensions.

4. La loi de Zahavi ou la « Brever law » (Hupkes, 1982) sont souvent référencées dans la littérature par le concept de budgets temps de transport, qui suppose à la fois l'existence et la stabilité d'un budget temporel de transport. Toutefois, l'apport de Zahavi réside surtout dans la modélisation du comportement de mobilité par un programme d'optimisation d'utilité sous contraintes de budgets.

La mise en cause progressive de la conjecture de minimisation des temps de transport et celle de constance des BTT, nous conduit à une démarche en trois temps, d'un niveau agrégé vers un niveau plus fin désagrégé. Tout d'abord, la première partie redéfinit le sens de la proposition de Zahavi et précise la portée novatrice de sa vision des comportements de mobilité, notamment en tant qu'ouverture du cadre des outils de régulation des mobilités urbaines.

Ensuite, la deuxième partie illustre certains des mécanismes structurels à l'œuvre derrière ce BTT moyen mesuré dans différentes agglomérations. L'analyse approfondie des temps de transport dans huit villes européennes montre, non pas une stabilité des comportements de mobilité, mais l'existence de régularités multiples des comportements, voire l'émergence de nouvelles tendances ou profils de mobilité, notamment les « pendulaires intensifs ».

Enfin, la mobilité individuelle est étudiée comme l'expression d'une demande dérivée de la participation aux activités. La troisième partie présente la recherche des articulations et des ajustements des comportements individuels de mobilité autour de l'élément-clé que constitue le temps de transport.

L'ÉTUDE DES BTT – OUTIL DES POLITIQUES DE TRANSPORT URBAIN

Selon les données accessibles aux chercheurs, le BTT trouve dans les études des mobilités de nombreuses définitions et autant de modes de calcul. Les premières analyses dans les années 1970 ont pu mesurer un temps de transport quotidien en automobile ou pour les trajets motorisés domicile-travail (Szalai, 1972 ; Zahavi et Ryan 1980 ; Zahavi et Talvitie, 1980 ; van der Hoorn, 1979 ; Hupkes, 1982). Maintenant, la qualité des enquêtes permet l'observation des temps de trajets et des BTT pour tous les modes et tous les motifs. Toutefois, de nombreuses questions de mesure de ces indicateurs demeurent, notamment autour du périmètre spatial pertinent, autour de la représentativité et de la généralisation de certains des trajets enquêtés (sortie de zone d'enquête, les déplacements personnels enchaînés aux déplacements professionnels,...). Autant de questions qui rendent difficilement comparables les résultats quantitatifs.

Malgré ces difficultés, la littérature sur les BTT conduit à distinguer deux hypothèses. La première suggère une stabilité du BTT dans le temps et dans l'espace lorsqu'il est mesuré comme une moyenne par agglomération. Ainsi, un BTT d'une heure semble être une approximation relativement bonne de la moyenne des BTT moyens observés

dans différentes villes, de différents pays à différentes périodes. Cette « hypothèse forte » de stabilité des BTT prend tout son sens relativement à l'hétérogénéité des situations urbaines. En dépit des différences de développement économique, de niveau d'infrastructure de transport, des contextes urbains, etc., les BTT moyens par ville restent approximativement les mêmes, que ce soient ceux de villes européennes ou américaines, de métropoles japonaises ou de villages africains (Schafer et Victor, 2000). Loin d'être une loi comportementale individuelle, elle pourrait être une loi des villes. En effet, la conception de la mobilité proposée par Zahavi conduit à comprendre la coproduction ville-transport comme articulée autour des BTT et budgets monétaires. Certaines tendances observées par Levinson et Kumar (1994) semblent souligner cette coproduction. Comme par exemple, les localisations résidentielles près des voies rapides et s'éloignant des lieux de travail, ou à l'inverse les localisations des lieux de travail et de commerce se rapprochant des lieux de résidence, notamment des populations peu mobiles.

Néanmoins, l'hypothèse forte de constance n'est pas pertinente au niveau désagrégé. Les analyses désagrégées des BTT révèlent de nombreuses relations avec d'autres variables, telles que les attributs socio-démographiques, les caractéristiques des déplacements et les contextes urbains. La régularité de ces relations, malgré les différences entre études en termes de recueil de données, de méthodes d'analyses, etc. constitue « l'hypothèse faible » de régularité des BTT (Mokhtarian et Chen, 2004 ; Joly, 2005, proposent des revues de ces différents effets). La recherche de ces régularités se heurte aux dimensions qui ne peuvent être mesurées ou résumées à un niveau quotidien. Par exemple, les modes de déplacements ou les contextes urbains des lieux d'activités, ou la planification d'activités sur plusieurs semaines.

Ces deux interprétations de la conjecture de Zahavi constituent des outils de compréhension et potentiellement de régulation des mobilités aux niveaux agrégés et individuels, et aussi deux défis de recherche en économie des transports.

LE TEMPS DE TRANSPORT, UN OUTIL POUR FAIRE ET DÉFAIRE LA VILLE

Au moins à un niveau agrégé, l'interprétation du lien entre vitesse, distance et BTT rend la vitesse responsable de l'extension de la portée spatiale des déplacements sous la contrainte d'un BTT fixe. L'étalement urbain est permis au moins en partie par les vitesses plus rapides permises par l'automobile (Wiel, 2002 ; Korsu *et al.*, 2012). La copro-

duction ville-transport s'articule autour du BTT. Sous l'hypothèse de stabilité des BTT, la ville compacte semble être une réponse aux enjeux environnementaux actuels. Avec des leviers sur les mobilités apparaissant autour de la régulation des vitesses automobiles, de l'accès aux transports collectifs, de la densité des aménités urbaines.

À un niveau plus fin, la conjecture de Zahavi conserve un pouvoir explicatif important. Elle permet de styliser simplement les mécanismes de l'économie de la mobilité individuelle autour de nouveaux éléments non monétaires. La gestion apparemment paradoxale du temps de transport n'est qu'une compréhension incomplète des arbitrages temporels individuels. Le mécanisme de réinvestissement des gains de temps découle de la caractéristique majeure du temps : il n'est pas stockable. Le temps gagné lors de gains de vitesse ne peut être épargné, il doit être consommé d'une façon ou d'une autre. Pour que cette consommation donne à son bénéficiaire l'impression qu'il en retire un gain effectif, celui-ci poursuivra de nouvelles activités (ou allongera la durée de ses activités) *a priori* les moins contraintes possibles ou les plus agréables, soit les activités dont l'utilité marginale est plus forte que celle d'activités déjà pratiquées (travail, temps domestique...). Il est probable que cette consommation conduite à de nouveaux déplacements ou à des déplacements plus longs en temps comme en distance.

L'allongement des distances parcourues, l'étalement urbain et la domination des parts modales par l'automobile trouvent une explication dans cette course aux gains d'accessibilité permis par les modes rapides (automobile, RER, TER, TGV, etc.). Le réinvestissement, en transport, des gains de temps autorise un élargissement de la zone d'activités accessibles aux individus, incluant la zone d'habitat accessible.

En définitive, l'accessibilité ne permet pas de réduire les temps de transport ou les distances parcourues. Au contraire, elle aura permis au moins de conserver une mobilité constante. Nous pouvons aller au-delà et formuler l'hypothèse controversée, selon laquelle, les nouveaux espaces accessibles attisent la mobilité, au point où les gains de vitesse peuvent même inciter les individus à accepter une dépense temporelle de transport de plus en plus grande (comme nous le développerons par la suite).

L'hypothèse controversée, que l'accessibilité attise la mobilité et les BTT, explique cette gestion apparemment paradoxale qui peut interférer en remettant en cause les leviers de régulation par l'existence d'une demande latente.

L'enjeu de l'analyse des comportements de mobilité et de leur régulation réside donc dans la compréhension de l'usage des gains de

temps produits par les gains de vitesse. L'existence potentielle d'une demande latente de mobilité mérite toute notre attention. D'autant plus que les BTT de différentes villes semblent en hausse dans de nombreux travaux récents aux Pays-Bas, en Grande-Bretagne, en France et en Suisse (Department for Transport, 2010 ; Joly *et al.*, 2007 ; OFS, 2007 ; Wee *et al.*, 2006).

PEUT-ON REFAIRE LA VILLE ?

Les effets théoriques des politiques de transports visant à refaire la ville par la régulation des vitesses et donc des temps de transport sont à confronter notamment à une meilleure connaissance des comportements individuels de mobilité et à l'identification d'une éventuelle demande latente.

Dans cet objectif, nos travaux menés pour le Prédit avec les équipes du Let et du LaSUR ont notamment porté sur la comparaison des BTT observés dans sept villes françaises (Grenoble, Lyon, Rennes et Strasbourg) et suisses (Berne, Genève et Zurich), auxquelles ont été ajoutées, avec l'aide du GRT, les données de Bruxelles et les actualisations de Lyon et Grenoble. Ainsi dix-sept enquêtes de mobilité (environ 250 000 déplacements, 60 000 individus) sont regroupées et homogénéisées assurant un échantillon diversifié, afin de répertorier tous les aspects des transports dans ces agglomérations. Un lourd travail a consisté, sur le plan méthodologique, à établir des moyens les plus fiables possibles pour comparer des agglomérations dont les limites administratives, les modes et les dates de recensement sont différents (Joly *et al.*, 2007). Ces données ont été complétées par des entretiens sociologiques menés dans les régions alémanique, bruxelloise et lyonnaise auprès d'individus caractérisés par des BTT très élevés. Des informations géographiques ont été intégrées à un niveau fin aux enquêtes (densité de population, proximité aux infrastructures routières et aux transports collectifs).

Émergence de pendulaires intensifs

Cette confrontation confirme que le BTT moyen dans ces huit agglomérations s'établit autour de 60 minutes, quelle que soit la politique de transports suivie. Toutefois, les temps moyens suivent une tendance générale à la hausse depuis quelque trente ans. L'étude statistique approfondie montre que la hausse des BTT moyens constatée sur

ces huit villes résulte en partie *d'une proportion croissante d'individus consacrant des temps élevés à leur mobilité* (tableau 1).

De plus, la modélisation fondée sur des modèles de durées montre une gestion des BTT en contradiction avec la vision économique du temps de transport comme un simple coût. La modélisation de la probabilité d'atteindre un BTT donné appliquée aux 8 villes a permis d'identifier le seuil de durée des déplacements à partir duquel nous pouvons définir les *pendulaires intensifs* : à partir d'un seuil compris entre 100-120 minutes de BTT, les individus ont un taux de hasard⁵ décroissant. Autrement dit, au-delà de ces 120 minutes, les pendulaires intensifs ont une probabilité de continuer de se déplacer, qui reste forte et décroît lentement. Tout se passe comme si la résistance à allouer du temps de transport supplémentaire se réduisait au-delà de ce seuil.

La définition quantitative de ce seuil a servi de critère de recrutement pour les entretiens sociologiques. Les déterminants de la pendularité intensive ont ensuite émergé de l'analyse croisant les deux méthodes. Premièrement, les caractéristiques socio-économiques des individus influencent la pendularité intensive, qui est plutôt le fait d'hommes et d'actifs, et qui est peu fréquente en présence d'enfants⁶. Deuxièmement, le nombre de déplacements et les durées des activités réalisées hors du domicile tendent également à accroître les temps de trajets quotidiens. Troisièmement, les activités réalisées régulièrement au cours de la semaine augmentent elles aussi les BTT et créent des cycles hebdomadaires réguliers. Enfin, la méthode qualitative a permis d'ouvrir la réflexion vers la manière dont sont vécus les temps de trajet pour expliquer la pendularité intensive. L'hypothèse formulée à partir de ces données qualitatives est qu'une perception positive des temps de déplacements quotidiens soutiendrait des pratiques intensives de pendularité. De nouveaux comportements d'appropriation du temps de transport, tant en transport en commun qu'en voiture, notamment soutenus par la technologie semblent prendre le relais des gains de vitesses pour soutenir la mobilité et les BTT. L'existence de « temps

5. Le taux de hasard peut être compris comme une sorte de probabilité conditionnelle instantanée d'arrêter un processus pendant son déroulement, ici la chaîne de déplacements de la journée.

6. La caractérisation de ces populations mobiles reste toutefois difficile du fait du manque de données fiables sur d'autres attributs pouvant par exemple révéler le poids du transport dans le budget du ménage ou éclairer la disposition « culturelle » à poursuivre des activités hors-domicile ou à résider plus loin.

masqués » (Meissonnier, 2001), exploités durant le transport, tend à modifier le rapport au temps de transport.

MOBILITÉ : VARIABLE D'AJUSTEMENT ENTRE LES ESPACES ET LES TEMPS

L'hétérogénéité des situations et des arbitrages individuels contraint à rechercher les déterminants des comportements de mobilité dans un champ plus large, intégrant les activités poursuivies et la donne spatiale. Une piste de compréhension de la complexité des comportements de mobilité réside dans l'étude des relations entre temps de transport et temps d'activités d'individus résidant dans des contextes urbains différents.

Tout d'abord, l'impact du cadre spatial de la mobilité est étudié. Les choix de mobilité trouvent une part d'explication dans les caractéristiques des zones de localisation résidentielle et des systèmes de transport. Ensuite, nos résultats montrent l'existence de relations relativement robustes entre l'activité poursuivie et la mobilité associée, lorsque mesurées par les durées des activités. Enfin, la recherche d'une différenciation spatiale de ces relations semble indiquer, si ce n'est l'existence de programmes d'activités différenciés selon les localisations (entre résidents urbains et périurbains), au moins des gestions des programmes d'activités faisant apparaître des rapports au temps différents.

L'impact des localisations

De nombreux travaux suggèrent l'existence d'un lien entre les durées quotidiennes de déplacement et les attributs des zones de localisation résidentielle en termes de données géographiques (densité de population ou d'emplois, distance au centre, etc.) de systèmes de transport (niveau de développement des systèmes de transport, accessibilité des infrastructures, etc.) (Levinson, 1999 ; Schwanen, 2002 ; Giuliano et Narayan, 2003 ; Kitamura *et al.*, 2003). Articulés autour des BTT, les travaux de Levinson et Kumar (1994) proposent l'hypothèse de localisation rationnelle des individus (*rational locator*). Selon cette hypothèse, les acteurs (ménages et firmes) peuvent, s'ils le choisissent, maintenir une durée de déplacement domicile-travail (approximation du BTT) approximativement stable en ajustant les localisations de leur domicile ou de leur lieu de travail, et ce notamment lorsque l'offre de transport est modifiée. Ainsi, en choisissant des localisations plus proches des voies rapides, notamment en périphérie, les agents

parviennent à maintenir une durée de déplacement domicile-travail relativement stable. Cette hypothèse de *rational locator* fait le passage de la stabilité des BTT à un niveau agrégé (urbain) au niveau désagrégé où il implique une régularité comportementale dans l'arbitrage transport / localisation. La localisation ou relocalisation résidentielle et des entreprises, plus près des systèmes de transport et donc d'une meilleure accessibilité est un levier pour le maintien des BTT. Même si l'hypothèse de stabilité des BTT au niveau désagrégé n'est pas soutenue par de nombreux travaux mentionnés précédemment, mais aussi ceux de Levinson et Wu (2005), le *rational locator* reste un arbitrage potentiellement explicatif des comportements de mobilité en interaction avec les choix de localisations résidentielles. Cet arbitrage transport / localisation est à l'œuvre et peut conduire à accepter une hausse des BTT en contrepartie de nouvelles opportunités accessibles ou de l'accès à la propriété immobilière.

Nos premiers résultats sur les enquêtes ménages déplacements de Lyon 2006 et Grenoble 2002, questionnent la relation entre la gestion du temps de transport et les zones de localisation résidentielle. Ils semblent indiquer l'existence d'un équilibre entre le nombre de déplacements et le BTT cohérent avec le concept du *rational locator*. Le meilleur accès aux voies rapides de la zone semble associé à des durées quotidiennes de transport relativement plus faibles que dans les autres zones dont le nombre de déplacements moyen est comparable, ou à un nombre de déplacements moyen plus élevé pour un BTT équivalent.

La relation aux temps d'activité

L'approche des mobilités basée sur les activités (*activity-based approach*) postule que le transport est l'expression d'une demande dérivée des activités poursuivies (Timmermans, 2005). De ce point de vue, la compréhension des mobilités ne peut s'appuyer sur la seule observation des déplacements. L'analyse de la structuration des programmes d'activités apporte un nouvel éclairage sur les comportements de mobilité individuels et des ménages en les rapprochant de leur finalité.

Cette direction s'avère d'autant plus intéressante que la gestion paradoxale des BTT et l'émergence significative de pendulaires intensifs tendent à indiquer une demande latente de mobilité qui trouve sa source dans la demande pour la participation à des activités hors-domicile.

Le temps de transport consenti par un individu pour accéder à une activité mêle de nombreux arbitrages. Tout d'abord, certains

temps de transport peuvent paraître plus pénibles que d'autres. Par exemple, les 10 premières minutes sont souvent moins négativement perçues que les 10 dernières minutes d'un déplacement ; le temps de transport pour une activité contrainte est moins apprécié que le temps de transport pour le loisir ; le temps d'attente d'un transport public est souvent perçu de manière plus négative que le temps de trajet, etc. Ensuite, la durée d'un déplacement est considérée comme un coût et doit donc être compensée par l'utilité de l'activité menée à destination. La littérature économique relie le temps de transport à la durée de l'activité à destination (Chen et Mokhtarian, 2006 ; Jara-Diaz, 2003), mais le plus souvent en supposant un simple prix constant (temporel ou monétarisé) d'accès aux activités⁷.

Ce « prix en temps de transport » mesurable par le rapport des durées quotidiennes de transport et d'activité, a été modélisé et testé sous différentes formes linéaire (prix constant) ou non-linéaire (prix non-constant) (Schwanen et Dijst, 2002 ; Kitamura *et al.*, 1992). Il ressort de nos résultats sur les différentes enquêtes de mobilité françaises que les temps quotidiens d'activité ont un impact sur la durée quotidienne de transport. Trois types de résultats apparaissent ainsi :

1) les prix en temps de transport pour le travail, le loisir et pour l'achat/service, ne sont pas constants avec les niveaux de durées d'activité poursuivies. Le temps de transport associé à une activité n'est pas une part fixe et constante de la durée de l'activité ;

2) ces relations temps de transport/temps d'activité peuvent être mesurées par des élasticités de la demande en temps de transport relativement aux durées d'activité. Une régularité forte apparaît lorsque l'on mesure la variation relative de temps de transport associée à une variation relative de la durée d'activité ;

3) ces élasticités estimées sont relativement proches entre les villes de Grenoble, Lyon, Rennes et Strasbourg, selon les types d'activités poursuivies. Pour ces différentes agglomérations les ordres de grandeurs de ces élasticités sont autour de 0,1 pour le travail, 0,3 pour l'achat/service et 0,2 pour les loisirs⁸. La confrontation aux données révèle que la relation temps de transport – temps d'activité gagne à être modélisée par une forme non linéaire concave représentant la propension marginale décroissante à accepter des durées de transport élevées associée à une durée d'activité croissante. Le

7. On retrouverait alors une sorte de régularité dans le prix en temps de transport maximum consenti, soit le pourcentage de temps d'activité consenti au transport donnant accès à cette activité.

8. Ainsi une variation de 1 % du temps quotidien de loisir sera associée à une variation de 0,2 % du temps quotidien de transport.

temps de transport consenti croît de moins en moins rapidement avec la durée de l'activité à destination.

Une incidence directe de ces résultats sur notre façon de comprendre les comportements sous-jacents aux durées de transport est qu'un gain de temps n'aura pas le même impact sur les trajets pour le motif travail que sur des trajets pour le motif achat/service ou le loisir. Notamment, si ce temps gagné est utilisé pour une activité de loisir, le temps de transport associé pourra être relativement plus élevé. Ce mécanisme explique en partie la gestion paradoxale des BTT suggérée par leur croissance observée.

Les comportements de mobilité sont donc à la fois à rapprocher des programmes d'activité et à différencier selon les contextes urbains de résidence. Les estimations des intensités en transport réalisées sur Lyon 2006 et Grenoble 2002 indiquent des gestions de ces intensités différentes entre villes, types d'activité et niveaux d'accès aux infrastructures de transport pour les motifs travail et achat/service. Tandis que l'intensité en transport pour le loisir semble indépendante des contextes spatiaux. La proximité des bretelles d'accès aux voies rapides accroît l'intensité en temps de transport du temps de travail et réduit l'intensité en temps de transport du temps d'achat/service. La propension à accepter des temps de transport plus élevés avec la durée de travail est augmentée par la proximité aux infrastructures de transport. Mais cette proximité réduit le temps consenti relativement à la durée d'achat/service.

CONCLUSION

La confrontation de plusieurs enquêtes déplacements et la mobilisation des méthodes quantitative et qualitative ouvrent de nouvelles pistes d'exploration et tend à corriger quelques mésinterprétations. L'analyse quantitative des BTT dans huit villes (Berne, Bruxelles, Genève, Grenoble, Lyon, Rennes, Strasbourg et Zurich) permet la comparaison, au moins en termes relatifs des situations locales en tenant compte des caractéristiques des individus et des ménages. Un résultat est que les BTT moyens croissants semblent au moins en partie expliqués par la hausse de la proportion d'individus de l'échantillon de chaque ville qui font face à ou choisissent des déplacements de longue durée.

Ces travaux ne remettent pas totalement en cause la conjecture de Zahavi d'existence de budgets transport stables. Mais ils la nuancent grâce à des méthodes qui dissipent l'effet de moyenne et font apparaître certains des mécanismes comportementaux qui régissent les

choix de participations aux activités et de mobilité, selon les caractéristiques individuelles, culturelles, sociales, mais aussi les caractéristiques spatiales et les programmes d'activités poursuivies. Par ailleurs, contrairement à l'idée reçue selon laquelle les individus cherchent avant tout à minimiser le temps de transport, ces travaux montrent que de nombreux arbitrages interviennent et peuvent justifier des temps de déplacement particulièrement longs. Cette minimisation des BTT semble être moins souhaitée, étant donnée l'ensemble d'opportunités offert par les gains d'accessibilité ou moins tenable, étant données les contraintes pesant sur les choix de mobilité. Différents déterminants conduisent une part significative de la population à une gestion inédite de son temps de transport. Pour ces personnes, la limite du « supportable » se situe, non autour d'une heure, mais autour du double.

Le mécanisme de demande latente par lequel la mobilité urbaine semble être régie constitue un défi des politiques de mobilité urbaine et de la recherche en transport. Le champ de l'action de ces politiques ne se résume pas à un seul indicateur (le temps de transport) ou un seul levier (la vitesse). Au contraire, les répercussions de l'action politique sont complexes. La gestion paradoxale des temps de transport reflète tout d'abord un effet-clicquet à la baisse des BTT (et non à la hausse comme pouvait le suggérer la stabilité des BTT) qui déprécie l'effet des politiques de régulation par les vitesses, notamment lorsque croisé avec les stratégies de localisation. La réduction des vitesses peut voir ses effets escomptés de réduction de mobilité en partie réduits par l'acceptation de BTT élevés ou une réorganisation des programmes et des lieux d'activité. Ensuite, la demande latente contrebalance toute action visant à améliorer l'accessibilité, même en transport en commun. L'élargissement du champ des possibles qui en résulte attise les mobilités par tous les modes. Il apparaît difficile de prévoir comment sera utilisé le temps gagné sur un déplacement amélioré et surtout de prévoir la mobilité générée ou réorientée qui lui sera associée. Tout se passe comme si les nouveaux espaces accessibles se révélaient de plus en plus attrayants avec la distance et incitaient à supporter des temps de transport longs et/ou à réaliser plus de déplacements. Ainsi, la substitution entre automobile et transport en commun attendue de l'accessibilité en transport en commun ne peut pas totalement garantir une baisse de l'usage de l'automobile.

L'approche par les programmes d'activité est elle-aussi féconde. Les substitutions entre les différents temps d'activité conditionnent l'usage des gains de temps et leur intensité en transport. Les gains de temps pour un motif ne conduisent pas systématiquement à une réduction du BTT. L'impact dépendra de l'intensité en temps de trans-

port de l'activité à laquelle sera alloué le temps gagné. Les individus semblent adopter des rapports aux temps de transport distincts selon les activités poursuivies, mais aussi selon les lieux de réalisation de ces activités. Les structurations des programmes d'activités autour des temps de transport semblent différenciées spatialement et appellent des politiques de mobilité urbaine en adéquation avec les demandes d'accessibilité hétérogènes qu'elles expriment. Cela inciterait à amener la réflexion sur la question globale de la gestion temporelle des activités, articulées autour du temps de transport. C'est une des actions menée par certaines agglomérations au travers des bureaux des temps et observatoires des temps.

Tableau 1

BTT quotidiens moyens et médians, mesurés sur les populations mobiles

	BTT quotidiens (min.)			Pendulaires intensifs (%)	
	N	Moyenne	Médiane	% > 100min	% > 120min
Bruxelles 1999	979	67,82	55	19,86	11,85
Grenoble 1992	3271	65,72	55,00	16,78	9,66
Grenoble 2001	5410	75,53	64,00	24,10	15,05
Grenoble 2010	8003	77,49	65,00	25,26	16,82
Lyon 1985	7247	66,72	60,00	18,15	10,13
Lyon 1995	11061	76,20	65,00	24,24	14,78
Lyon 2006	11373	75,75	63,00	24,29	15,24
Rennes 1991	6140	57,19	50,00	11,17	6,19
Rennes 2000	7585	66,43	55,00	16,74	10,34
Strasbourg 1988	3776	67,98	60,00	17,93	11,10
Strasbourg 1997	4717	76,25	65,00	23,51	15,07
Berne 1994	1335	74,13	60,00	21,65	15,43
Berne 2000	1348	85,41	69,00	29,01	20,18
Genève 1994	353	83,41	60,00	24,93	17,56
Genève 2000	1919	84,06	65,00	28,19	19,49
Zurich 1994	1574	82,11	65,00	25,16	17,79
Zurich 2000	2010	87,35	70,00	30,85	22,09

RÉFÉRENCES

- Bieber A., Massot H., Orfeuill J.P., 1993, « Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne », Synthèse INRETS, 19.
- Chen C. et Mokhtarian P.L., 2006, « Tradeoffs between time allocations to maintenance activities/travel and discretionary activities/travel », *Transportation* 33 (3), p. 223-240.
- Crozet Y. et Joly I., 2004, « Budgets-temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du bien le plus rare », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 45, p. 27-48.

- Department for Transport, 2010, *Transport Trends : 2009 Edition*, Transport Statistics, DfT, London, 178 p.
- Giuliano G. et Narayan D., 2003, « Another look at travel patterns and urban form : The US and Great Britain », *Urban Studies*, 40 (11), p. 2295-2312.
- Godard X., 1978, *Les budgets temps de transport – Analyse de quelques agglomérations françaises*, Rapport de Recherche l'Institut de Recherche des Transports, 31,51 p.
- Hubert J.P., 2009, « Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs », *Insee Première*, 1252.
- Hupkes G., 1982, « The law of constant travel time and trip-rates », *Futures*, février, p. 38-46.
- Jara-Díaz S.R., 2003, « On the goods-activities technical relations in the time allocation theory », *Transportation*, 30 (3), p. 245-260.
- Joly I., Kaufmann V. et Littlejohn K., 2007, *La croissance des budgets-temps de transport en question : nouvelles approches*, Rapport final de recherche, Programme Français de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres (PREDIT), Groupe Opérationnel n° 1, « Mobilité, territoires et développement durable » (2005-2006), 132 p.
- Joly I., 2005, *L'allocation du temps au transport – De l'observation internationale des budgets-temps de transport aux modèles de durées*, Thèse, Université Lumière Lyon 2, 489 p.
- Joly I., 2006, « Stability of regularity of the daily travel time in Lyon ? Application of a duration model », *International Journal of Transport Economics*, XXXIII, vol. 3, p. 369-400.
- Kahneman D., Krueger A.B., Schkade D., Schwarz N. et Stone A.A. (2006) « Would you be happier if you were richer ? A focusing illusion ». *Science*, 312 (5782), p. 1908-1910.
- Kitamura R., Robinson J., Golob T.F., Bradley M., Leonard J. et Van der Hoorn T., 1992, *A comparative analysis of time use data in the Netherlands and California*, Report UCD-ITS-RR-92-9, Institute of Transportation Studies, University of California, June, 127-138.
- Kitamura R., Susilo Y., Fukui K., Murakami J. et Kishino K., 2003, « The invariants of travel behavior : the case of Kyoto-Osaka-Kobe Metropolitan Area of Japan, 1970-2000 », *10th Conference of the International Association for Travel Behaviour Research*, Lucerne, 10-14 août, 25 p.
- Korsu E., Massot M.-H., Orfeuill J.P., 2012, *La ville cohérente, penser autrement la proximité*, La Documentation Française, 167 p.
- Levinson D.M., 1999, « Space, money, life-stage, and the allocation of time », *Transportation*, 26 (2), p. 141-171.
- Levinson D. et Kumar A., 1994, « The rational locator : Why travel times have remained stable », *Journal of the American Planning Association*, 60 (3), p. 319-332.

- Levinson D. et Wu Y., 2005, « The rational locator reexamined : Are travel times still stable? », *Transportation*, 32 (2), p. 187-202.
- Meissonnier J., 2001, *Provinciliens : Les voyageurs du quotidien, entre capitale et province*, Paris, L'Harmattan.
- Metz D., 2003, « Travel time constraints in transport policy », *Transport*, 157 (2), p. 99-105.
- Mokhtarian P.L. et Chen C., 2004, « TTB or not TTB, that is the question : a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets », *Transportation Research Part A*, 38 (9-10), p. 643-675.
- OFS, 2007, *La mobilité en Suisse, Résultats du microrecensement 2005 sur le comportement de la population en matière de transports*, Office fédéral du développement territorial et Office fédéral Statistique de la Suisse, Neuchâtel, 100 p.
- Quetelard B., 1998, *Les budgets-temps de déplacements – Analyse exploratoire des enquêtes ménages*, CETE Nord-Picardie, 71 p.
- Schafer A., 2000, « Regularities in travel demand : An international perspective », *Journal of Transportation and Statistics*, 3 (3), p. 1-31.
- Schafer A. et Victor D.G., 2000, « The future mobility of the world population », *Transportation Research Part A*, 34 (3), p. 171-205.
- Schwanen T., 2002, « Urban form and commuting behaviour : a cross-european perspective », *Urban Studies, Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 93 (3), p. 336-343.
- Schwanen T. et Dijst M., 2002, « Travel-time ratios for visits to the workplace : the relationship between commuting time and work duration », *Transportation Research Part A*, 36 (7), p. 573-592.
- Szalai A., 1972, *The use of time. Daily activities of urban and suburban populations in twelve countries*, Paris-The Hague, Mouton, 872 p.
- Timmermans H., 2005, *Progress in activity based analysis*, Elsevier, 529 p.
- Van der Hoorn T., 1979, « Travel behaviour and the total activity pattern », *Transportation*, 8 (4), p. 308-328.
- Vincent-Geslin S. et Joly I (2012) « Raisons et pratiques de la pendularité intensive. Le temps de trajet, entre temps subi et temps choisi ». *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 61, p. 159-186.
- Wiel M. (2002) *Ville et automobile*. Edition Descartes & Cie, Paris, 140 p.
- Wee B., Rietveld P. et Meurs H. (2006) « Is average daily travel time expenditure constant? In search of explanations for an increase in average travel time ». *Journal of Transport Geography*, 14 (2), p. 109-122.
- Zahavi Y. et Talvitie A. (1980) « Regularities in travel time and money expenditures ». *Transportation Research Record*, 750, pp. 13-19.
- Zahavi Y. et Ryan J.M. (1980) « Stability of travel components over time ». *Transportation Research Record*, 750, pp. 19-26.

La structure morpho-fonctionnelle des réseaux routiers : un levier d'action majeur pour une mobilité durable

Cyrille Genre-Grandpierre
ESPACE, université d'Avignon

INTRODUCTION

La vitesse des déplacements se place au cœur du fonctionnement des territoires urbains. C'est grâce à elle que la ville peut toujours s'offrir, malgré la baisse chronique de la densité de population, « comme le produit involontaire d'interactions multiples entre des acteurs nombreux » (Pumain et Moriconi-Ebrard, 1997), c'est-à-dire constituer un fort potentiel d'interactions, favorable notamment à l'émergence des économies d'agglomération. C'est elle qui permet la « ville à la carte », où chacun choisit ses lieux de vie en fonction de ses aspirations et contraintes, financières notamment, en se souciant beaucoup moins de leur proximité physique que de leur proximité dans l'espace-temps des réseaux de transport, de façon à garder un budget-temps de transport quotidien de l'ordre de l'heure en moyenne. Le plus souvent cette vitesse des déplacements rime avec une très forte dépendance vis-à-vis du système automobile. C'est en effet presque toujours, à l'exception de quelques zones centrales de grandes villes, le seul mode qui permette, par ses qualités d'ubiquité, d'instantanéité et d'immédiateté (Dupuy, 1991), cette vie à la carte sans en subir les contreparties en termes d'augmentation des budgets-temps de transport.

Si ce rôle de la vitesse automobile comme grande organisatrice des territoires est aujourd'hui très largement reconnue (Wiel, 2002), les effets spécifiques de la structure morpho-fonctionnelle des réseaux routiers, qui définit les proximités vécues, et leurs possibles effets induits le sont en revanche beaucoup moins. Tout se passe comme si la

métrique¹ générée par la structure des réseaux routiers n'était pas un objet de recherche mais un acquis, que l'on modifie à la marge en ajoutant un rond point ou en requalifiant une voie. Existe-il des réseaux intrinsèquement plus propices à tel ou tel mode ? Plus favorables à tel ou tel type de trajet, à la congestion, à l'urbanité, à l'étalement urbain ? Etc. Beaucoup de ces questions restent très largement en suspens. Quand des travaux existent ils privilégient très majoritairement une approche morphologique. Ainsi, l'effet de la topologie des réseaux (leur connectivité notamment) sur la pratique des modes doux a déjà pu être mis en évidence (Hillier *et al.*, 1993), ou encore celui de la forme générale du réseau sur les localisations plus ou moins centrales d'équipements et services (Thomas, 2002). En revanche, les liens entre les métriques produites par les réseaux utilisés par différents types de véhicules (automobile notamment) et d'éventuelles externalités en termes de mobilité ou de forme urbaine restent très mal explorés.

C'est dans ce contexte que se situent nos travaux. Dans un premier temps, nous avons cherché à décrire finement la métrique issue des réseaux routiers actuels qui sont fortement hiérarchisés par la vitesse automobile. Puis, des liens ont été établis entre cette métrique et des externalités négatives en termes de distanciation des lieux de vie et de dépendance automobile. Dans un second temps, nous avons exploré à l'aide de simulations multi-agents la possibilité d'autres métriques, et plus particulièrement le concept de « métrique lente² » (Genre-Grandpierre, 2007) qui redéfinit en profondeur la logique des interactions spatiales dans la ville, pour enfin étudier leurs possibles effets bénéfiques pour une mobilité plus durable.

LES RÉSEAUX ROUTIERS HIÉRARCHISÉS PAR LA VITESSE : UNE STRUCTURE NEUTRE POUR LE FONCTIONNEMENT DE LA VILLE ?

Pour dépasser le simple constat que les réseaux routiers permettent des déplacements de plus en plus rapides à coup (coût) de doubles voies, rocades et ronds points, nous avons cherché à mieux décrire les performances du système automobile en analysant la transformation des proximités qu'il induit en fonction de la portée des trajets.

1. Afin d'alléger le texte et bien que toutes les hypothèses mathématiques permettant de parler de métrique au sens strict ne soient pas vérifiées, nous appellerons métrique d'un réseau viaire utilisé par un véhicule donné, le type d'accessibilité qu'il génère, c'est-à-dire la façon dont il tend à induire le rapprochement ou l'éloignement des lieux dans l'espace vécu par rapport à leur position euclidienne

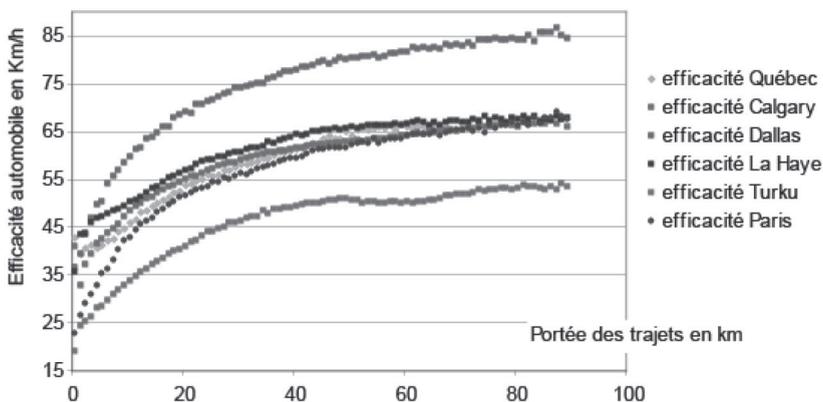
2. « Des réseaux lents contre la dépendance automobile », Predit 3, G01,2007-2009.

Plus on va loin plus on va vite

La performance des trajets automobiles a été évaluée à travers l'indicateur de l'efficacité qui est le ratio entre la durée réelle d'un trajet en temps et sa portée, c'est-à-dire la distance euclidienne entre l'origine et la destination. En effet, contrairement à l'indicateur de vitesse, en rapportant les mesures à l'espace euclidien l'efficacité permet de séparer des trajets rapides mais peu efficaces (ceux qui comptent beaucoup de détours) des trajets réellement efficaces.

En représentant en fonction de leur portée, pour de nombreuses agglomérations urbaines de différents pays, l'efficacité de très vastes échantillons aléatoires de trajets, on constate que cette efficacité (calculée à l'aide d'un système d'information géographique pour des conditions de circulation fluides) croît systématiquement pour des portées allant de un à 80 kilomètres environ (figure 1). L'augmentation est rapide jusqu'à des portées d'une cinquantaine de kilomètres, puis elle tend vers une asymptote qui varie selon les pays entre 55 km/h et 85 km/h. Les efficacités les plus fortes s'observent logiquement dans les zones où les réseaux sont les plus denses et où les vitesses autorisées sont les plus élevées. Par ailleurs, de fortes variations existent aussi au niveau national. Ainsi l'asymptote des courbes d'efficacité varie par exemple de 45 km/h pour Nice, à 55 km/h pour Clermont-Ferrand, 60 km/h pour Lyon ou encore 65 km/h pour Paris.

Figure 1

Variation de l'efficacité des trajets automobiles en fonction de leur portée

Plus que les différences de valeurs entre villes discutables dans le détail en raison de la variation de la qualité des bases de données réseau utilisées (qui restent toutefois très comparables), l'important est de noter que partout l'efficacité va croissante avec la portée des trajets. Plus on va loin, plus on va vite ou, plus exactement, plus les trajets automobiles sont efficaces. L'explication à cette métrique « accélérante » tient à la hiérarchisation fonctionnelle des réseaux actuels par la vitesse. Pour rejoindre sa destination un automobiliste cherche en effet à s'extirper le plus rapidement possible des voies les plus lentes pour rejoindre les infrastructures les plus rapides afin de minimiser son temps total de trajet. Avec l'accroissement de la portée des trajets, la part du trajet effectuée sur les infrastructures rapides augmente, augmentant ainsi leur efficacité.

Quels effets induits de la métrique accélérante des réseaux routiers ?

Au-delà du fait que la métrique actuelle profite d'abord à ceux qui font les trajets les plus longs, bien qu'ils soient les moins nombreux en zone urbaine (la grande majorité des trajets fait moins de 5 km !), on peut s'interroger sur les effets induits de cette métrique accélérante.

Une impossible concurrence modale quand la portée des trajets augmente

Précisons tout d'abord que la métrique accélérante n'est marquée que pour l'automobile. En effet, pour les modes doux la vitesse étant peu ou prou constante quel que soit le type de routes empruntées, l'efficacité varie peu avec la portée des trajets. Quant au bus et tramway, l'obligation de faire des arrêts réguliers et rapprochés contrecarre fortement l'émergence de la métrique rapide. Certes, pour des deserts suburbains l'articulation des modes de transport public, du bus au TER peut théoriquement conduire à une métrique accélérante, mais les inévitables ruptures de charge en limitent l'intensité. Ainsi, la métrique caractérisant surtout le système automobile, cela revient à inscrire la suprématie de l'efficacité automobile au cœur même de la structure morpho-fonctionnelle des réseaux dès lors que la portée des trajets augmente. De ce fait, nous rejoignons ici Gabriel Dupuy (1999) pour qui établir un certain équilibre dans les niveaux de performances des différents modes, condition nécessaire mais pas suffisante du transfert modal, sans toucher au cœur du système automobile qu'est le réseau routier, est illusoire.

Une distanciation des lieux de vie sans en payer le coût en temps

Par ailleurs, l'efficacité automobile allant croissante avec la portée des trajets, l'accessibilité, entendue comme la facilité d'accès à quelque chose (terrains, aménités urbaines, population), n'est donc pas strictement proportionnelle à la durée des trajets, même en cas de distribution parfaitement homogène de la ressource à laquelle on souhaite accéder. Relativement au rapport entre le nombre d'opportunités qui s'offrent à un individu et le temps de transport qu'il consent, on peut donc dire que chaque minute de plus passée avec une automobile sur un réseau routier a une valeur en termes d'accessibilité supérieure aux minutes précédentes. La métrique automobile revient donc à « pousser » ou, à tout le moins, autorise les individus à rester toujours un peu plus sur le réseau et à aller toujours un petit peu plus loin afin d'élargir leur choix et trouver ce qu'il cherche sans pour autant payer cette décision par des temps de transport augmentant dans les mêmes proportions. En favorisant les trajets aux portées longues, la métrique accélérante peut être vue comme une incitation à ne pas agencer ses lieux de vie selon des critères de proximité physique, dans une logique de minimisation des coûts de transport, puisque ce choix de la distanciation ne se paye pas réellement en temps de transport. Elle permet aux individus, où qu'ils habitent, la métrique étant valable d'où que l'on parte et où que l'on aille, d'organiser leur vie au sein de territoires toujours plus larges, dans la limite du budget-temps de transport quotidien qu'ils se sont fixés (de l'ordre de l'heure en moyenne). Précisons que le coût monétaire des trajets n'a pas suffisamment joué le rôle de frein à cette distanciation des lieux de vie. D'une part parce que les coûts de la mobilité automobile sont très largement méconnus et sous estimés par les ménages (de même que par les banques qui prêtent pour l'accession à la propriété en périphérie le plus souvent sans intégrer ces coûts dans le calcul des capacités de remboursement des ménages). D'autre part, parce que, sans réelle solution alternative de transport ou de choix de logement crédible, l'utilité procurée par la (les voitures) a su faire oublier ses coûts, au moins jusqu'à l'augmentation récente du prix des carburants qui risque de re-questionner fortement les situations établies.

Ainsi, le type d'accessibilité produit par les réseaux hiérarchisés va à l'encontre des objectifs affichés par les politiques d'aménagement qui cherchent au contraire à limiter l'étalement urbain, la longueur des trajets, afin notamment de réduire consommations d'énergie, pollution et émissions de gaz à effet de serre.

Tous les réseaux étudiés présentant la même logique de fonctionnement, qui revient à encourager le processus d'espacement des lieux de

vie et à assurer la supériorité de l'accessibilité automobile, on peut s'interroger sur la possibilité de mettre en place d'autres types de réseaux, et donc de métrique, qui ne présenteraient pas ces externalités négatives. Dit autrement, est-il possible d'inscrire dans la métrique même des réseaux les objectifs de lutte contre l'étalement urbain et la dépendance automobile, ce qui revient à chercher un fonctionnement territorial qui soit en concordance avec les objectifs affichés de l'aménagement.

QUELLE(S) MÉTRIQUE(S) ALTERNATIVE(S) DES RÉSEAUX ROUTIERS POUR QUELLE(S) ACCESSIBILITÉ(S) ET QUELLES PRATIQUES DE MOBILITÉ ?

Nombreux sont les praticiens de l'aménagement qui empiriquement baissent les vitesses avec des motivations très variables : sécurité routière, limitation des consommations d'énergie et du bruit, mise en place de zone 30 pour pacifier et résidentialiser certains quartiers etc. Malheureusement, ces actions ne présentent pas une cohérence d'ensemble et une échelle suffisante pour amoindrir ou remettre en question, à une échelle globale, la métrique accélérante des réseaux et ses externalités. Précisons néanmoins que récemment des projets ou actions concrètes émergent qui tendent vers ces logiques de chrono-aménagement en affichant plus ou moins explicitement le lien entre nature des proximités spatiales et structuration conséquente du territoire (projet « autoroutes apaisées » de l'agglomération grenobloise, limitation des vitesses à 60 km/h sur les boulevards de Düsseldorf etc.).

Malgré ces avancées, la conscience de l'impact de la nature des proximités spatiales sur la structure et le fonctionnement du territoire reste le plus souvent limitée à des cas précis (impact d'un tramway sur telle ou telle liaison ou sur l'urbanisation à proximité de l'infrastructure etc.). *A fortiori*, la question de savoir quelles sont les options possibles en termes de politique générale de régulation des vitesses, pour quelles métriques et *in fine* quels effets induits, reste très largement posée.

Dans une perspective heuristique visant *a minima* à convaincre de la nécessité de questionner la métrique des territoires urbains et leurs externalités, nous présenterons quelques exemples de scénarii de régulation des vitesses, dont le concept original de métrique lente, en cherchant à partir de simulations multi-agents réalisées pour l'agglomération de Zurich (zone de 60 km de rayon) à illustrer ce que l'on

peut attendre de ces changements de métriques des réseaux en termes de mobilité induite et de reformatage du territoire.

Il y a baisse de vitesse et baisse de vitesse ...

Afin de contrecarrer les effets de la métrique accélérante automobile, la première option consiste naturellement à réduire les vitesses autorisées (scenario Bais). Pour les simulations réalisées nous avons envisagé une baisse de 30 % des vitesses sur l'ensemble des voies. Si cette baisse change les compétitivités relatives des différents modes en diminuant celle de l'automobile, elle ne remet en revanche pas en cause l'existence de la métrique accélérante puisque la hiérarchie entre les voies existe toujours. La courbe d'efficacité en fonction de la portée des trajets se décale alors vers le bas mais sans être modifiée fondamentalement.

La métrique accélérante étant causée par la hiérarchisation des voies par la vitesse, leur homogénéisation paraît naturel en vue de la réduire ou la supprimer (scenario Homog). L'homogénéisation a consisté à augmenter légèrement les vitesses des voies les plus lentes et à diminuer celles des voies les plus rapides. L'amplitude des vitesses sur la zone d'étude zurichoise est ainsi passée d'une fourchette de 30-120 km/h à une fourchette de 40-80 km/h. Notons qu'une certaine hiérarchie entre les voies a été maintenue car il est difficile de penser que toutes les voies d'un réseau routier pourraient avoir la même vitesse et jouer théoriquement les mêmes fonctions en termes d'acheminement des flux. Ici encore la métrique accélérante ne disparaît pas totalement mais les différences d'efficacité en fonction de la portée des trajets se réduisent. Précisons que ce scenario, testé avant tout pour la démonstration sachant qu'il est difficile d'envisager une augmentation des vitesses en zone 30, est toutefois très proche de ce qui existe en Allemagne par exemple avec les politiques de Verkehrsberuhigung pour lesquelles on ne retient que 3 types de voies : les zones 30, les rues à 50 et les voies rapides urbaines à 70 ou 80 km/h.

La troisième option, plus « radicale » et novatrice, a consisté à tester les effets qu'aurait l'application du concept de métrique lente (scenario ML). En bref, il s'agit d'inverser fondamentalement la logique de la métrique des réseaux actuels de façon à réintroduire avec force la contrainte de proximité physique dans les choix des individus en « faisant payer en temps » la distanciation des lieux de vie et ce d'autant plus que les portées des trajets sont longues. À l'inverse de la métrique actuelle, avec une métrique lente plus on va loin moins les trajets sont en moyenne efficaces. Cette métrique est obtenue en

jouant sur la topologie des réseaux (en particulier leur connectivité), les vitesses et en disposant des feux de circulation dont le nombre et la durée sont liés par une loi de puissance (peu de feux longs, davantage de feux moyens, encore plus de feux courts). Ces feux sont ensuite disposés soit aléatoirement, soit en fonction du degré d'intermédiarité de chaque arc pour des types de trajets donnés. Ainsi, plus un arc va avoir une forte probabilité d'être intégré dans de nombreux trajets de longue portée (forte intermédiarité à longue portée), plus la probabilité qu'un feu long y soit localisé va être forte (pour plus de détails cf. Genre-Grandpierre, Banos, 2011). Dans le cas de Zurich, nous avons généré une métrique lente pour laquelle l'efficacité des trajets décroît progressivement de 50 km/h pour les trajets de moins de 5 kilomètres de portée à 33 km/h pour les trajets de plus de 80 km.

Qu'attendre de ces possibles changements de métrique ?

La simulation SMA comme méthode exploratoire

Pour tester les effets de ces changements de métriques plus ou moins réalistes à court terme sur les accessibilités et les comportements induits des individus tant en termes de pratiques modales que d'organisation de leurs lieux de vie, nous avons réalisé des simulations à l'aide du système multi-agents (SMA) Matsim (Axhausen *et al.*, 2008). La logique du SMA est la suivante. Les agents (ici un échantillon de 8 760 individus) agissent dans un environnement artificiel. Chaque individu, localisé au départ de la simulation à son domicile, a un programme d'activités à réaliser (un plan) tel qu'aller au travail, puis faire des courses et enfin se rendre sur son lieu de loisir avant de rentrer chez lui, ce qui correspond à la demande initiale de transport. Cette demande a été calibrée à partir de données de recensement. À partir de cette demande initiale, chaque agent va chercher à optimiser sa chaîne quotidienne d'activités par un jeu d'essais et d'erreurs. Il peut ainsi changer de chemin, changer de mode de transport (voiture, transport public, marche et vélo), changer les horaires de ses activités en respectant certaines contraintes temporelles et enfin il peut changer la localisation de ses lieux de commerces et loisirs (mais pas celles du domicile, du travail ou du lieu d'étude qui pour l'instant sont considérées comme fixes). Un score est attribué à chaque essai de plan en fonction de l'utilité qu'il a procuré à l'agent qui, au final, va garder le plan ayant obtenu le meilleur score. L'utilité d'un plan *Uplan* correspond à la somme des utilités des activités réalisées $U_{act, i}$ plus la somme des désutilités liées à la réalisation des trajets correspondants

Utrav, i (Charypar, Nagel, 2005). En modifiant la métrique du réseau zurichois d'origine selon les logiques vues plus haut, on modifie les temps de trajets et *in fine* les décisions des agents tant en termes de choix modal que de lieux fréquentés.

Dans le cadre du projet Vilac³, nous avons cherché à mesurer à titre heuristique les effets des changements de métriques sur l'accessibilité aux commerces dont nous avons changé au fil des simulations, le nombre, la taille et les localisations. Le reste des inputs (localisations des logements, lieux d'emplois, programmes d'activités et distribution de la population) est resté fixe.

Effets des nouvelles métriques sur l'accessibilité et le partage modal à localisations commerciales constantes

Pour les trois scénarii de vitesse testés, on constate tout d'abord logiquement (eu égard aux baisses de vitesse simulées) que l'accessibilité se dégrade puisque le total des distances temps pour aller aux commerces augmente fortement (jusqu'à un tiers d'augmentation pour le scénario Bais). La satisfaction moyenne des agents, mesurée à travers les scores donnés aux plans, diminue quant à elle de 8 à 30 % par rapport à la situation d'origine. En revanche, on peut noter que le total des distances mesurées en kilomètres diminue également (de moins 8 % pour le scénario Homog à moins 36 % pour le scénario ML), ce qui s'explique par le fait que la baisse des vitesses simulées dans les différents scénarii contraint, comme attendu, les individus à choisir des commerces plus proches de leur domicile ou de leur lieu de travail. La friction de la distance étant plus forte, elle diminue l'attractivité relative des « grands commerces » lointains au profit de ceux plus proches même si ils sont de plus petite taille. On notera par ailleurs que tous les scénarii envisagés de vitesse produisent une meilleure équité en termes d'accessibilité aux commerces puisque l'écart type des satisfactions individuelles diminue en moyenne d'un quart. Enfin, la redéfinition de la compétitivité relative des différents modes et l'orientation de la demande de transport vers des trajets plus courts pour aller aux commerces, qui sont la conséquence des évolutions de vitesse, induisent d'importants changements en termes de partage modal. L'usage des modes doux augmente par exemple fortement (de 4 % à l'origine à plus de 20 % pour le scénario Bais), principalement au détriment de l'automobile mais aussi un peu des transports publics qui utilisent la route.

3. Vilac, « De nouvelles proximités pour une auto-organisation de la ville allant dans le sens de la durabilité. Vers la ville lente mais accessible », Predit 4, GO6,2009-2012.

Ces premiers résultats montrent que diminuer la hiérarchie des vitesses sur le réseau routier et baisser les vitesses sont des moyens pour diminuer les kilomètres parcourus, favoriser les modes doux et homogénéiser les situations en termes d'accessibilité pour plus d'équité. Toutefois, les pertes d'accessibilité en temps apparaissent beaucoup trop fortes pour que de telles propositions puissent être recevables à l'échelle individuelle.

Effets de nouvelles métriques combinées à un reformatage des aménités sur l'accessibilité et le partage modal

Afin de compenser les pertes d'accessibilité à l'échelle individuelle engendrées par les politiques de vitesses envisagées tout en préservant à une échelle agrégée leurs effets positifs, nous avons testé l'effet d'une action conjointe combinant modification des vitesses et changement des localisations et tailles des commerces.

Deux scénarii de modifications des commerces sont envisagés ici à titre heuristique :

- pour le premier (1), le nombre et la localisation des commerces sont les mêmes que précédemment mais leur taille a été homogénéisée à 1121 m² de façon à garder constant le nombre de mètres carrés commerciaux initial. Les commerces n'étant plus différenciés, le choix des individus pour la proximité se fait plus aisément sur la seule base de l'accessibilité en temps ;

- pour le second (2), le nombre de commerces est augmenté mais leur taille est diminuée et homogénéisée à 700 m² toujours de façon à maintenir constant le nombre total de mètres carrés commerciaux d'origine. Les nouveaux commerces ont été localisés dans les zones d'insatisfaction locale par rapport à la situation d'origine.

Dans les deux cas le nombre de clients par commerce va donc varier en fonction de la densité de population puisque les métriques testées obligent à des choix de proximité de commerces, qui sont ici rendus plus faciles que dans les scénarii sans reformatage du fait que tous les commerces ont la même taille et donc la même attractivité intrinsèque.

Si dans le premier cas tous les commerces sont « viables », puisque il n'y a pas d'augmentation de leur nombre mais seulement une redistribution de la clientèle, il n'en va pas de même dans le second cas où, pour les besoins de la démonstration, nous n'avons pas fixé de seuil minimum pour la création d'un commerce. Toutefois, précisons que même en l'état ce scénario n'est pas totalement irréaliste puisque de plus en plus, dans une logique de « captation » et de fidélisation de la clientèle, que l'on

sait de plus en plus difficile à attirer à longue portée (ne serait-ce qu'en raison du vieillissement de la population qui limite sa mobilité), la rentabilité ne se mesure pas seulement à l'échelle d'un commerce mais d'un ensemble de commerces de même enseigne sur un territoire donné. Une chaîne peut accepter d'avoir un élément non rentable s'il lui permet « d'empêcher » l'installation de la concurrence sur un territoire donné où ses autres commerces lui assurent par ailleurs une bonne profitabilité. C'est particulièrement le cas lorsque la taille maximale des commerces est limitée, ce qui rend très difficiles les opérations de cannibalisation de la clientèle que pourraient mener les autres enseignes.

Ceci dit, dans le projet Predit DAMA⁴ qui poursuit ces travaux, la reconfiguration optimale des commerces liée à des changements de métriques se fait sur des bases plus concrètes puisque la taille et le nombre de commerces varient en fonction de la clientèle présente (avec un seuil minimum de viabilité fixé), mais en gardant toujours comme principe d'optimisation qu'il s'agit de limiter au maximum les déplacements en favorisant les modes non mécanisés.

Pour les scénarii présentés ici, les résultats montrent pour la configuration 1 que la somme des distances kilométriques et des temps diminue fortement pour tous les scénarii de vitesse par rapport la situation d'origine (respectivement -80 % et -50 % pour le scénario ML par exemple). La figure ci-après illustre ce passage d'une polarisation de la clientèle sur quelques gros commerces (en gris) à une multi polarisation de proximité lorsque les métriques pénalisant les déplacements sont en place.

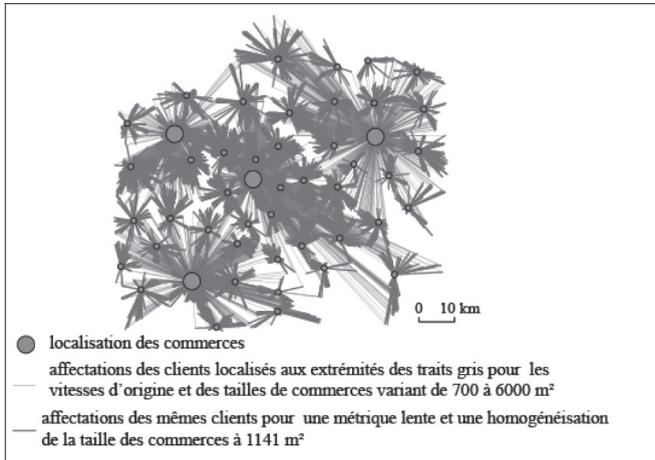
On voit ici que la proximité des commerces choisis par les individus leur permet de gagner des kilomètres mais aussi du temps, ce qui n'était pas le cas quand on se contentait d'une baisse des vitesses. Malheureusement, la satisfaction moyenne globale diminue elle aussi, en particulier pour ceux qui, dans la situation d'origine, se rendaient dans des gros commerces.

On voit ici qu'agir sur les aménités (ici les commerces) est plus puissant en termes de reconfiguration des accessibilités qu'agir sur le réseau (des tests ont montré que pour obtenir une semblable baisse des distances temps à partir des commerces d'origine, il faudrait plus que doubler les vitesses de circulation). Toutefois, on voit aussi que, si une partie des objectifs visés est atteinte (baisse des temps, des distances, possibilités de transfert modal), la baisse de la satisfaction individuelle reste trop forte pour être acceptée.

4. « Vers de nouvelles dynamiques de localisation des ménages et des activités dans les territoires urbains pour découpler accessibilité et mobilité automobile », appel à proposition de recherches *Dynamiques de localisation et mobilité à l'horizon 2025 - Prospective, politiques et outils*, Février 2011.

Figure 2

Exemple de réaffectations de clients aux commerces consécutives à l'homogénéisation de la taille des magasins et la mise en place d'une métrique lente



Pour la configuration 2 toutefois, on constate que tous les objectifs visés sont accessibles simultanément pour les différents scénarii de vitesses à savoir : moins de déplacements en distance et en temps et, dans le même temps, une hausse de la satisfaction moyenne ou médiane, ainsi qu'une plus grande égalité des situations. Globalement, c'est pour le scénario d'homogénéisation des vitesses que les résultats sont les meilleurs au regard de la baisse des distances en temps et kilomètres pour aller aux commerces (moins 60 %) et de l'évolution de la satisfaction (plus 1/3).

Pour la métrique lente choisie, les baisses de distances temps et kilométriques sont encore plus fortes mais le niveau de satisfaction individuelle ne peut être maintenu ou amélioré que pour les deux tiers des individus qui sont ceux qui ont un lieu de travail ou un logement à proximité directe des commerces (pour les autres la friction de la distance est trop forte dès lors que les portées augmentent) ; ou alors il est nécessaire de densifier un peu plus la distribution des commerces pour maintenir la satisfaction de tous, mais dans ce cas le nombre de mètres carrés commerciaux augmente.

CONCLUSION

Ces travaux à visée heuristique permettent de montrer que d'autres métriques que celle produite par les réseaux hiérarchisés par la vitesse sont possibles, y compris tendre à terme vers une métrique lente. En effet, changer la métrique des réseaux routiers pour sortir de la dépendance automobile ne signifie pas nécessairement renoncer à l'accessibilité, comme ce serait le cas si on se limitait à diminuer les vitesses automobiles pour améliorer la compétitivité des autres modes, mais il faut pour cela que le changement de métrique s'accompagne d'un travail sur la localisation et le type des aménités. Ce reformatage des aménités peut se faire de façon planifiée (par exemple pour les équipements publics) ou être issu d'un processus d'auto-organisation qu'enclencherait un changement de métrique qui obligerait les individus à réviser individuellement leur choix pour mieux intégrer la contrainte de la proximité physique dans l'agencement de leur lieu de vie.

Ainsi, agir sur la hiérarchisation des réseaux par la vitesse est un moyen à court terme de redistribuer la compétitivité des différents modes mais aussi, à plus long terme, d'agir sur la structure de la demande de transport en la rendant plus favorable aux modes non automobiles à travers des trajets de plus courte portée qui seront, dans une vision systémique, permis par le reformatage des aménités qu'aura enclenché le changement de métrique.

La ville lente, de la proximité organisée, avec une qualité d'accessibilité non pas construite sur la vitesse automobile permettant l'accès à de grosses et rares aménités mais, au contraire, une accessibilité construite sur la proximité physique à de plus petites aménités, plus nombreuses, mieux réparties, ville lente mais accessible qui serait l'aboutissement d'un processus d'auto-organisation enclenché par un changement de fond dans la logique des interactions spatiales serait par nature une ville moins dépendante de l'automobile et donc une ville plus résiliente face à l'augmentation du prix de l'énergie, ainsi qu'une ville plus juste avec des écarts d'accessibilité et de satisfaction plus réduits.

Au minimum, ces travaux obligent à penser la structure morpho-fonctionnelle des réseaux comme un véritable outil de (chrono) aménagement pour tendre vers la ville durable. Changer de métrique, en allant plus spécifiquement dans la direction d'une métrique lente qui serait la forme la plus aboutie du changement, constitue un levier majeur pour tendre « mécaniquement » vers une meilleure mixité des fonctions à plus courte portée, c'est-à-dire faire en sorte que la compétition pour l'espace entre les grands marchés de l'emploi, du foncier,

de l'immobilier et des services (Wiel, 2002) s'organise à 25 minutes de temps de transport plutôt qu'à 45 minutes. C'est en particulier un moyen de limiter l'*excess commuting* (Ma, Banister, 2006).

S'interroger sur « quelle structure des réseaux routiers voulons-nous, pour quelles externalités, en bref à qui doit profiter le réseau ? » est une nécessité pour que le fonctionnement du territoire tel qu'il est vécu à l'échelle individuelle soit cohérent avec les objectifs visés en termes d'aménagement du territoire. Dit autrement, travailler sur la métrique des réseaux est un moyen pour que les choix individuels aillent dans le sens d'un mieux collectif.

Ces travaux heuristiques se poursuivent actuellement dans le cadre du projet Predit DAMA. Un premier axe vise à différencier des individus dans la fonction d'utilité de Matsim en fonction de leur valeur du temps. Il s'agit ici de voir, à partir de cas empiriques, qui a le plus à gagner ou à perdre par rapport aux différents scénarii de vitesses envisagés et si le bilan global des différentes politiques de vitesses testées est positif. Le second axe consiste à dépasser la seule thématique du commerce pour envisager un fonctionnement plus global de la ville en travaillant sur les relocalisations simultanées des emplois, logements et services grâce aux méthodes de la programmation combinatoire. Il s'agit ainsi de travailler sur les différentes composantes de l'accessibilité, en explorant les relations entre localisations de différents types d'aménités urbaines, métrique des réseaux routier, accessibilité induite et possibles externalités en termes de mobilité durable.

BIBLIOGRAPHIE

- Axhausen K.W., Ciari F., Löchl M., 2008, « Location decisions of retailers : an agent-based approach », 15th International Conference on recent advances in retailing and services sciences, Zagreb, July 2008.
- Charypar D., Nagel K., 2005, « Generating complete all-day activity plans with genetic algorithms », *Transportation*, 32 (4), p. 369-397.
- Dupuy G., 1991, *L'urbanisme des réseaux, théories et méthodes*, Armand Colin, Paris.
- Dupuy G., 1999, *La dépendance automobile*, Economica, Paris.
- Genre-Grandpierre C., 2007, « Des réseaux lents contre la dépendance automobile ? Concept et implications en milieu urbain », *l'Espace Géographique*, n° 1, p. 27-39.
- Genre-Grandpierre C., Banos A., 2011, « New types of metrics for urban road networks explored with S3 : an agent-based simulation platform », in Bai Q. (dir), *Advances in practical multi-agent systems studies in computational intelligence*, vol. 325/2011, p. 435-444.

- Hillier B., Penn A., Hanson J., Grajewski T., Xu J., 1993, « Natural movement : or, configuration and attraction in pedestrian movement », *Environment and Planning B : Planning and Design*, 20 (1), p. 29-66.
- Ma K.R., Banister D., 2006, « Excess commuting : a critical review », *Transport Reviews*, n° 6, p. 749-767.
- Pumain D., Moriconi-Ebrard F., 1997, « City size distribution and metropolitanisation », *Geojournal*, 43 (4), p. 307-314.
- Thomas I., 2002, *Transportation networks and the optimal location of human activities : a numerical geography approach*, Transport economics, management, and policy series, Cheltenham, UK, E. Elgar.
- Wiel M., 2002, *Ville et automobile*, Descartes et Cie, Paris.

Représenter la ville

L'ambition de modéliser la ville

Jean-Philippe Antoni

Laboratoire ThéMA

UMR 6049 – CNRS et Université de Franche-Comté

La maîtrise de la consommation et de l'artificialisation des sols par l'urbanisation, qui passe par une meilleure gestion de l'étalement urbain, est aujourd'hui devenue une question cruciale pour l'aménagement des villes. Entre les différentes possibilités de planification qui s'offrent aux édiles et aux aménageurs, la minimisation des conséquences du développement urbain est désormais un enjeu majeur, qui se mesure sur les sphères économique, sociale et environnementale du développement durable. Dans ce contexte, une urbanisation durable ne devrait en principe compromettre ni la qualité écologique des espaces naturels, ni la viabilité économique des espaces agricoles, ni la qualité paysagère des espaces verts, ni la ventilation des centres urbains, et ne pas augmenter les déplacements individuels motorisés qui apparaissent simultanément énergivores, générateurs de congestion, de nuisances sonores et de pollutions atmosphériques, tout permettant les activités économiques et sociales nécessaires à ses habitants. Pour anticiper ces problèmes, le monde de la recherche en urbanisme et en aménagement s'attèle depuis plusieurs années à une tâche complexe, voire à une gageure, fondée sur des savoirs interdisciplinaires à mobiliser et à intégrer dans l'outillage technique des sciences humaines : la modélisation de la ville. Modéliser la ville (Antoni, 2010) apparaît en effet comme une voie prometteuse, quoique difficile, qui relève d'un double enjeu : un enjeu théorique d'abord, afin de mieux comprendre ce que sont les aires urbaines actuelles et comment elles fonctionnent ; un enjeu opérationnel ensuite, afin de mieux les aménager pour en faire des centres de vie durable et de qualité.

POURQUOI MODÉLISER LA VILLE ?

Ainsi, la modélisation de la ville ne doit pas s'entendre uniquement comme un objet de recherche en soi, même si de nombreux travaux théoriques ont permis d'en asseoir les fondements. Elle trouve également son inspiration dans une volonté de projet politique, celui d'aménager le futur, objectif auquel elle offre une solution par l'intermédiaire de la simulation.

Préparer le futur par la prospective

Face aux enjeux combinés du développement durable et de l'aménagement urbain, les objectifs de l'État, des collectivités territoriales et de leurs partenaires privés ou institutionnels sont multiples. D'une part, il s'agit d'identifier les innovations (nouvelles formes d'habitat et de déplacements) capables de répondre aux préoccupations actuelles et d'anticiper les problématiques à venir sur la question de la durabilité des territoires et des mobilités. D'autre part, il s'agit de fournir des outils d'aide à la décision pour mieux concevoir les espaces à aménager, notamment les villes, en y intégrant efficacement les innovations les plus prometteuses. Mais ce double exercice n'est pas facile : il est très délicat de prévoir le futur, en particulier quand ce dernier doit intégrer des hypothèses innovantes aux conséquences encore partiellement inconnues et possiblement contre-intuitives. De nombreuses expériences, mais également de nombreux échecs dans les projets architecturaux et les politiques de la ville ou de transport, ont montré que le simple prolongement d'une tendance ne fournit souvent qu'une extrapolation médiocre des processus à l'œuvre, déconnectée des réalités du terrain et des objectifs de départ.

Pour dépasser ce stade, la recherche urbaine tente aujourd'hui d'intégrer une démarche prospective et s'efforce de ne pas raisonner dans un cadre absolu (« toutes choses égales par ailleurs » pour reprendre l'expression consacrée), mais de réfléchir en termes de scénarios, souvent contrastés, afin de brasser un panel plus large de devenirs possibles, et de vérifier l'adage désormais célèbre du philosophe M. Blondel : « L'avenir ne se prévoit pas, il se prépare ». Introduite en France par G. Berger en 1957, la prospective s'inscrit également dans cette volonté de mieux maîtriser un destin commun : « L'avenir n'est pas seulement ce qui peut arriver ou ce qui a le plus de chances de se produire. Il est aussi, dans une proportion qui ne cesse de croître, ce que nous aurons voulu qu'il soit ». Dès lors, il s'agit de construire et d'étudier les futurs possibles et leurs conséquences autour des deux champs qui ont

servi à la construction du néologisme : la prospection (l'exploration de domaines nouveaux) et la perspective (qui induit les notions de point de vue et de futur). Limitée d'abord au domaine économique et au court terme, la prospective touche aujourd'hui de nombreux domaines, et s'intéresse très largement au long terme, les démarches improvisées et peu systématiques des débuts ayant fait place à une dimension de plus en plus scientifique, au sein de laquelle la formalisation mathématique est de plus en plus présente.

Ainsi, dans le contexte de l'évolution des territoires, J. de Courson (1999) distingue trois manières d'étudier le futur : (i) la projection qui consiste simplement à prolonger mécaniquement des évolutions passées, parfois sans grand souci de réalisme ; (ii) la prévision qui s'appuie généralement sur une projection, mais tente de tenir compte d'autres évolutions afin de déterminer une fourchette de possibilités associées à un degré de confiance plus ou moins connu ; (iii) la prospective, qui décrit les futurs possibles et les cheminements nécessaires pour y parvenir dans un cadre ouvert, dynamique et plus volontariste, traduisant souvent l'engagement de ceux qui construisent les scénarios de demain. Concrètement, pour les urbanistes comme pour les aménageurs, il s'agit ici de savoir, ou plutôt de prévoir, ce que provoquerait la construction d'une route sur la croissance démographique d'une commune, de considérer l'ouverture de son urbanisation et ses conséquences sur le plan de déplacements, et à terme, sur sa politique de transport, d'anticiper l'impact de ces infrastructures ou de ces développements sur l'économie, et de comprendre, dans la mesure du possible, comment celle-ci les contraint ou les favorise. Le moyen le plus simple d'y parvenir serait évidemment de tenter l'expérience *in vivo* : construire, urbaniser, observer les conséquences. Mais c'est pratiquement impossible, parce que les opérations d'aménagement se font sur le temps long et apparaissent souvent irréversibles, parce que leur coût est souvent faramineux, parce que ce serait probablement contraire à l'éthique. Une solution crédible consiste alors à recourir à la simulation, c'est-à-dire à la construction d'un modèle qui réagit d'une manière semblable à ce que l'on veut étudier et qui permettra de déduire des résultats transposables dans la réalité.

La mise en œuvre d'une telle démarche de simulation, fondée sur la prospective, est encore relativement neuve en urbanisme et dans l'ingénierie des transports. Elle nécessite l'utilisation d'outils adaptés, afin de prendre en compte, de gérer et d'analyser la complexité et l'enchevêtrement des dynamiques urbaines, avant de les projeter dans le futur. Parmi ces outils, la modélisation offre aujourd'hui des perspectives importantes pour l'aide à la décision, qui se mesurent dans l'ambition des chercheurs en sciences sociales de modéliser la ville.

Simuler le futur par la modélisation

Dans le monde de l'urbanisme, de l'aménagement ou du transport, la modélisation consiste généralement à simplifier la réalité du monde de manière à mieux comprendre comment les décisions et les événements y interagissent les uns avec les autres. Elle permet alors également de les reproduire ou de les modifier *in vitro*, afin de tester des solutions qui permettraient d'influencer ou d'orienter leurs conséquences, de décider à l'avance des politiques et des stratégies qui peuvent conduire à un futur souhaitable. La modélisation tente ici d'offrir une réponse à des questions du type : « que se passerait-il si l'on faisait cela ? » ou bien « que deviendrait ceci si l'on faisait cela » ? Actuellement, les simulations qui en découlent visent souvent à mieux prendre en compte les objectifs du développement durable, et à proposer des solutions viables à long terme, pour l'urbanisme comme pour les transports urbains.

Dans la grande majorité des cas, les simulations de ce type sont des solutions virtuelles, fondées sur la puissance de calcul des ordinateurs. En sciences sociales, elles se sont d'ailleurs généralisées dans les années 1990, à l'issue de la diffusion de machines individuelles performantes. Elles ont alors été influencées par la physique, les mathématiques et les sciences informatiques, qui leur ont apporté des concepts, des outils et des méthodes directement applicables. Toutefois, comme le rappellent J.R. Emshoff et R.L. Sisson (1970) ou encore A. Dauphiné (1987), la simulation est généralement indissociable de la modélisation sur laquelle elle s'appuie : elle n'en est qu'une étape. La démarche complète consiste d'abord à construire un modèle, puis à l'utiliser pour simuler informatiquement le comportement d'un système, éventuellement à tester la modification de certains paramètres, afin de multiplier les résultats, qui correspondent alors à autant de scénarios liés à l'introduction d'une idée ou d'un processus original au sein du système modélisé. Considérée dans ce sens, la modélisation apparaît véritablement comme une phase à part entière de la démarche scientifique expérimentale (Popper, 1968).

Mais si la simulation doit s'appuyer sur un modèle, qu'est-ce qu'un modèle ? Employé dans de nombreux cas, le mot apparaît fortement polysémique et son sens diverge suivant qu'on l'entend dans le langage courant ou dans le langage scientifique. On l'utilise par exemple comme un nom pour désigner une représentation, ou comme un adjectif pour qualifier un degré de perfection, ou encore comme un verbe qui signifie démontrer, ou montrer comment le monde s'organise (Ackoff *et al.*, 1962) ; H. Skilling (1964) conçoit un modèle comme une théorie, comme une sorte de loi, ou encore comme une hypothèse, voire même une simple idée plus ou moins structurée ; pour d'autres, il

apparaît comme une relation ou plus formellement comme une équation ou un système d'équation plus ou moins complexe. Les modèles possèdent probablement chacune de ces propriétés. Dans ce contexte riche et diversifié, la définition la plus générale que l'on puisse en donner, du moins pour qualifier les modèles appliqués à l'urbanisation et au transport, se fonde sur celle de P. Haggett et R.J. Chorley (1967) : une représentation simplifiée d'une réalité, qui lui donne du sens et permet de mieux la comprendre.

Ainsi, chaque modèle possède sa propre échelle, à partir de laquelle il propose d'étudier la réalité dans un « état d'esprit » qui lui est propre, avec un certain objectif : ce qui n'affecte pas directement cet objectif peut être éliminé de l'étude, alors que les éléments qui permettent de l'atteindre se trouvent souvent artificiellement exagérés. Au cœur des modèles, le monde n'existe donc plus comme une réalité tangible, mais comme une connexité formelle et limitée, que l'on explore par l'intermédiaire de symboles, de règles et de processus simplifiés (Meadows, 1957). Un modèle n'est donc rien d'autre qu'une structuration simplifiée de la réalité, qui présente des caractéristiques ou des relations supposées significatives, dans une forme généralisée, une approximation très subjective qui ne tient pas compte de toutes les observations et de toutes les mesures. Et c'est justement la raison de leur intérêt : ils masquent les détails et permettent de focaliser sur les aspects fondamentaux de la réalité, du moins ceux que l'on cherche à mieux comprendre ou à simuler.

Défini de la sorte, chaque modèle éclaire une partie du monde comme un projecteur éclaire une scène, plongeant automatiquement d'autres parties dans l'obscurité (Bambrough, 1964). Et cette sélection implique naturellement qu'ils diffèrent souvent grandement de la réalité, qu'ils n'en soient que des approximations parfois caricaturales, mais suffisamment simples pour être correctement manipulées et comprises par ceux qui les utilisent, suffisamment représentatives pour qualifier correctement le monde auquel elles veulent correspondre, et suffisamment complexes pour caractériser avec une certaine exactitude le système qu'elles étudient. Finalement, chaque modèle se présente comme une sorte de compromis : il possède son champ de conditions, à l'intérieur duquel il est valable, et en dehors duquel il ne correspond plus à rien (Skilling, 1964).

COMMENT MODÉLISER LA VILLE ?

Par définition, il existe donc une multitude de modèles possibles pour décrire la ville et son fonctionnement, dépendant chacun d'une

manière de voir les choses, conditionnée par l'approche disciplinaire de leurs concepteurs. À partir de théories fondatrices souvent anciennes et très simples, l'intégration des points de vue est désormais rendue possible par les développements techniques et conceptuels les plus récents.

Les théories fondatrices

Pour modéliser la ville, il est aujourd'hui possible de puiser dans le cadre théorique qui s'est construit depuis plus d'un siècle autour de l'étude des villes, en mobilisant un ensemble disciplinaire relativement vaste en sciences sociales (l'économie spatiale et la géographie économique, la sociologie, la psychologie environnementale et toutes les disciplines connexes), ensemble qui trouve un terrain commun dans le domaine des sciences régionales proposé par W. Isard en 1954. Loin de prétendre à l'exhaustivité, on peut citer quelques exemples de travaux qui ont fait avancer la recherche en lui offrant un cadre conceptuel à chaque fois renouvelé :

- les travaux précurseurs de l'économie spatiale allemande qui ont donné à la modélisation urbaine ses premières illustrations, en particulier avec les modèles de J.H. von Thünen (1851), de A. Weber (1909), de W. Christaller (1933) ou de A. Lösch (1940), et qui ont permis d'étudier les villes dans le contexte très simple et très théorique d'un espace isotrope ;

- les modèles d'écologie urbaine mis au point par l'école de sociologie de Chicago dans les années 1930 (Grafmeyer, 1990), qui étudient la répartition socio-spatiale des populations au sein des villes, et qui seront prolongés par le modèle de ségrégation de T. Schelling (1971) ;

- les modèles d'interaction spatiale, notamment le modèle de D.L. Huff (1964), développés par les géographes parallèlement à la notion d'accessibilité mise en lumière, en économie, par W.G. Hansen (1959), qui permettent d'étudier les échanges et les déplacements possibles entre les lieux, en fonction de la population qui les habite, des aménités et des services qu'ils proposent ;

- les travaux de la micro-économie qui donneront naissance au modèle de W. Alonso (1964), complété par les approches de E. Mills (1967) et de R. Muth (1969), fondées sur la théorie des enchères (*bid rent*) dans la considération du marché foncier urbain et élargies, de manière souvent plus réaliste, par l'école de la Nouvelle économie urbaine (NEU) (Tisse, 2010) ;

– l'approche systémique proposée par L. von Bertalanffy (1968), qui apparaît pertinente pour considérer les villes comme des « systèmes » en même temps qu'elle rend compte de leur complexité et de leur auto-organisation (Pumain *et al.*, 1989), qui échappent à l'analyse sectorielle si l'on veut les comprendre en totalité ;

– la théorie des graphes (Kansky, 1963), qui décompose formellement les réseaux de transport en une série d'arc et de nœuds, valués ou non, sur lesquels se fondent la majorité des modèles de trafic, notamment les modèles à quatre étapes, et des algorithmes d'optimisation des trajets et des déplacements ;

– les travaux de T. Hägerstrand (1972) et de la *Time geography*, qui ont permis de mieux considérer les déplacements des individus dans une approche spatio-temporelle, intégrant pour le temps une contrainte comparable à celle que Y. Zahavi (1980) a introduite pour le budget ;

– la théorie de l'utilité, en particulier de l'utilité aléatoire (McFadden, 1973), qui a donné forme aux modèles de choix discrets (Ben Akiva, 1979), plus souples que ceux de la NEU, fondés sur la maximisation de l'utilité des individus dans leurs choix (de mode de déplacement ou de localisation résidentielle) ;

– etc.

Dans cet ensemble, il reste à réaliser une « bonne pioche », ce qui n'est pas aisé compte tenu des différentes approches théoriques et thématiques des écoles et des courants de pensée à l'origine des modèles fondateurs. Leur mise en commun est toutefois facilitée par l'émergence actuelle d'outils techniques et/ou de considérations conceptuelles qui trouvent leur source dans le domaine de l'intelligence artificielle (distribuée ou non), qui débute avec les travaux de J. von Neumann (1999) dans les années 1960. En particulier, on peut citer deux catégories d'outils qui ont modifié les possibilités d'implémentation concrète des avancées listées plus haut :

les automates cellulaires qui visent à simuler les modifications de l'occupation du sol (par exemple l'évolution de l'urbanisation) en fonction de règles de voisinage établies au niveau local, comme au niveau régional ou national (White and Engelen, 1997). Héritiers de l'idée de géographie cellulaire (Tobler, 1979 ; Couclelis 1985), les automates ont notamment permis de revisiter les questions de rente foncière ou de ségrégation urbaine, en même temps qu'ils ont apporté une solution nouvelle pour considérer la question de l'étalement urbain ;

les systèmes multi-agents (Ferber, 1995) qui visent à simuler les comportements d'agents (par exemple des individus qui se déplacent

et/ou qui déménagent) et à prévoir les conséquences spatiales et collectives de ces comportements individuels. Entre autre, ils ont généralisé une approche de modélisation individuelle (centrée sur les agents), permettant de dépasser les modèles de mobilité agrégés, en intégrant la dimension comportementale du choix et de la décision en matière de stratégie de déplacement et de localisation.

Sur un plan un peu différent, l'agrégation de cet ensemble d'outils, de méthodes et de théories a également été facilité par le développement et la généralisation des Systèmes d'information géographique (SIG) qui proposent un cadre commun pour la modélisation de l'espace géographique, des phénomènes qui y prennent place et de l'analyse spatiale qui découle de leur étude. Parmi les rares standards disponibles pour considérer la ville et l'urbanisation dans un cadre spatial, les SIG apparaissent aujourd'hui comme un outil de référence pour concevoir et représenter les espaces urbains et leur environnement en deux, et parfois en trois dimensions.

L'intégration interdisciplinaire

Au regard des listes présentées plus haut, l'étude de la problématique des villes et des mobilités urbaines nécessite donc de faire des choix, qui conditionnent la description formelle du système-ville que chacun aura défini et décidé d'étudier. À partir de cette base, il est alors possible de mobiliser une méthode ou une autre : les modèles de choix discrets permettent de considérer les décisions d'acteurs ou de groupes d'agents, les modèles d'interaction spatiale simulent les interactions entre des lieux de départ et d'arrivée, souvent selon une logique à quatre étapes (génération et distribution du trafic, choix modal, affectation sur le réseau), l'algorithme de Dijkstra s'appuie sur la théorie des graphes pour calculer les chemins les plus courts, en distance ou en temps, etc. L'ensemble s'inscrit parfois dans un corpus théorique plus vaste, contraint par l'hypothèse de *l'homo economicus*, de l'équilibre général, de l'équilibre Nash, par l'équation de Wardrop, etc. Autant d'éléments, de possibilités et de solutions qu'il s'agit souvent de juxtaposer ou de combiner dans une logique rigoureuse, dans une approche nécessairement interdisciplinaire.

Mais face aux objectifs actuels et transversaux du développement durable, l'approche analytique et disciplinaire à partir de laquelle les villes ont longtemps été étudiées et décomposées en autant de champs que possible (économie, habitat, transport, etc.), nécessairement réductionniste, montre d'importantes limites. En effet, si pour comprendre le fonctionnement d'une machine à vapeur, on peut s'in-

téresser successivement à l'étude de la production thermique, puis à celle des pistons qui actionnent la machine (leur étude séparée apparaît plus simple de prime abord), une telle dissociation en parties distinctes et indépendantes nuit gravement à la compréhension du fonctionnement de l'ensemble. L'image est transposable à la ville. N'est-ce pas en intervenant sur les transports que l'on modifie l'habitat ? Et en intervenant sur l'économie que l'on modifie les transports ? Face à cette possibilité, il importe avant tout d'identifier et de qualifier les relations qui existent entre chacun des champs, des processus et des dynamiques qui composent la ville, et qui, en un tout, déterminent son fonctionnement.

Ainsi, en s'appuyant sur les avancées conceptuelles mises en exergue par différentes disciplines et sur les outils techniques issus du développement de l'informatique, il devient aujourd'hui possible de mieux formaliser les liens qui existent entre les processus et les dynamiques urbaines, et de les caractériser par une série d'interactions et de rétroactions. C'est alors l'occasion de revisiter ce que l'on a longuement considéré comme autant de cercles vicieux, ou vertueux ; celui de M. Halbwachs (1928), par exemple, mis en exergue au début du 20^e siècle, à propos de l'explosion démographique et spatiale des villes industrielles du 19^e siècle : les résidents viennent s'agglomérer sur les rives des fleuves urbains en voie de constitution pendant que cet afflux pousse lui-même à l'élargissement des voies de communication et à l'intensification des débits. Cette interdépendance, qui constitue, selon l'analyse systémique, une boucle de rétroaction positive entre les déplacements et l'urbanisation, pose la question de la formalisation des liens qui existent entre les mobilités urbaines, quotidiennes quand elles concernent le transport, résidentielles et économiques quand elles concernent l'urbanisation et l'étalement urbain. Les faisceaux disciplinaires se nouent.

Au sein du système-ville, l'identification des liens, des interactions et des rétroactions, constitue un problème étudié, à l'échelle internationale, par les modèles LUTI (*Land-Use Transport Interaction*). Nés au États-Unis, arrivés plus tardivement en Europe, les modèles LUTI sont une réponse scientifique désormais presque classique pour prendre en compte les mobilités quotidiennes et résidentielles d'une aire urbaine. Mis au point et appliqués depuis les années 1980 dans l'ensemble des pays développés et dans certains pays émergents, ces modèles proposent tous une approche différente du même problème. M. Wegener (2004) rappelle que les modèles LUTI offrent une approche prédictive ou prospective sur le futur des infrastructures de transport et leur utilisation, en lien avec la forme et l'expansion de

l'habitat et des activités humaines qui en découlent, et vice-versa ; ils évaluent ces projections au regard des objectifs concrets du développement durable (émissions de polluants, qualité et mixité du voisinage résidentiel, impacts environnementaux, etc.) ; ils vont jouer à l'avenir un rôle croissant dans la concertation et la prise de décision en matière d'investissements économiques, sociaux ou environnementaux, car ils permettent de mettre en perspective les relations entre les décisions de court terme et les projections de long terme.

CONCLUSION

En France, la recherche dans ce domaine n'est pas en reste et de nombreux modèles apparaissent aujourd'hui complémentaires. Développés par des économistes et de géographes, certains s'apparentent à de véritables modèles LUTI (les projets Pirandello, Simaurif, Simbad ou encore MobiSim sont par exemple des « adaptations » LUTI au cas français), alors que d'autres, plus spécifiques (le modèle Miro qui s'attache à mieux comprendre comment les ménages se déplacent en ville), plus « pointus » (le modèle MupCity qui tente d'identifier l'intérêt d'un développement fractal des aires urbaines) et parfois plus théoriques (le modèle Ilot qui introduit de nouvelles hypothèses pour étudier les processus de ségrégation urbaine), explorent des voies nouvelles pour mieux répondre au double enjeu présenté dans l'introduction : mieux comprendre le fonctionnement des agglomérations actuelles et proposer des solutions innovantes pour leur développement, qu'il s'agisse de nouvelles formes de mobilité ou de formes urbaines plus vertueuses (Antoni, 2010). Au-delà des modèles en eux-mêmes, les programmes de recherches actuellement financés par le Predit visent à croiser les résultats obtenus jusqu'ici, et contribuent à une intégration plus que nécessaire pour dépasser les approches disciplinaires et pour dissoudre des clivages qui, s'ils ont été nécessaires au départ pour construire un *corpus* théorique pertinent et solide, sont aujourd'hui rattrapés par le besoin prégnant d'outils d'aiguillage politique et d'aide à la décision. Dans ce contexte, la formalisation d'une ontologie interdisciplinaire dédiée à la question des structures et des mobilités urbaines serait bienvenue à de nombreux égards, et la complexité parfois désarmante de sa mise œuvre ne serait peut-être finalement qu'une réponse mesurée à la complexité de son objet d'étude : la ville.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ackoff R.L., Gupta S.K., Minas, J.S., 1962, *Scientific method : optimizing research decisions*, 464 p.
- Antoni J.-P. (dir.), 2010, *Modéliser la ville. Formes urbaines et politiques de transport*, Economica, coll. « Méthodes et approches », 475 p.
- Alonso W., 1964, *Location and Land Use* Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Bambrough R., 1964, « Principia metaphysica », *Philosophy*, 39, p. 97-109.
- Ben-Akiva M., Lerman S.R., 1979, « Disaggregated travel and mobility-choice and measures of accessibility », in Hensher D.A., Stopher P.R. (eds), *Behavioral travel modelling*, Croom Helm, London, p. 654-679.
- Christaller W., 1933, *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, Iéna, Fischer.
- Coucleis H., 1985, « Cellular World : a framework for modelling micro-macro dynamics », *Environment and Planning A*, 17, p. 585-596.
- De Courson J., 1999, *La prospective des territoires. Concepts, méthodes résultats*, CERTU, coll. Débats, 22,70 p.
- Dauphiné A., 1987, *Les modèles de simulation en géographie*, Economica, 187 p.
- Emshoff J. R., Sisson R.L., 1970, *Design and use of computer simulation models*, Macmillan.
- Ferber J., 1995, *Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective*, Interéditions, 522 p.
- Fujita M., 1989, *Urban economic theory*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Grafmeyer Y., Joseph I., 1990, *L'école de Chicago : naissance de l'écologie urbaine*, Paris, Aubier, 378 p.
- Hägerstrand, T., 1972, « The impact of social organization and environment upon the time-use of individuals and households », *Plan : International*, Special Issue, p. 24-30.
- Haggett P., Chorley R.J., 1967, « Models, paradigms and the new geography », in Haggett P., Chorley R.J., 1967, *Models in geography*, The Trinity Press, p. 19-41.
- Halbwachs M., 1928, *La population et les tracés de voies à Paris depuis un siècle*, Presses Universitaires de France.
- Hansen W.G., 1959, « How accessibility shapes land-use », *Journal of the American Institute of Planners*, 25,73-76.
- Huff D.L., 1964, « Defining and Estimating a Trading Area », *Journal of Marketing*, 28, p. 38.
- Kansky K., 1963, *Structure of transportation networks : relationships between network geography and regional characteristics*, University of Chicago, Department of Geography, *Research Papers* 84.
- Lösch A., 1940, *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft*, Iéna, Fischer.

- Lowry I.S., 1964, *A model of metropolis*, Santa Monica, Rand Corporation.
- McFadden D., 1973, « Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior », in Zarembka P. (ed.), *Frontiers in Econometrics*, Academic Press.
- Meadows P., 1957, « Models, systems and science », *American sociological review*, 22, p. 3-9.
- Mills E., 1967, « An aggregative model of resource allocation in metropolitan areas », *American Economic Reviews*, 57, p. 197-210.
- Muth R., 1969, *Cities and housing*, University of Chicago Press.
- Popper R.K., 1968,1989, *La logique de la découverte scientifique*, Payot, 480 p.
- Schelling T., 1971, « Dynamic Models of Segregation », *Journal of Mathematical Sociology*, 1, p. 143-186.
- Skilling H., 1964, « An operational view », *American scientist*, 52, p. 388-396.
- Thisse J.F., 2010, « Towards a Unified Theory of Economic Geography and Urban Economics », *Journal of Regional Science*, 50,1, p. 281-296.
- Tobler W.R., 1979, « Cellular geography », in Gale S., Olsson G., *Philosophy in geography*, Reidel Pub., p. 379-386.
- Von Neumann J., 1999, *L'ordinateur et le cerveau*, Flammarion, 128 p.
- Von Thünen J.H., 1851, *Recherches sur l'influence que le prix des grains, la richesse du sol et les impôts exercent sur les systèmes de culture*, Paris, Guillaumet et Cie, Librairies, 290 p.
- Weber A., 1909,1929, *Theory of the location of industries*, Chicago University Press.
- White R., Engelen G., Uljee I., 1997, « The use of constrained cellular automata for high-resolution modelling of urban land use dynamics », *Environment and Planning B*, 24 (3), p. 323-343.
- Zahavi Y., 1980, « Regularities in Travel Time and Money Expenditure », *Transportation Research Record*, 750, p. 13-19.

Simuler l'accessibilité urbaine avec l'outil MOSART

Aurélie Mercier

Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)

La notion d'accessibilité apparaît pour la première fois dans la littérature économique en 1959 dans un article de Hansen qui, en cherchant à « explorer » le lien entre localisation spatiale et trafic routier, invoque l'accessibilité comme l'un des facteurs principaux influençant l'organisation de l'espace (Hansen, 1959). Une définition de l'accessibilité, dans son acception générale, est donnée par Morris *et al.* (1979) pour qui « l'accessibilité peut être définie comme une mesure de la séparation spatiale des activités humaines qui traduit la facilité avec laquelle les activités peuvent être atteintes étant donné un lieu d'origine et un système de transport ». L'accessibilité doit refléter l'organisation spatiale et la qualité du système de transport (Geurs et Wee, 2004). Si cette notion mérite d'être mobilisée en milieu urbain, au-delà de ses différents points de vue et indicateurs (Geurs et Ritsema Van Eck, 2001), c'est en raison de l'association qu'elle propose pour chaque déplacement d'un élément résistant (son coût) et d'un élément moteur (l'utilité procurée par les opportunités atteintes à destination). Cette double dimension de l'espace et du temps, primordiale pour mobiliser l'accessibilité dans l'analyse des politiques de transport en milieu urbain, permet de dépasser une approche des déplacements s'articulant uniquement autour de la variable temps. Le transport est une demande intermédiaire qui permet de satisfaire un besoin de relations sociales dans le cadre d'une proximité organisée (Huriot, 1998). Il n'est pas une consommation finale mais permet au contraire d'atteindre des opportunités, sources de satisfaction.

L'intérêt récent à (re)-mobiliser les indicateurs d'accessibilité dans l'évaluation économique est à relier à l'inflexion des politiques économiques en milieu urbain. Depuis les années 1990, dans les centres-villes, la tendance n'est plus à la construction de voies routières rapides,

mais à la mise en service de transports en commun en site propre de surface et à la valorisation des modes « doux ». Si cette inflexion des tendances peut être interprétée comme une réponse à la congestion ou à la pollution urbaine, elle relève également d'une volonté de réorganiser la ville. L'objectif des politiques de transport en milieu urbain n'est pas de limiter l'accessibilité. À la recherche des gains de temps, se substitue une recherche de densité permettant d'élargir le champ des opportunités possibles grâce au déplacement. L'objectif n'est plus de diminuer la part de l'élément « résistant » du déplacement mais bien d'améliorer celle de l'élément « moteur » comme l'illustre la mise en place de lignes de tramway dans de nombreuses agglomérations françaises. Les indicateurs de gains de temps traditionnellement valorisés par le calcul économique¹ ne permettent pas d'expliquer ou de justifier ces politiques. Une analyse au travers de l'accessibilité réconcilie la prise en compte simultanée du temps et de l'espace dans l'évaluation économique.

La nécessaire prise en compte de l'accessibilité dans l'évaluation économique se heurte toutefois aux questions de faisabilité de sa mesure tant pour le calcul des temps de parcours que pour la localisation des opportunités. L'une des particularités du milieu urbain réside dans la détermination précise des vitesses et des temps de parcours. L'accès aux fiches horaires des transports en commun et la mise en place d'un modèle de transport pour estimer la congestion routière semblent être nécessaires pour simuler des temps de transport cohérents avec les temps observés. De même le calcul d'indices d'accessibilité aux emplois, à l'échelle urbaine, nécessite de connaître précisément la localisation des opportunités considérée. Le développement des Systèmes d'Information Géographique nous offre en ce sens des perspectives intéressantes (Longley et *al.*, 2005), même si l'accès aux données socio-économiques géolocalisées reste un point crucial.

Une réflexion autour des trois constats développés ci-dessus, associée à une anticipation des futures demandes possibles émanant du monde de la recherche scientifique, mais également des décideurs publics, a fait émerger l'idée de développer un outil de simulation de l'accessibilité urbaine.

Cette réflexion s'accompagnait de deux « intuitions » qui se révéleront décisives dans l'évolution et l'utilisation de l'outil. Le décideur public en milieu urbain ne disposait pas d'outil capable de modéliser

1. Maurice J., Crozet Y. (éd.), 2007, *Le calcul économique dans le processus de choix collectif des investissements de transport*, collection « Méthodes et approches », Economica, Paris.

et visualiser les effets d'une politique de transport sur l'accessibilité, tant en termes de politique foncière, d'équité ou que plus généralement d'aménagement du territoire. L'identification des « gagnants » et « perdants » ne doit pas être uniquement perçue sous l'angle du temps de transport mais plus généralement à partir d'une optique « territoriale » incluant au-delà du temps de transport les opportunités accessibles. La nécessité d'un outil d'aide à la décision et à l'aménagement du territoire est d'autant plus cruciale que de nouvelles contraintes économiques, environnementales mais aussi de nouvelles perspectives, tels les péages urbains autorisés par la loi depuis 2010, offrent aux élus de nouveaux défis. Dès lors, tant au niveau de la décision publique que de la recherche, la nécessité d'associer données spatiales et coûts de déplacement s'avère être une valeur ajoutée indispensable.

C'est dans ce contexte que le projet MOSART (MODélisation et Simulation de l'Accessibilité aux Réseaux et aux Territoires) est développé depuis 2005 au Laboratoire d'Économie des Transports. Se présentant à l'origine comme un Système d'Information Géographique dédié aux transports, cet outil s'est développé au fil des ans pour devenir une véritable plate-forme numérique de modélisation. Appliquée à l'aire urbaine de Lyon, cette plateforme est développée pour simuler des scénarios de politiques de transport et d'aménagement du territoire urbain et leur impact en termes d'accessibilité.

MOSART s'inscrit ainsi dans les – rares – recherches s'intéressant à l'accessibilité en zone urbaine (Grengs, 2010 ; Shen, 1998 ; Koenig, 1980). La difficulté d'une étude en milieu urbain, en considérant un découpage de la ville en quartiers, réside principalement dans l'hétérogénéité de l'offre de transport et d'opportunités en fonctions des quartiers (Kwan et Weber, 2008 ; Holl, 2007). Dans ce contexte, MOSART a fait le « pari » de mesurer l'accessibilité en considérant un découpage zonal très fin qui nécessite une représentation de l'offre de transport précise afin d'éviter des approximations dont les répercussions sur les résultats pourraient être cruciales. Par ailleurs, la cohérence démontrée des indicateurs d'accessibilité (et particulièrement des indicateurs gravitaires²) avec le calcul traditionnel de surplus permet ainsi de l'intégrer, pour l'évaluation d'un projet, notamment en milieu urbain, dans une analyse coûts-avantages en complément des indicateurs habituellement utilisés (Raux et *al.*, 2008).

2. L'accessibilité gravitaire est proportionnelle au nombre d'opportunités et inversement proportionnelle au coût du déplacement séparant deux zones.

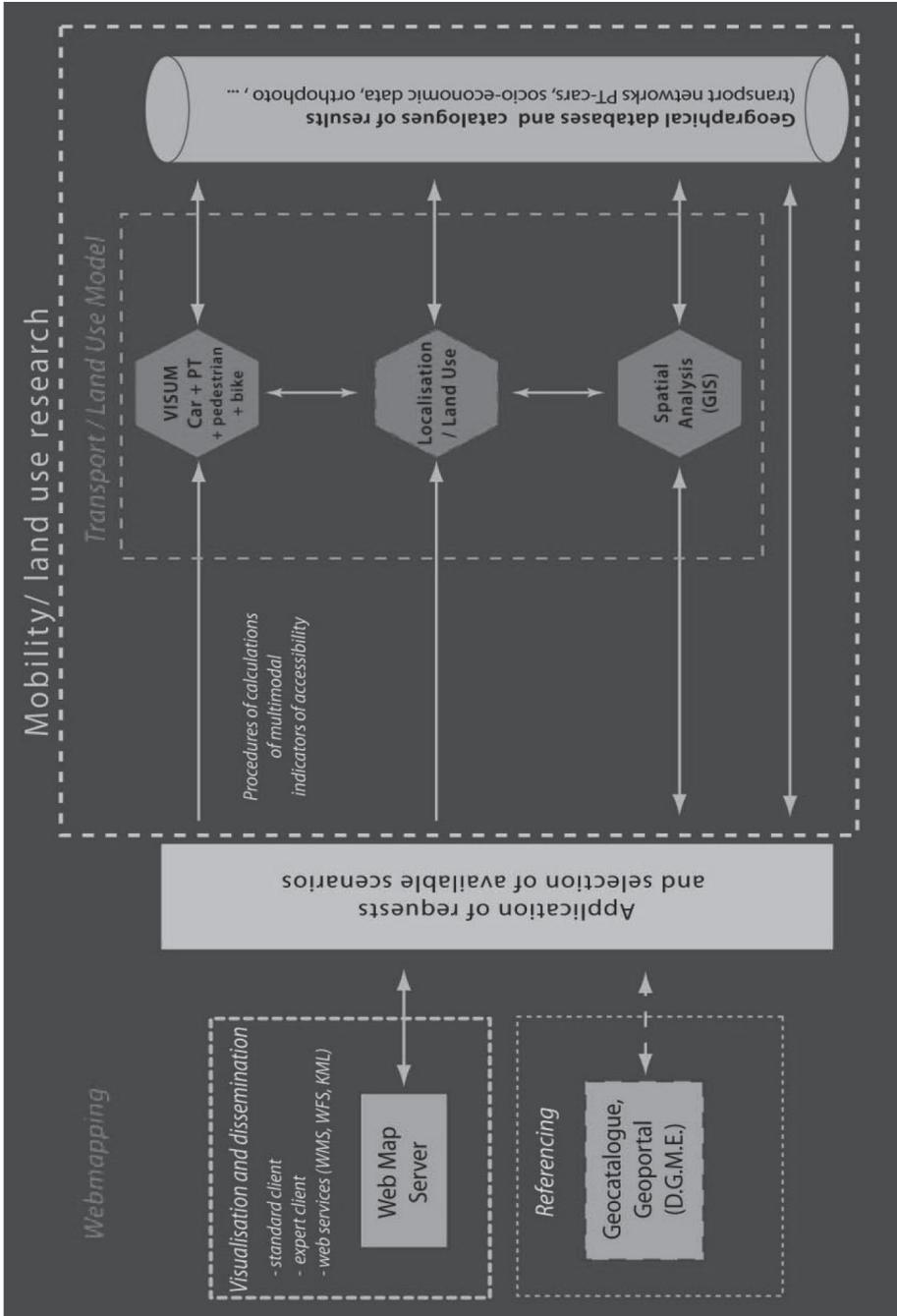
En aucun cas MOSART ne prétend être un modèle intégré transport-urbanisme (appelé également LUTI), ce type de modèles étant encore peu opérationnel à ce jour. Ainsi, MOSART n'envisage pas les interactions entre offre et demande de transports et choix de localisation (ou usage du sol). En revanche il simule l'impact des choix de localisation et de l'offre de transport sur les niveaux de demande et d'accessibilité. Si les variables de localisation sont données en entrée de MOSART, les niveaux estimés de demande et d'accessibilité peuvent être réutilisés dans d'autres modèles LUTI tels URBANSIM (Kryvobokov et *al.*, 2012).

Les trois grandes ambitions de cet outil, en cours de développement, résident dans :

- La modélisation et la simulation de politiques de transport et d'aménagement du territoire, à partir d'une prise en compte quasi-exhaustive des différents réseaux de transport, tant routiers que de transports en commun. La spécificité de l'outil MOSART réside ainsi dans son application au milieu urbain et sa prise en compte des différents sous-ensembles de réseaux transport et de localisation qui le composent.
- La comparaison de différents scénarios de politiques de transport et d'aménagement du territoire urbain à partir d'une analyse en termes d'accessibilité.
- La représentation cartographique des résultats et leur introduction dans un *web-mapping*, permettant la diffusion de carte via Internet.

L'architecture du modèle est présentée sur la figure 1. La plateforme MOSART n'est pas une « boîte noire » et se veut facilement compréhensible et mobilisable dans l'optique de travaux de recherche ou de collaboration avec des décideurs publics. Ainsi, elle « assemble » et « relie » différentes couches d'informations. Construits à partir de différentes bases de données géolocalisées, les réseaux de transport et les données socio-économiques sont pris en compte simultanément pour simuler les temps de déplacement et niveaux d'accessibilité. La visualisation des résultats se fait par représentation cartographique et par web-mapping.

Figure 1
Architecture de la plateforme MOSART



DES DONNÉES SPATIALES DÉTAILLÉES

Périmètre d'étude et construction de la couche territoire

L'outil MOSART est développé sur le périmètre de l'Aire Urbaine de Lyon 1999, soit sur 296 communes et 743 zones Iris. Ce périmètre, dans un second temps, a été découpé en micro-zones de 250 mètres × 250 mètres pour les communes de Lyon et Villeurbanne, de 500 mètres × 500 mètres le reste du territoire du Grand Lyon et de 2 km × 2 km pour les territoires hors Grand Lyon. Au total ce sont ainsi plus de 4000 micro-zones qui ont été formées.

Données socio-économiques et occupation des sols

Les données socio-économiques et d'occupation des sols occupent une place primordiale au sein de la plateforme MOSART. Comme énoncé plus haut, les politiques de transport en milieu urbain ne s'intéressent plus uniquement à la composante du déplacement en recherchant des « gains de temps » mais à l'accès aux opportunités. L'idée n'est plus (uniquement) « d'aller vite » mais d'atteindre des opportunités nombreuses et « intéressantes » tant en termes d'emplois que de services, commerces ou lieux de loisirs. Dans ce contexte la modélisation mise en place dans MOSART s'appuie sur des données exhaustives, détaillées et localisées de façon aussi précise que possible.

La plateforme MOSART intègre un grand nombre de bases de données socio-économiques. Parmi elles, on peut mentionner le recensement de la population de l'INSEE et les différentes variables liées aux caractéristiques et à la localisation des personnes et des logements. Les variables économiques liées aux problématiques d'emploi et de chômage sont également issues des bases INSEE.

Le nombre d'emploi est une variable clé pour les analyses en termes d'accessibilité. Leur localisation par secteur et niveau de qualification est centrale pour la pertinence des résultats. Pour les zones Iris nous disposons ainsi du nombre d'emplois total, réparti par secteur d'activité, niveau de qualification. À l'échelle des « micro-zones », la localisation de ces données a été reconstituée à partir d'une distribution en fonction du bâti. L'occupation des sols est également intégrée afin de répertorier de manière fine les zones urbaines, les zones industrielles et naturelles.

DES RÉSEAUX DE TRANSPORT

Le réseau routier

Le réseau routier a été construit à partir de la base de données NAVTEQ. Cette dernière recense et géolocalise l'ensemble des tronçons du réseau routier associés à de très nombreuses variables (limite de vitesse, capacité, sens de circulation,...). Au total ce sont ainsi plus de 90 000 nœuds et 220 000 tronçons qui ont été intégrés à l'outil MOSART.

Le réseau de transport en commun urbain

L'agglomération lyonnaise possède le premier réseau de transport en commun de province. Chacun des itinéraires des 105 lignes de bus, 6 lignes de métro et funiculaire et 4 lignes de tramway a été construit manuellement, directement à l'aide du logiciel VISUM et de la base de données routières préalablement intégrée. Chaque arrêt ou station est ainsi positionné de manière précise sur le réseau. Les zones de correspondances intégrées permettent d'introduire les ruptures de charges au sein du réseau de transports en commun urbain mais également en correspondance avec le réseau collectif interurbain. Les horaires de passages à l'ensemble des 2170 arrêts du réseau ont été intégrés afin de pouvoir évaluer le temps en correspondance.

Les réseaux de transports en commun interurbains

Parallèlement au réseau de transports en commun urbain, les réseaux de cars départementaux du Rhône et de l'Isère ainsi que le réseau de trains express régionaux sont partiellement intégrés. À partir de la même méthodologie que précédemment, 14 lignes de cars départementaux (sur les 31 existantes) et 10 lignes TER (sur les 12 lignes desservant Lyon) viennent compléter le réseau urbain.

La connexion aux réseaux

Une procédure de connexion au réseau depuis les centroïdes de zones a été établie en fonction du type de zone ainsi que d'une hiérarchie des tronçons routiers et des lignes de transports en commun. Le temps d'accès au réseau se fait à une vitesse de 10 km/h en zone urbaine et périurbaine et à 25 km/h en zone rurale. La connexion au réseau de transport en commun urbain privilégie le métro, le tramway

puis le bus. Notons que les temps de connexion au réseau s'appliquent également aux trajets terminaux entre le réseau et la destination « finale » du déplacement.

PRISE EN COMPTE DE LA CONGESTION AUTOMOBILE PAR UN MODÈLE DE TRANSPORT

Le modèle de transport constitue un élément central de l'outil MOSART. Ce n'est pas tant le modèle de transport qui est valorisé dans MOSART, ce type de modèles étant largement mobilisé par les chercheurs (Banos, Thévenin, 2010) et les bureaux d'étude, que l'apport de ses sorties en interaction avec les données spatiales urbaines précédemment décrites. De fait, la simulation et la comparaison de différents scénarios de politiques de transport passent par une estimation précise des temps de déplacement entre chaque zone de l'aire d'étude et plus précisément sur chacun des tronçons des réseaux de transport. Si les fiches horaires des différentes lignes de transport en commun nous permettent d'estimer le temps de parcours en transports en commun, aucune information n'est directement disponible pour estimer les vitesses automobiles. Les informations disponibles sur le trafic automobile de l'agglomération lyonnaise nous permettent uniquement de « reconstituer le présent » mais sont trop pauvres pour simuler des scénarios futurs. Seul un modèle de transport peut permettre la prévision des comportements de déplacement et donc du trafic automobile.

Au travers des étapes de génération, distribution, choix modal et affectation, le principe d'un modèle à quatre étapes consiste à estimer le niveau de trafic sur chacun des tronçons du réseau à partir de données socio-économiques localisées et de l'offre de transport. Nous nous intéressons plus particulièrement aux conditions de circulation en périodes de pointe. Le modèle est construit sur la plage horaire de 7 h à 10 h, en référence à la période de pointe du matin. Les développements récents du modèles visent également à simuler les trafics sur la période de pointe du soir entre 17 h et 18 h, cette tranche horaire étant celle qui recense le plus de déplacements automobiles un jour de semaine. Le modèle est réalisé, grâce à l'utilisation du logiciel VISUM, à l'échelle de l'aire urbaine de Lyon en tenant compte d'un découpage en zones Iris 2000. Le modèle se compose des quatre étapes suivantes :

- La génération des déplacements, première étape du modèle, produit les émissions et les attractions de chaque zone de l'aire

d'étude. Elle calcule ainsi, pour chaque zone, le nombre de déplacements émis et reçus et ce, pour plusieurs motifs de déplacements. Les variables explicatives du nombre d'émissions (à savoir le nombre d'habitants) et d'attractions (à savoir le nombre d'emplois) de chaque zone, ainsi que les coefficients associés, sont déterminés à partir de l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) réalisée en 2006.

- L'étape de distribution des déplacements vise à calculer le volume de déplacements tous modes entre chaque couple de zones de l'aire d'étude en tenant compte des temps de déplacements automobiles sur un réseau non chargé (Bonnell, 2004). Elle utilise les données produites par l'étape de génération, associées à un modèle gravitaire. Le processus de calibrage du modèle est réalisé à partir de l'EMD 2006.
- La répartition modale a été estimée grâce à un modèle Logit à partir d'une approche agrégée par zone en considérant les « coûts temporels » des 4 modes de déplacements que sont la voiture particulière, les transports en commun (TC), la marche à pied, les deux-roues non motorisés. Si le choix modal est, dans la réalité, plus complexe, cette méthode nous permet toutefois d'obtenir des résultats proches de ceux observés (- de 5 pts d'écart avec les données observées).
- L'affectation de la demande routière permet de simuler les coûts entre les différentes origines-destinations et d'envisager le niveau de trafic et de congestion sur chacun des tronçons. Elle est réalisée suivant un équilibre de Wardrop.

La procédure présentée ci-dessus est itérative. La première itération permet de déterminer le niveau de trafic routier (nombre de véhicules) sur chacun des tronçons du réseau routier. Cette estimation repose sur une distribution des déplacements et d'un choix modal à partir des temps de parcours en voiture particulière « à vide ». Les itérations suivantes sont alors réalisées à partir des temps de parcours sur un réseau « chargé ».

LES RÉSULTATS ISSUS DE MOSART

L'objectif de cette section n'est pas tant de lister l'ensemble des simulations et résultats obtenus grâce à l'outil MOSART que de souligner les possibilités « de sorties » offertes par l'outil. Les éléments présentés ci-dessous le sont dans un souci d'illustration et ne sont pas commentés.

Calcul et représentation de la congestion et des temps de parcours

L'outil MOSART offre à un premier niveau des résultats et sorties relatifs à l'analyse de la congestion et des temps de parcours. Il permet de connaître et d'illustrer pour chacun des tronçons du réseau des variables telles que le temps de parcours en charge, à vide, ou le taux de saturation. Ce type de sortie est illustré par la figure 2 (Bonnafous *et al.*, 2010).

La connaissance des temps de parcours permet *in fine* de mesurer l'accessibilité à (ou depuis) une zone. Une première approche envisage l'accessibilité comme un simple indicateur de la proximité. Cet indicateur reflète une mesure de distance, ou de distance-temps. Il est principalement représenté sous forme de carte unipolaire ou multipolaire. Dans le premier cas, la carte représente l'accessibilité (en temps) depuis un point précis au périmètre de l'aire d'étude, illustrée par la figure 4, tandis que l'accessibilité multipolaire représente l'accessibilité depuis chaque zone vers l'ensemble des zones de l'aire d'étude (cf. figure 3).

Il est également possible d'envisager l'accessibilité à partir d'une approche en termes de budget-temps. La figure 4 illustre les zones accessibles en transports en commun depuis la station Vieux-Lyon en 30 minutes.

Calcul et représentation de l'accessibilité gravitaire pour une prise en compte des opportunités

L'outil MOSART va toutefois bien au-delà d'une représentation de l'accessibilité temporelle. Il a vocation à simuler et à représenter l'accessibilité gravitaire, qui associe à la distance le nombre d'opportunités pouvant être atteintes grâce au déplacement.

Si l'accessibilité peut ainsi être représentée pour une période donnée, les représentations de variation d'accessibilité s'inscrivent davantage dans une optique d'aide à la décision publique. De plus, par les fonctionnalités qu'il offre et le volume des bases de données qu'il traite, l'outil MOSART permet ainsi de déterminer l'accessibilité à une échelle très fine en tenant compte des multiples possibilités offertes par les réseaux de transport, de la qualité de service et de la localisation des opportunités. La figure 5 illustre ainsi l'effet de la localisation des lignes de transports en commun en site propre et des gares TER sur l'accessibilité aux emplois.

Figure 2

Exemple de simulation du niveau de trafic routier en heure de pointe



Figure 3

Temps de parcours à l'ensemble des zones de l'Aire Urbaine en voiture particulière

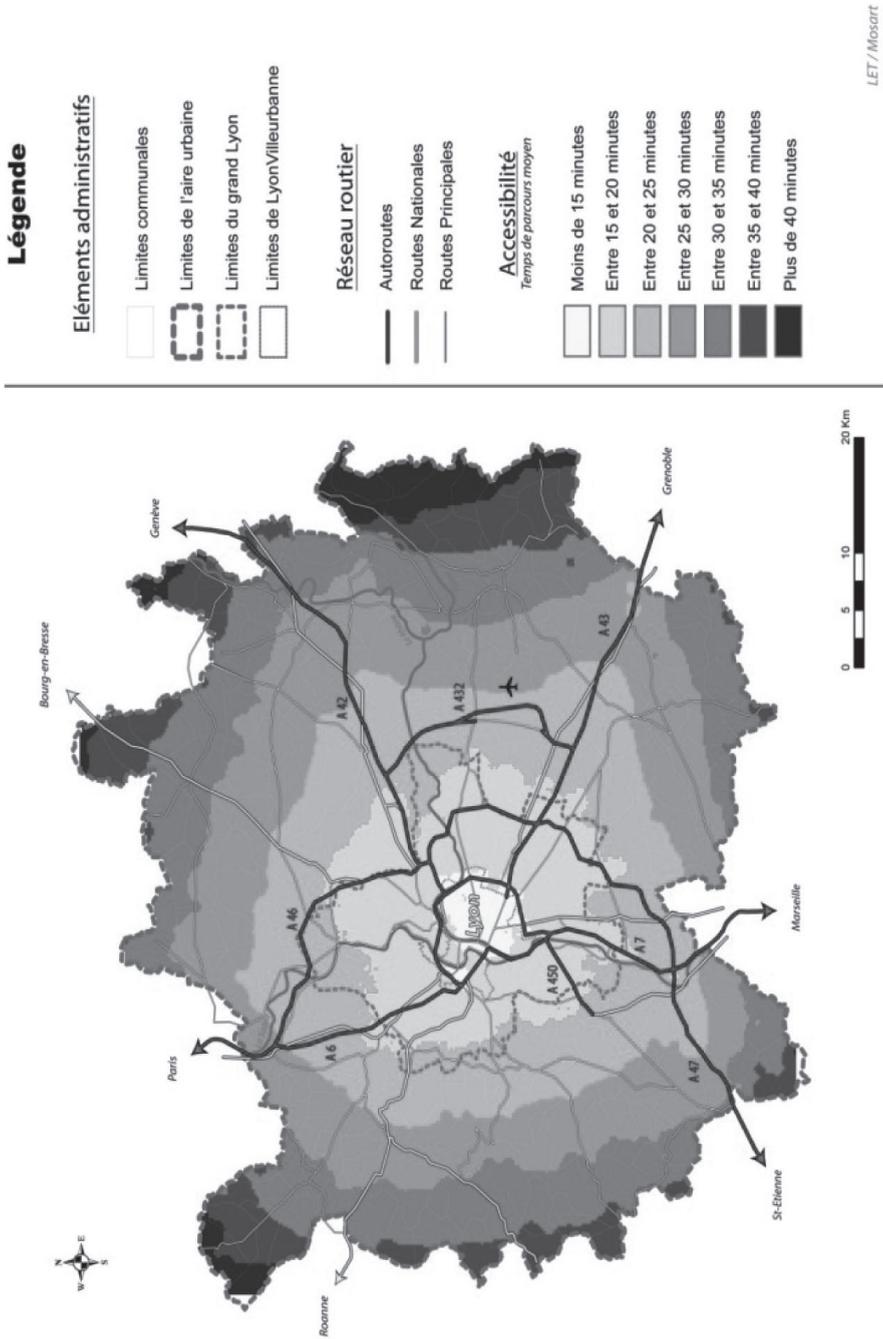
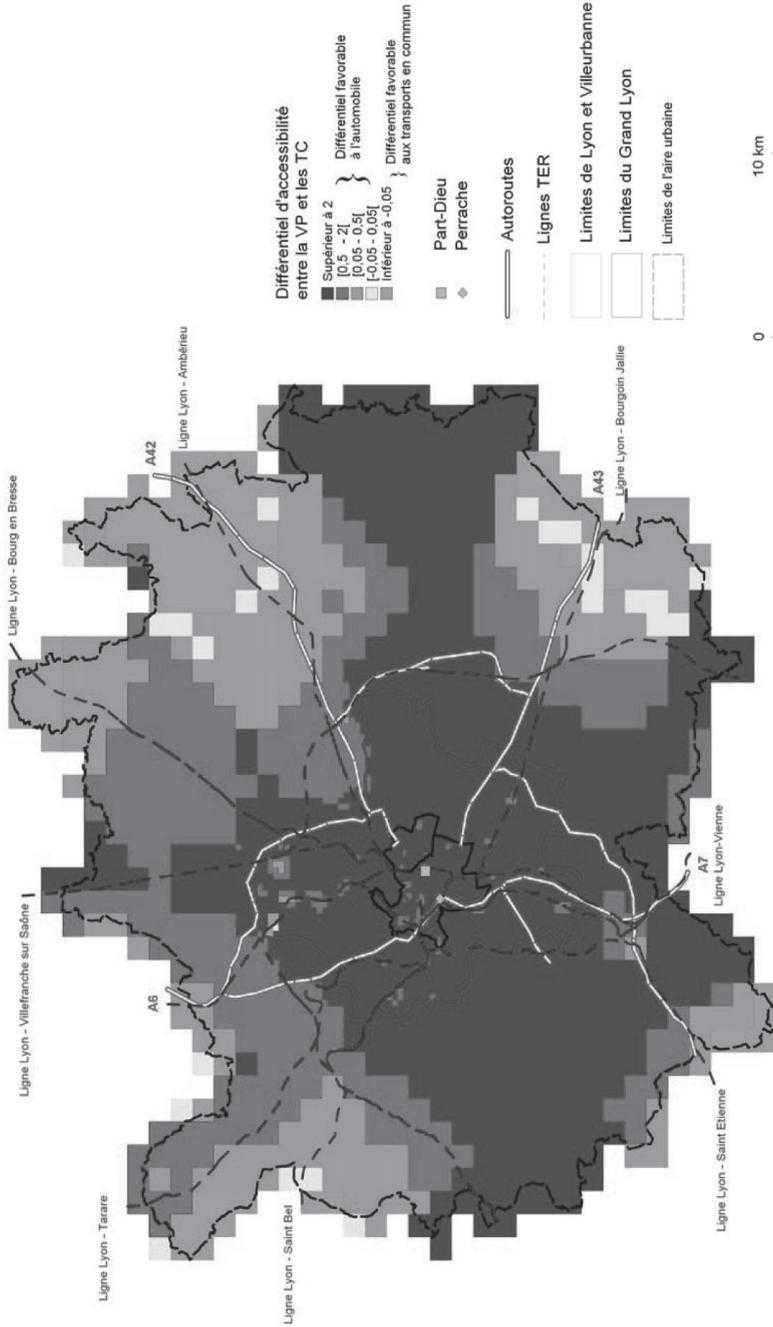


Figure 4
**Zones accessibles depuis la station Saint-Paul
avec un budget-temps de 30 minutes**



Figure 5

**Accessibilité aux emplois en transports en commun
(en heure de pointe de matin). Situation 2009**



La plateforme MOSART vise dès lors à mobiliser les indicateurs d'accessibilité gravitaire pour élargir cette « analyse de l'existant » à la simulation de scénarios prospectifs afin d'orienter les politiques de transport sur les arbitrages modaux à partir d'une réflexion à l'échelle spatiale. Les simulations peuvent aussi bien évaluer une modification de l'offre routière, de transport en commun qu'une évolution des coûts de déplacements. La mise en place d'un péage urbain et ses effets sur l'accessibilité aux emplois ont ainsi été simulés (Bonnaïfous *et al.*, 2010). Différents types de péages ont pu être modélisés : péage de zone, péage cordon et péage d'infrastructure. L'impact de chacun de ces scénarios est évalué sous l'angle de la concurrence modale ou de la variation de l'accessibilité automobile (voir figure 6).

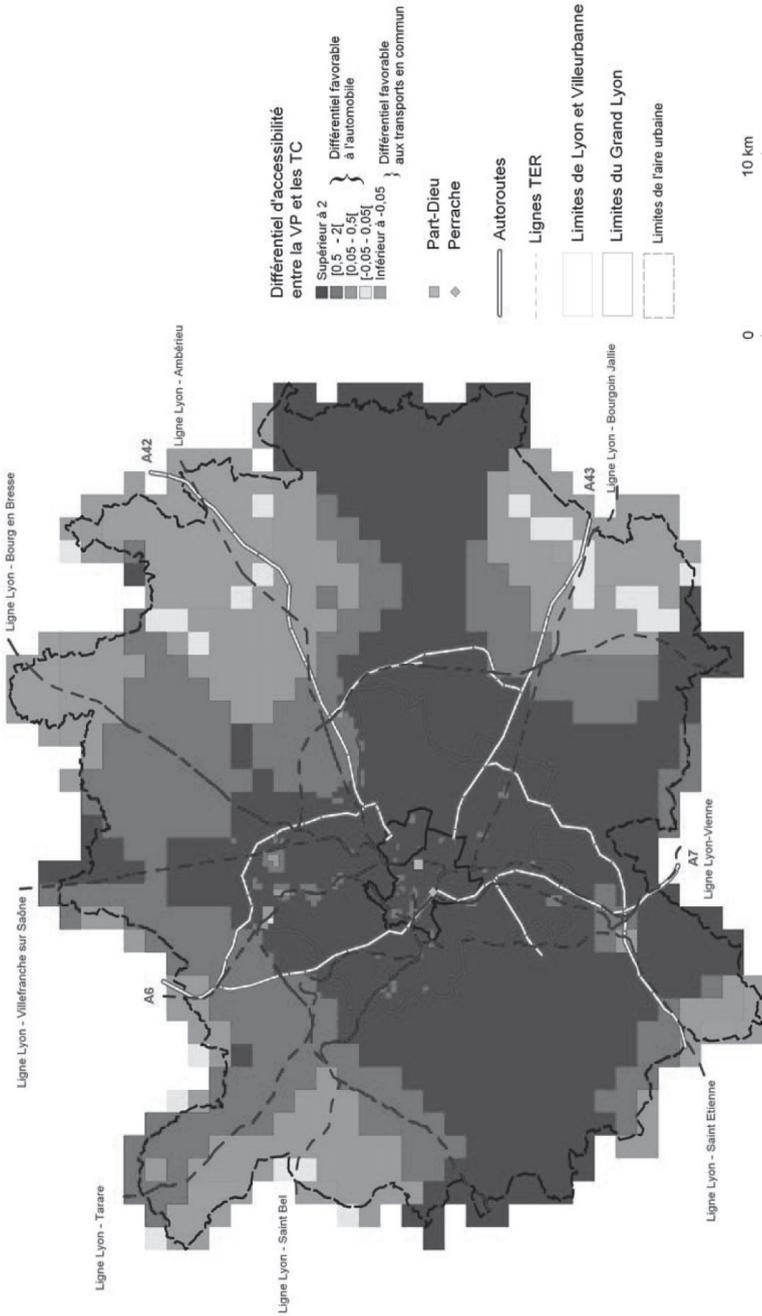
LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Imaginé il y a quasiment dix ans, l'outil MOSART n'a cessé de se développer pour gagner en précision, avec l'intégration de bases de données spatiales toujours plus fines, en exhaustivité, avec l'intégration des réseaux de transport en commun départementaux et régionaux, et en fiabilité, avec le développement du modèle de transport. Loin d'être dépassé, il répond aujourd'hui aux objectifs qui lui sont assignés.

L'outil MOSART est mobilisé dans différents programmes de recherche. On peut citer le projet Plainsudd, réalisé dans le cadre de l'ANR Ville Durable (2009-2011), mais également les projets financés par le Predit tels « Des stress-tests pour une mobilité durable : une approche par l'accessibilité », « ACCESS-Lyon » ou plus récemment DAMA. Dans le contexte de la recherche nationale et internationale, MOSART adopte un positionnement original entre les modèles de transport et les modèles d'interaction transport-urbanisme en cherchant à mesurer et simuler l'accessibilité en milieu urbain. L'association des bases spatiales détaillées et d'un modèle de transport lui permet de mesurer les temps de déplacements automobiles à un niveau zonal proche de celui du « micro-quartier » en centre-ville en évitant les approximations liées à la seule prise en compte des distances sur le réseau (Iacono *et al.*, 2010). Parallèlement à ces travaux, MOSART joue pleinement son rôle d'outil d'aide à la décision publique. Le projet ACCESS-Lyon, en impliquant de multiples décideurs locaux, a ainsi permis la mise en place d'une plate-forme collective de recherche et d'expérimentation sur l'accessibilité dans un processus d'amélioration concertée. Par ailleurs, l'outil MOSART fait partie intégrante du projet Optimod'Lyon, initié par le Grand Lyon, impliquant des

Figure 6

Différentiel d'accessibilité aux emplois entre la VP et les TC suite à la mise en place d'un péage cordon autour de Lyon-Villeurbanne



partenaires publics et privés. Dans le but de faire évoluer les comportements de mobilité à partir du partage de l'information en temps réel sur les conditions de déplacements, MOSART offre son expérience pour consolider et traiter les données relatives à la mobilité urbaine et à l'utilisation des réseaux.

Dans ce contexte d'une dynamique de travail « interne » aux chercheurs, mais aussi entre les chercheurs et les acteurs de la construction de la décision publique, les perspectives de développement de l'outil MOSART s'inscrivent dans deux grandes directions. L'un des enseignements mis en lumière dans les projets mentionnés s'inscrit dans la complémentarité entre chercheurs et décideurs public locaux pour comprendre la mobilité actuelle et préfigurer celle de demain avec l'intégration de données de trafic « en temps réel ».

Ainsi, au-delà d'une actualisation des bases de données spatiales et des réseaux de transport, la première direction consiste à « projeter » la plateforme à un horizon de moyen terme. Dans une optique de modélisation à 2030, l'idée n'est pas de savoir si des schémas de localisation sont préférables à d'autres – la localisation ne dépendant pas uniquement des infrastructures de transport – mais plutôt de savoir si des politiques de transport sont préférables à d'autres étant donné un schéma de localisation. L'outil MOSART, et plus précisément le modèle de transport, se verra alors confronté à trois limites :

- l'absence de données précises et fiables à un horizon temporel éloigné (MacKinder et Evans, 1981) qui rend la modélisation plus incertaine ;
- l'évolution nécessaire de la structure du modèle pour prendre en compte l'écart temporel entre l'année de calibrage du modèle et son horizon d'application et l'évolution des variables explicatives des comportements de mobilité ;
- la nécessaire prise en compte des contraintes de capacité sur les infrastructures de transports en commun, limite qui pourrait être levée avec l'introduction d'une nouvelle version de MOSART.

La seconde perspective concerne le développement d'un outil de web-mapping. Le *web-mapping* permet d'ouvrir l'utilisation de la plateforme MOSART et la visualisation des couches d'informations et résultats à un maximum de personnes « expertes » et/ou « grand public », à partir d'accès spécifiés. La technologie du *web-mapping* repose sur 3 composantes : le client, le serveur et les données. Elle permet ainsi essentiellement de la consultation, des requêtes simples et des impressions de données spatiales et attributaires.

BIBLIOGRAPHIE

- Banos, A., Thevenin T. (dir.), 2010, *Systèmes de transport urbain : caractérisation de l'offre et estimation de la demande*, Hermès, Paris, 240 p.
- Bonnafous A., Crozet Y., Mercier A., Ovtracht N., Thiébaud V., 2010, *MOSART : un prototype d'outil d'aide à la décision individuelle et collective pour une mobilité durable*, Rapport final pour le compte du PREDIT, 129 p.
- Bonnel P., 2004, *Prévoir la demande de transport*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 415 p.
- Geurs, K.T., Ritsema Van Eck, J.R., 2001. *Accessibility measures : review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economics impacts*. Rivm, Utrecht University.
- Grengs, J., 2010, « Job accessibility and the modal mismatch in Detroit », *Journal of Transport Geography* 18, p. 42-54.
- Hansen, W.G., 1959, « How accessibility shapes land use », *Journal of the American Institute of Planners* 25,73-76.
- Holl, A., 2007, « Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building program », *Journal of Transport Geography*, 15,86-297.
- Huriot, J.M., 1998, *La ville ou la proximité organisée*, Economica, 237 p.
- Iacono, M., Krizek K.J., El-Geneidy A., 2010, « Measuring non-motorized accessibility : issues, alternatives, and execution », *Journal of Transport Geography* 18, p. 133-140.
- Koenig, J.G., 1980, « Indicators of urban accessibility : theory and application », *Transportation* 9, p. 145 – 172.
- Kryvobokov, M., Mercier, A., Bonnafous, A., Bouf, D., 2012, « Simulating housing prices with UrbanSim : predictive capacity and sensitivity analysis », *Letters in Spatial and Resource Sciences*, Volume 6, Issue 1, pp. 31-44.
- MacKinder, I.H., Evans, S.E., 1981, « The predictive accuracy of British transport studies in urban areas », LGORU, Working Note 20.
- Morris, J.M., Dumble P.L., Wigan M.R., 1978, « Accessibility indicators for transport planning », *Transportation research A* 13,91-109.
- Raux, C., Mercier, A., Ovtracht, N., 2008, « Évaluation économique des politiques de transport et indicateurs d'accessibilité spatiale : l'apport des SIG », *Cybergeo*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article 435.
- Shen, Q., 1998, « Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers », *Environment and Planning B : Planning and Design* 25 (3) p. 345 – 365.

Économie et régulation de la mobilité urbaine

Le rôle des outils économiques dans la régulation de la mobilité en ville

Charles Raux

Laboratoire d'Economie des Transports (CNRS, Université de Lyon)

INTRODUCTION

La ville peut se définir comme un lieu d'interactions économiques et sociales et les agglomérations d'activités humaines trouvent leur raison d'être dans la proximité spatiale qu'elles autorisent, dans le cadre du rythme biologique immuable de 24 heures que nous connaissons. En se localisant à proximité les unes des autres, les firmes bénéficient d'avantages de productivité et de coûts de transport plus faibles. De même, les ménages cherchent à résider près des lieux d'emploi, d'achats et d'aménités urbaines. L'échelle de cette proximité spatiale a bien sûr connu de fortes évolutions au gré de celles des moyens de transport et notamment de la vitesse qu'ils autorisent. Le transport est donc consubstantiel au fonctionnement de ces agglomérations par la mobilité qu'il permet pour effectuer ces interactions en face-à-face.

Ces effets positifs de l'agglomération (ou externalités positives d'agglomération dans le jargon des économistes) se trouvent contrebalancés par les coûts de cette agglomération, résultant de la concentration des personnes et des flux en un espace limité. Les embarras de Rome décrits par Juvénal dans ses satires témoignent de l'ancienneté de la question. Les encombrements – générateurs de perte de temps –, l'insalubrité, le bruit ou les pollutions atmosphériques (qui ont pris de nouvelles formes avec l'automobile et son moteur à combustion interne) sont des problèmes intemporels.

Ces problèmes sont nés avec les agglomérations humaines et plus particulièrement les villes. La somme que consacre Paul Bairoch (1985) à l'histoire des villes et du développement économique, situe l'émer-

gence de la ville – en tant que lieu d’une certaine taille et densité de peuplement, avec une activité artisanale, des maisons en dur, des rues et des enceintes – au Moyen-Orient vers -3000. Cette apparition est permise par l’existence de l’agriculture et d’un surplus agricole échangeable, spatialement concentré du fait de la tyrannie de la distance imposée par les limites du transport humain ou animal. Une première rupture naîtra de l’accélération brusque du processus d’urbanisation impulsée par les civilisations grecque et romaine. On trouve chez les penseurs grecs antiques (Aristote et Platon) les premiers témoignages de soucis de planification urbaine et de transports. Une autre rupture fondamentale sera celle de la révolution industrielle, dont la machine à vapeur et le chemin de fer bouleverseront la donne des coûts de transport à longue distance. Enfin, on peut identifier une troisième rupture fondamentale après la seconde guerre mondiale, avec l’avènement et la diffusion massive de l’automobile.

Le renouvellement urbain a été une constante de l’action des autorités pour surmonter ces coûts d’agglomération. Elle a pris parfois des formes radicales, que ce soit en réponse à des cataclysmes comme l’incendie de Rome (64), celui de Londres (1666) ou le raz de marée suivi d’incendies à Lisbonne (1755), ou par la mise en application d’une volonté politique forte comme celle du préfet Haussmann à Paris au milieu du 19^e siècle. Si les préoccupations d’embellissement (de la part du pouvoir impérial ou royal), hygiénistes ou de contrôle social des masses laborieuses sont très présentes, on ne peut nier non plus les préoccupations fonctionnelles en matière de déplacements, qui existent dès l’antiquité à travers le plan régulier de la ville romaine. La planification urbaine prend son essor avec ses instruments juridiques au début du 20^e siècle et accompagnera l’extension des villes avec l’automobile. L’exacerbation des effets négatifs de cette circulation, représentant une grande part des coûts d’agglomération cités plus hauts, amènera à la formalisation juridique en France des plans de déplacements urbains (PDU) au début des années 80, dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Une succession de lois va leur donner de plus en plus d’importance, d’abord en réponse à des préoccupations environnementales (qualité de l’air en milieu urbain et consommation d’énergie), puis dans une mise en cohérence impérative avec les plans d’urbanisme dès le début des années 2000.

Penser la régulation des transports et de la mobilité en ville ne peut donc s’abstraire de la régulation urbaine en général. Une boîte à outils réglementaires s’est peu à peu constituée, à laquelle viennent s’adjoindre plus récemment des outils économiques, d’usage plus récent ou encore virtuels.

En effet, les économistes ont conceptualisé le phénomène d'agglomération et ses externalités positives à partir du début du 20^e siècle avec les travaux de Marshall et de Weber, et ont développé un cadre théorique d'analyse spatiale de la ville à travers le modèle d'économie urbaine (Alonso, Mills, Muth). Toujours en lien avec ce concept d'externalités, négatives cette fois, les économistes ont également développé tout un corpus d'analyses, de préconisations et d'outils (tels que les taxes, péages et droits à polluer) pour réduire de manière efficiente ces effets négatifs.

Nous commencerons donc par faire le point sur ces outils de régulation, en privilégiant les outils économiques et bien sûr l'entrée par le transport, tout en gardant un œil sur les outils réglementaires, dans la mesure où les premiers doivent s'y articuler.

Dans une brève deuxième partie, nous reviendrons à une vision élargie de la question, en posant la nécessité de comprendre l'articulation entre transport et urbanisme, afin de (prétendre) pouvoir agir de manière plus efficiente sur la ville.

LES OUTILS DE RÉGULATION

La congestion routière résulte d'une inadéquation entre le flot de véhicules dont les conducteurs et les passagers cherchent à circuler sur l'infrastructure et la capacité que cette dernière peut offrir. Elle est provoquée par chacun des véhicules et occasionne à tous des pertes de temps, des retards à destination, générateurs d'inconfort et de stress. Il en découle des pertes de productivité pour les entreprises qui doivent livrer ou se faire livrer des marchandises, avec la désorganisation et le risque de perte de compétitivité qui s'ensuit pour la ville. La congestion dégrade également la productivité des transports collectifs dont les bus ne peuvent être toujours protégés de la circulation automobile, d'où une perte de part de marché et une aggravation du déficit des transports publics. Cette congestion traduit un défaut de gestion efficiente de l'offre d'infrastructure à moyen terme et de la demande de trafic automobile à court terme.

Concernant l'offre d'infrastructure, la règle d'investissement optimal préconisée par les économistes est connue. Elle correspond au niveau où le coût marginal d'investissement en infrastructure est égal à l'économie marginale de coût d'usage qui résulte de cet investissement supplémentaire. Concrètement, comme la capacité de l'infrastructure ne peut en général varier que de manière discontinue, un investissement supplémentaire doit être réalisé dès qu'il permet des

économies substantielles de coût d'usage qui le justifient économiquement. Cependant, la création de nouvelles capacités d'infrastructures routières (ou de transports collectifs) uniquement pour répondre à des pointes temporelles représente un gaspillage. En outre, cette solution se heurte à la difficulté d'insérer de nouveaux ouvrages dans des tissus urbains déjà densément occupés, d'où des coûts d'investissement qui dépassent les capacités financières de la collectivité. C'est ici que les péages routiers trouvent leur utilité par « (leur) *propriété de faire des espèces de prodiges : de créer des produits sans aucune espèce de travail* » comme le remarque l'ingénieur économiste Jules Dupuit au 19^e siècle. On note des cas de succès de mise en œuvre d'autoroutes (péri-) urbaines financées par le péage comme l'A14 et l'A86 à l'ouest de Paris, ou le Prado-Carénage à Marseille. Mais ce mécanisme d'auto-financement trouve ses limites comme le montre le contre-exemple de TEO, le boulevard périphérique nord de Lyon que la collectivité a dû racheter au concessionnaire (Raux *et al.*, 2003).

C'est pourquoi une deuxième règle optimale est préconisée, celle de la tarification de court terme : cette tarification doit s'établir au niveau du coût marginal de court terme de production du service de transport. En effet, pour l'économiste, s'il y a trop d'encombrements sur les réseaux de transport, c'est que l'agent, en se déplaçant, rajoute de la congestion dans le réseau et n'intègre pas dans sa décision le coût qu'il contribue à imposer à la collectivité. La solution préconisée est de faire prendre en compte ce coût par l'agent dans son processus décisionnel au moyen de diverses incitations – quand cela est avantageux compte tenu des coûts techniques et administratifs de cette procédure.

Ce dernier raisonnement s'étend aux problèmes d'environnement. S'il y a trop de bruit ou de pollution en ville du fait de la circulation des modes motorisés, c'est que l'agent, qui par son activité émet ces nuisances, ne supporte pas le coût qu'il impose à la collectivité. Là encore, la solution préconisée est de faire prendre en compte ces coûts par l'agent dans son processus décisionnel au moyen de diverses incitations.

Dans le champ particulier de la mobilité, cette procédure vise à modifier l'arbitrage « prix-temps » ou plus précisément l'arbitrage entre le coût des déplacements concernés pour l'agent et la durée de ces derniers. Cet arbitrage est, on le sait, le mécanisme fondamental à l'œuvre dans les diverses dimensions des choix de déplacements (décision de se déplacer ou pas, choix de la destination et du mode de déplacement, etc.).

Pour mettre en œuvre ces incitations plusieurs catégories d'outils existent. Nous citerons en premier lieu et pour mémoire les mesures administratives visant à modifier essentiellement la composante

« temps » de l'arbitrage. Il s'agit par exemple de la modification du partage de la voirie en faveur de modes moins agressifs pour l'environnement et le cadre de vie, de la limitation des vitesses automobiles, des normes techniques sur les véhicules autorisés à circuler en ville, de la gestion du stock de places de stationnement, ou encore des contrôles d'accès à des quartiers que l'on souhaite protéger. Plus largement, on peut piloter le développement ou le renouvellement urbain, en conditionnant les permis de construire des « générateurs » de trafic important (surfaces commerciales par exemple) à l'obligation de réduction des déplacements automobiles comme cela se fait dans certains pays.

Les autres incitations sont clairement d'ordre économique. Tout d'abord on peut choisir de subventionner une activité que l'on souhaite favoriser au détriment des autres, comme c'est le cas avec le subventionnement des transports collectifs. Il est cependant possible que le résultat soit d'augmenter les déplacements en transports collectifs sans que ceux-ci se substituent aux déplacements en voiture particulière. L'objectif de réduction de ces derniers ne sera pas atteint tandis que le subventionnement des premiers posera de graves problèmes de financement (cf. le chapitre sur le financement du transport collectif par Bruno Faivre d'Arcier).

Les autres catégories d'outils économiques visent plus directement les comportements générateurs de ces effets négatifs cités plus haut. Une première catégorie relève de ce qu'on peut appeler une « régulation par les prix » : au moyen de taxes fiscales, de péages ou de redevances de stationnement, on modifie le coût total payé par l'agent en rapport avec son comportement de mobilité et on espère ainsi atteindre une certaine réduction des effets négatifs en conséquence. Une seconde catégorie relève de la « régulation par les quantités » : on fixe une quantité totale d'émissions (ou de consommation de carburant fossile), ou encore une quantité totale de kilomètres ou de déplacements, à ne pas dépasser, puis on distribue (ou vend) les droits correspondants, avec possibilité de revendre les droits inutilisés ou d'acheter des droits supplémentaires en cas de besoin.

Ces deux catégories d'outils économiques sont abordées successivement dans les deux sous-sections suivantes.

La régulation par les prix

Le ciblage de la congestion à travers les péages urbains

L'idée du péage urbain comme instrument de gestion efficiente de la circulation est relativement ancienne et remonte au moins aux années 1960 avec les travaux de Vickrey et de Walters, lesquels ont for-

malisé les idées de Pigou au début du 20^e siècle sur l'application de la tarification au coût marginal social au cas des routes congestionnées. La rupture est venue de l'électronique qui a progressivement rendu abordables les technologies de télé-péage sans arrêt, seul procédé envisageable pour gérer des flux de trafic importants, en substitution au péagiste dans sa guérite. C'est cette rupture qui a permis de concrétiser les idées des économistes.

À la fin des années 90, la Commission européenne s'est emparée du sujet dans le cadre de l'élaboration de sa doctrine en matière de politique des transports, et a lancé un important programme de recherche sur la tarification routière, lequel a mobilisé plusieurs équipes de recherche françaises. Le PREDIT a également accompagné cet effort en subventionnant plusieurs travaux sur l'acceptabilité de la tarification dans les transports ainsi que sur l'évaluation des expériences étrangères de péage urbain et sur l'évaluation de possibles réformes tarifaires dans le cas français. Les aspects théoriques du péage urbain et la synthèse de ces travaux sont présentés dans le chapitre rédigé par Stéphanie Souche.

Les programmes mettant en œuvre le péage urbain comme instrument de contrôle de la circulation souffrent à l'évidence d'un déficit d'acceptabilité sociale. Ce type de péage se démarque radicalement en effet du péage d'axe, le péage autoroutier classique que nous connaissons en France avec des itinéraires routiers parallèles d'usage gratuit. Par contre, le péage de cordon et le péage de zone ont en commun d'imposer un paiement pour ceux qui veulent continuer à se rendre en voiture dans la zone visée. En outre, l'étendue de la zone visée et l'ampleur plus ou moins grande des plages horaires de fonctionnement, de même que le niveau de tarif imposent des contraintes plus ou moins fortes sur les usagers concernés. On comprend donc que la première forme, le péage d'axe, est a priori plus facilement acceptée puisqu'elle laisse une liberté de choix, au contraire des deux autres qui n'offrent que peu d'échappatoires aux automobilistes qui ne veulent ou ne peuvent pas délaissé leur véhicule.

Malgré tout, les différents programmes en cours dans le monde prouvent par l'exemple que le péage urbain comme instrument de contrôle peut être utilisé avec succès, qu'il s'agisse de réduire la circulation (Singapour, Londres et Stockholm) ou bien de générer des recettes (cas des villes norvégiennes).

Dans le premier cas, on obtient une normalisation des vitesses et un rétablissement de la fiabilité des temps de parcours des bus, donc une amélioration de la productivité économique et sociale de la ville, et les milieux économiques ne s'y trompent d'ailleurs pas.

En Norvège, des péages de cordon à niveau modéré (de l'ordre de 2 € par jour avec des tarifs dégressifs pour les abonnés) étendus aux réseaux routiers des cinq principales agglomérations (par exemple à Oslo, la capitale avec 800 000 habitants, depuis 1990), dégagent suffisamment de recettes pour financer le développement de l'offre en transports collectifs et des rocades de contournement qui ont permis de réduire la circulation automobile dans le centre.

En revanche, les coûts de mise en place et d'exploitation des infrastructures de collecte du péage ne sont pas négligeables (Prud'homme et Bocarejo, 2005), même si ces coûts subissent une baisse continue. Ce n'est donc pas la panacée partout, mais ce n'est pas non plus réservé aux grandes agglomérations millionnaires comme le montrent les applications aux villes de taille moyenne, autour de 100 000 habitants, en Norvège. La technologie est sans conteste au point et elle permet de proposer à des coûts abordables des balises embarquées à bord des véhicules, qui permettent le contrôle des passages à la volée tout en protégeant l'anonymat des automobilistes en règle. Ces équipements sont adaptés au cas des péages de cordons, où le nombre de portiques à installer reste limité (Singapour, Norvège, Stockholm).

Le péage urbain est souvent accusé de renforcer les inégalités sociales. Au contraire, les expériences et études de cas montrent qu'on ne peut dresser *a priori* de conclusions universelles sur les impacts sociaux des programmes de péage urbain. Dans chaque application, les autorités locales peuvent régler finement les paramètres spatiaux, temporels et tarifaires du péage de manière à éviter des effets sociaux très négatifs, et élaborer des compensations envers certaines catégories sociales, grâce à l'utilisation judicieuse des recettes du péage, par exemple en développant les transports publics.

Le cas de Londres montre comment une volonté politique forte, conjuguée à un consensus général sur le caractère critique de la situation, a permis de passer outre l'impopularité de cette mesure : le maire de Londres avait été élu en 2000 en ayant annoncé la mise en place du péage et réélu en 2004 en ayant annoncé la hausse du tarif et l'extension de la zone à péage. Cependant, volonté politique forte ne veut pas dire autisme : la consultation a été très large, le maire a modifié le projet initial en conséquence, mais sans qu'il ne soit jamais question de soumettre le projet à référendum. La ristourne (de 90 %) aux résidents de la zone a été la compensation la plus visible qui a permis de réduire les oppositions.

Dans le cas du péage d'Oslo, c'est la convergence entre partis politiques sur un projet, qui a permis de faire aboutir ce dernier, malgré l'opposition persistante de la population. En outre, plusieurs autres

ingrédients ont contribué au succès dans l'acceptation de ces péages urbains : un objectif concret et palpable, à savoir le financement d'un programme précis d'investissement, donc une durée limitée du programme de péage ; une répartition territoriale des avantages non limitée à la zone interne au cordon, mais étendue aux communes de banlieue ; la « carotte » du gouvernement central qui a conditionné son aide financière à la mise en place du péage ; un tarif modéré et dégressif.

À Stockholm un relatif consensus existait également entre les principaux partis, mais le cas est assez original puisque, avec l'aide du gouvernement central qui a investi 350 millions d'euros dans le système de péage électronique, un essai grandeur nature s'est déroulé pendant 7 mois, à l'issue duquel un référendum a été organisé. Les habitants de Stockholm ont donc pu juger sur pièces, au risque pour le gouvernement de perdre les investissements. Malgré le changement de majorité politique au niveau local et national lors d'élections accompagnant le référendum, le programme a été définitivement mis en place quelques mois plus tard avec quelques aménagements.

Cependant, ces succès emblématiques ne doivent pas masquer le fait que peu d'autres villes s'engagent dans de tels programmes. Le nouveau maire de Londres a annulé l'extension de la zone à péage opérée en 2005, et la zone est revenue à son aire initiale de 2003. Des projets avancés de péage ont été rejetés par référendum *ex ante* à Edimbourg, Manchester ou Manhattan.

Le ciblage de la pollution atmosphérique

Concernant les émissions atmosphériques de polluants locaux, une piste évidente consiste à cibler directement la consommation de carburant, en augmentant les taxes sur celui-ci. Cependant, cette possibilité se heurte à la difficulté de coordination entre agglomérations ou régions voisines. Si une agglomération ou une région décide seule d'augmenter les taxes sur les carburants commercialisés dans les stations services sur son territoire, le risque est grand de voir les automobilistes aller s'approvisionner dans une zone à plus faible taxation. L'arbitrage se fera entre l'économie fiscale potentielle et la distance à parcourir. Il existe certes des variations de taxe d'une région à l'autre en France, motivées par des besoins de lever des recettes, mais ces dernières restent effectivement minimales. La marge de manœuvre d'une agglomération reste donc très limitée en la matière.

Une possibilité repose encore une fois sur le péage urbain, mais en modulant son tarif selon le niveau d'émission du véhicule. C'est le cas du péage de la zone centrale de Milan, d'environ 8 km², dénommé ini-

tialement ECOPASS, ouvert en 2008. Il avait à l'origine un objectif clairement environnemental. Le tarif était fonction de la classe EURO du véhicule. Il variait de 2 à 10 € par passage selon la classe du véhicule avec une gratuité pour les véhicules essence postérieurs à 2000 et les véhicules diesel postérieurs à 2005. Les véhicules doivent être enregistrés et le contrôle d'accès se fait par caméras, de manière similaire au cas de Londres. Le programme a été efficace au départ puisqu'on a observé une baisse de 20 % du nombre de véhicules entrants et une baisse équivalente des émissions de polluants. Ce programme a été en quelque sorte victime de son succès, du fait de l'évolution du parc automobile. Au fil du temps, de plus en plus de véhicules bénéficiaient de la gratuité et le niveau de circulation était remonté. En conséquence le programme a été remanié début 2012, sous un nouveau nom, Area C. Désormais les véhicules jusqu'à la norme EURO 3 sont interdits, les véhicules hybrides ou fonctionnant au GPL bénéficient de la gratuité, les autres devant s'acquitter d'un péage unique de 5€ par jour. Les résidents et les commerçants de la zone à péage bénéficient de réductions.

In fine, on notera que l'on a assez peu parlé du stationnement (payant), même si le PREDIT a financé quelques travaux à ce sujet. Il s'agit à l'évidence d'un sujet de première importance, étant donné son impact sur les comportements des automobilistes, mais très complexe. Par exemple, si l'on veut réduire la circulation automobile à destination du centre, faut-il rendre le stationnement payant (ce qui est un frein monétaire à l'usage de l'automobile mais favorise la rotation des véhicules grâce à la disponibilité des places) ou laisser ce stationnement gratuit (ce qui favorise les voitures « ventouses » et réduit la disponibilité des places) ? Curieusement, comme le montre l'état de la bibliographie internationale, ce sujet semble assez peu intéresser les chercheurs par rapport aux autres sujets évoqués dans ce chapitre.

Nous avons également beaucoup évoqué la voiture particulière, mais ces outils de régulation économique peuvent aussi s'appliquer aux phénomènes de congestion dans les transports collectifs. La tarification modulable selon les heures de pointe ou creuses dans les transports publics urbains relève visiblement du tabou politique en France, mais elle est utilisée assez largement dans les pays anglo-saxons.

Enfin, l'analyse économique multimodale (au sens de l'optimisation du système de transport) est assez peu développée au-delà des modèles de choix modaux. Peut-être cela reflète-t-il la séparation institutionnelle que l'on observe entre les autorités organisatrices de transports urbains et les directions de la voirie dans les instances communales ou intercommunales, la vision systémique globale étant mal maîtrisée à l'échelle des agglomérations.

La régulation par les quantités

La thématique de la régulation par les quantités a émergé à partir de propositions d'économistes dans les années 60, autour de la notion de marchés de « permis de polluer ». Ces travaux théoriques ont débouché assez rapidement sur des applications à grande échelle, comme le programme Acid Rain de régulation des émissions de dioxyde de soufre par les centrales électriques étasuniennes, ou encore le système européen d'échange de permis d'émission de dioxyde de carbone, s'appliquant depuis 2005 aux installations industrielles dans l'Union Européenne et intégrant désormais le secteur du transport aérien.

Des travaux financés par le GICC puis par l'ADEME dans le cadre du PREDIT ont permis d'explorer d'autres applications possibles dans le secteur des transports pour ses propres émissions de CO₂. Ceux-ci ont permis d'étudier la faisabilité de marchés de droits à consommer du carburant fossile (ce dernier étant quasiment intégralement converti en CO₂ lors de sa combustion), aussi bien pour les automobilistes (Raux et Marlot, 2005) que pour les opérateurs de transport de marchandises (Raux *et al.*, 2007). Toutefois ce type de régulation dépasse le cadre strict de la ville, étant donné le caractère planétaire du problème des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, la mobilité locale (à moins de 100 km) des français représente en 2008 60 % des voyageurs kilomètres et 71 % des émissions de CO₂ liées à la mobilité des personnes. On peut donc penser qu'une régulation des émissions à l'échelle globale aura une incidence forte sur la mobilité motorisée en ville, d'autant plus que ce sont les espaces où la réduction des distances parcourues ou les modes moins énergivores offrent le plus grand potentiel d'alternatives.

L'efficacité de droits individuels à consommer du carburant fossile a été étudiée, par comparaison avec une taxe classique sur les carburants, dans le projet Carbonauto financé par l'ADEME dans le cadre du PREDIT. Les résultats d'une enquête de préférences déclarées montrent que la taxe ou les droits ont une efficacité certaine pour réduire les émissions dues aux transports privés, bien qu'il y ait une aversion non moins certaine à réduire la mobilité en voiture. C'est le cas particulièrement pour les voyages à longue distance, qui sont en général associés aux visites de relations, aux loisirs ou aux vacances. Il n'y a pas de différence statistiquement significative en termes d'efficacité entre les deux instruments, ce qui est conforme avec la théorie économique, du moins en situation d'information parfaite et en l'absence d'incertitude. Cependant, dans leurs comportements face à un système de droits, les individus ont tendance à réduire leur consumma-

tion jusqu'au niveau des droits qui leur sont alloués, sans aller au-delà, malgré le bénéfique potentiel d'une revente de droits inutilisés. L'existence d'une sorte de « compte carbone » ou encore de norme sociale, notions véhiculées par l'allocation gratuite initiale, méritent plus ample investigation. En outre, des expérimentations de laboratoire montrent que pour les individus la taxe ne serait pas équivalente au coût d'opportunité représenté par la détention d'un droit échangeable sur un marché. Ce sont ces effets d'ordre psychologique, en interaction avec les effets d'ordre économique, qui sont explorés dans le projet ANR INCRESP rassemblant économistes et psychologues, dans le cadre du programme Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés.

Ces travaux sur les marchés de permis ont également débouché sur l'idée d'appliquer les marchés de droit au stationnement (Carles, 2002), ou encore à la circulation automobile elle-même, en alternative au péage urbain (Raux, 2008). Les « droits à circuler échangeables », c'est-à-dire l'allocation gratuite aux habitants des villes de quotas de déplacements ou de kilomètres à effectuer en automobile, pourrait être une alternative plus acceptable. Il est tout à fait envisageable, compte tenu des moyens de contrôle électronique existants de cibler les déplacements (portiques et caméras) voire les véhicules-kilomètres parcourus (technologie GPS), avec un ajustement selon les heures de pointe et selon la catégorie d'émission du véhicule. Cela diminuerait dans un cas la congestion, et encouragerait dans l'autre le passage à des véhicules moins polluants et donc à réduire les émissions.

Ce type de régulation comporte trois avantages. Le premier est la garantie qu'un objectif quantitatif prédéfini peut être atteint, ou au moins approché, qu'il s'agisse de limiter la congestion à capacité routière fixée, ou de ne pas dépasser certains seuils de pollution atmosphérique. Le deuxième, la possibilité de maintenir une partie de la mobilité libre de droits à côté d'une partie soumise à tarification, est un facteur évident qui rend les droits à circuler a priori plus acceptables que le péage urbain conventionnel. Enfin, le troisième avantage est qu'avec cette allocation gratuite, les individus ont une incitation supplémentaire à économiser des déplacements ou des kilomètres parcourus en automobile, au-delà de leur allocation initiale de droits, parce qu'ils peuvent vendre les droits inutilisés et obtenir une récompense tangible pour leur comportement vertueux.

En guise de propos d'étape, on pourrait considérer que la boîte à outil de l'ingénieur est bien approvisionnée, avec des modèles de trafic ou de planification des transports éprouvés, quand il s'agit de simuler les effets à court terme de politiques mettant en œuvre ces instruments de régulation. L'évaluation socio-économique de ces

politiques bénéficie de méthodologies également éprouvées pour dire s'il y a création de richesse collective ou non, et même, identifier les gagnants et les perdants des diverses options possibles (cf. Maurice et Crozet, 2007).

Néanmoins, les modèles de trafic, majoritairement statiques si l'on ne considère que ceux qui sont largement appliqués aujourd'hui dans les services d'études, n'ont pas vraiment intégré les résultats de la recherche en économie expérimentale, comme le montre le chapitre de Laurent Denant-Boemont et Sabrina Hammiche. Il est vrai que cette sous-discipline ne s'est emparée de la question urbaine « que » depuis une vingtaine d'années, mais les questions de coordination des décisions et d'interactions stratégiques dans le comportement des usagers face au risque de congestion, sont à considérer dans la régulation urbaine à court terme (i. e. à localisations résidentielles et des firmes données).

C'est un tout autre défi de comprendre les effets à moyen ou long terme de ces politiques sur la forme urbaine. Nous sommes capables d'expliquer rétrospectivement l'étalement qu'ont connu nos villes, mais moins assurés sur l'avenir des formes urbaines. Que se passera-t-il si le coût du transport augmente : une ville compacte, une ville ségréguée « à deux vitesses », une ville éclatée ? Ces politiques envisagées sont-elles vraiment efficaces à long terme, sont-elles vraiment source de « durabilité » ? Comment combattre la ségrégation sociale, la ghettoïsation de certains quartiers ? Quels rôles joue le transport dans ces processus de ségrégation ? Faut-il augmenter la fluidité, voire la vitesse, à l'échelle des réseaux de transport d'agglomération au risque d'accélérer l'anomie des communes périphériques ? C'est tout l'intérêt des efforts poursuivis pour mieux comprendre les interactions entre transports et usages du sol.

COMPRENDRE LES INTERACTIONS ENTRE TRANSPORT ET USAGES DU SOL

Les données empiriques montrent que différents types de développement spatial urbain influencent significativement les émissions de dioxyde de carbone (Glaeser et Kahn, 2010), l'un des principaux gaz à effet de serre. Les faibles densités amènent un usage accru des véhicules automobiles et par conséquent une consommation accrue de carburant fossile (Brownstone et Golob, 2009). La « ville compacte » semble la réponse naturelle à ces interrogations mais le débat concernant le bilan environnemental, redistributif et socio-économique, est vif entre les promoteurs et les opposants à la ville compacte (Gordon

et Richardson, 1997 ; Ewing, 1997). La question de la structure et du fonctionnement spatial et social des villes est particulièrement pressante et le besoin de mieux comprendre le développement spatial de la ville se fait évidemment sentir (Anas *et al.*, 1998).

La base théorique de référence en la matière est le modèle d'économie urbaine issu des travaux d'Alonso, Muth et Mills au début des années soixante. Ce cadre analytique a prouvé sa robustesse pour décrire les mécanismes qui amènent un accroissement des densités et des prix du terrain et du logement dans les centres des villes (Spivey, 2008 ; Mills, 2000), en dépit des limitations du modèle (Brueckner, 1987).

On assiste depuis quelques années au niveau mondial à un renouveau de l'intérêt des chercheurs pour le modèle d'économie urbaine en particulier, et les modèles LUTI (*Land Use Transport Interaction*) en général. Là aussi le PREDIT soutient les initiatives des équipes françaises, notamment à travers les projets ILOT, Mobisim, Simaurif, Simbad, MOSART et Mup-City, sans oublier d'autres projets (S-GHOST, PIRANDELLO) financés par d'autres programmes comme ceux de l'ANR (cf. la présentation de ces projets et modèles dans Antoni, 2010). De même, l'économie expérimentale commence à s'intéresser aux arbitrages de localisations des firmes et des ménages dans la ville (cf. chapitre de Laurent Denant-Boemont et Sabrina Hammiche).

Les activités de recherche sont foisonnantes, certains modèles sont encore des prototypes, d'autres se frottent déjà au réel mais doivent encore attendre une validation *in vivo*. On ne sait ce qui restera de ce foisonnement dans quelques années mais l'élaboration de ces modèles de simulation intégrée de la ville est une étape préalable à l'évaluation de politiques urbaines mettant en œuvre les outils de régulation que nous avons évoqués.

Au-delà des politiques de transport que nous avons l'habitude de simuler (quels effets de l'augmentation des coûts monétaires du transport, de la réduction des vitesses ou des restrictions de voirie ou d'accès), les effets des outils réglementaires de l'urbanisme sont à explorer : par exemple, quels sont les effets systémiques d'une réglementation de la densité du bâti, ou encore de la hauteur des bâtiments ?

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Soulignons tout d'abord que nous ne prétendons pas avoir embrassé la totalité du champ de la régulation économique urbaine, loin de là.

La fiscalité locale sur le foncier et l'habitat, de même que les droits de mutation, sont par exemple des instruments majeurs pour réguler les marchés foncier et immobilier. On notera aussi la réglementation sur les droits à construire, lesquels peuvent faire également l'objet de marchés de droits entre promoteurs, à la manière de ceux présentés précédemment. Et puisque l'on évoque les promoteurs, on ne peut passer sous silence la question de la « production » économique de la ville par les opérateurs industriels ou financiers. La restructuration haussmannienne a aussi été l'œuvre des frères Pereire, parangons de ces grands entrepreneurs industriels et banquiers du 19^e siècle.

Les différents exemples de mise en application montrent que les concepts, les idées folles des économistes peuvent devenir réalité, comme le montrent les péages urbains en cours. Qui eût pu penser que les marchés de droit d'émission seraient appliqués à l'échelle d'un quasi-continent moins de cinquante ans après leur élaboration théorique ?

Les outils de régulation économique que nous avons présentés, qu'ils relèvent purement de la tarification ou qu'ils soient hybrides, comme ceux de la régulation par les quantités, font appel aux mécanismes de flexibilité du marché. C'est ce qui fait leur force, en tant que révélateurs des préférences individuelles. Mais l'usage de ces mécanismes de marché ne signifie pas abandon des prérogatives publiques, bien au contraire. La puissance publique doit faire des choix de régulation forts. Par exemple, dans le cas du péage urbain elle doit en fixer le montant, la zone cible et les heures de fonctionnement. Dans le cas des marchés de droit, il faut décider du plafond global, des allocations aux agents et parfois des prix plafond ou plancher. Dans tous les cas elle doit s'interroger sur leurs effets redistributifs (cf. par exemple Bureau et Glachant, 2008) et les corriger si besoin est.

Par ailleurs, l'évaluation des politiques urbaines doit s'intégrer également dans une approche intersectorielle, embrassant les autres secteurs de l'économie, et des travaux sont nécessaires à ce niveau global. On pressent d'ores et déjà que les politiques optimales nécessitent une combinaison de mesures variées, tarifaires, fiscales et réglementaires (Combet *et al.*, 2009).

Enfin, nous terminerons en soulignant de nouveau la nécessité pour la recherche de développer des modèles systémiques urbains intégrant explicitement les approches multimodales et les interactions entre transport et usages du sol.

BIBLIOGRAPHIE

- Anas A., Arnott R., Small K.A., 1998, « Urban spatial structure », *Journal of Economic Literature* 36,1426.
- Bairoch P., 1985, *De Jéricho à Mexico. Villes et économie dans l'histoire*, Gallimard, Paris, 1985,706 p.
- Brownstone D., Golob T.F., 2009, « The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption », *Journal of Urban Economics* 65,91-98.
- Brueckner J.K., 1987, « The structure of urban equilibria : A unified treatment of the Muth-Mills model », in Mills, E.S. (ed), *Urban Economics*, Elsevier, North Holland. volume 2 of Handbook of Regional and Urban Economics. chapter 20, p. 821-845.
- Ewing R., 1997, « Is Los-Angeles-style sprawl desirable ? », *Journal of the American Planning Association* 63,107-126.
- Glaeser E.L., Kahn M.E., 2010, « The greenness of cities : Carbon dioxide emissions and urban development », *Journal of Urban Economics* 67,404-418.
- Gordon P., Richardson H.W., 1997, « Are Compact Cities a Desirable Planning Goal ? », *Journal of the American Planning Association* 63,95-106.
- Mills E.S., 2000, « A thematic history of urban economic analysis », *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs*, 1-52.
- Spivey C., 2008, « The Mills-Muth model of urban spatial structure : Surviving the test of time ? », *Urban Studies* 45,295.

- Publications issues des recherches financées dans le cadre du PREDIT
 Antoni J.-P. (dir), *Modéliser la ville. Forme urbaine et politiques de transport*, Paris, Economica, coll. Méthodes et Approches.
- Bureau B., Glachant M., 2008, « Distributional effects of road pricing : Assessment of nine scenarios for Paris », *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 42 (7), p 994-1007.
- Maurice J., Crozet Y. (dir.) 2007, *Le calcul économique dans le processus de choix collectif des investissements de transport*, Economica, Paris.
- Prud'homme R., Bocarejo J.-P., 2005, « The London congestion charge : a tentative economic appraisal », *Transport Policy*, Volume 12, Issue 3, May 2005, p. 279-287.
- Raux C., 2009, « Les droits à circuler échangeables : une forme alternative du péage urbain ? », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 55, p. 127-154.
- Raux C., 2011, « Downstream Emissions Trading for Transport », in Rothengatter W., Hayashi Y., Schade W. (eds), *Transport Moving to Climate Intelligence : New Chances for Controlling Climate Impacts of Transport after the Economic Crisis*, Springer, p. 209-226.

- Raux C., Marlot G., 2005, « A System of Tradable CO₂ Permits Applied to Fuel Consumption by Motorists », *Transport Policy*, 12 (2005) 255-265.
- Raux C., Souche S., 2001b, « L'acceptabilité des changements tarifaires dans le secteur des transports : comment concilier efficacité et équité ? », *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, vol. 4, p. 539-558.
- Raux C., Souche S., 2004, « The acceptability of urban road pricing : A theoretical analysis applied to experience in Lyon », *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 38, Part 2, May 2004, p. 191-216.
- Raux C., Souche S., Vaskova L., 2007, « Les figures de l'acceptabilité », in Maurice J., Crozet, Y. (éd.), *Le calcul économique dans le processus de choix collectif des investissements de transport*, Economica, Paris, p. 432-454.
- Souche S., Raux C., Croissant Y., 2011, « Péage urbain et (in) justice perçue : un obstacle à l'expérimentation en France ? », *Revue Française d'Économie*, vol. XXVI, p. 149-176.
- Souche S., Raux C., Croissant Y., 2012, « On the perceived justice of urban road pricing : An empirical study in Lyon », *Transportation Research Part A*, Vol. 46, n° 7, p. 1124-1136.

Rapports de recherche et ouvrages PREDIT

- Carles P., 2002, *Les droits négociables de stationnement pendulaire*, Rapport final pour le PREDIT, Paris, SARECO.
- Combet E., Ghersi F., Guivarch C., Hourcade J.C., 2009, *Les transports et le Facteur 4. Entre diversification des signaux et réforme fiscale*, Rapport final pour le PREDIT, Paris, Smash, juin 2009.
- Raux C. (dir.), Jensen P. (dir.), Edwards M., Marchal F., Mc Breen J., 2006, *Interactions Localisations Transport. Projet ILOT – Phase I*, Rapport final pour la DRAST. PREDIT. Laboratoire d'Économie des Transports, Lyon.
- Raux C., 2007, *Le péage urbain*, La Documentation Française, 92 p.
- Raux C., 2007, *Les permis négociables dans le secteur des transports*, La Documentation Française, 100 p.
- Raux C., 2009, *Umweltzertifikate in Verkehrsbereich*, TUV Media, Köln, 100 p.
- Raux C., 2011, *Tradable permits in the transport sector*, John Libbey Eurotext, 80 p.
- Raux C., Alligier L., Danau D., 2007, *Simulation d'un marché de permis d'émission de CO₂ dans le transport de marchandises*, Rapport final. Convention ADEME, LET, Lyon, 164 p.
- Raux C., Souche S., Andan O., 2003, *Les conditions d'acceptabilité de nouvelles mesures tarifaires en transports urbains*, Rapport pour l'ADEME, juin 2003, 255 p.

Péage urbain : vers la fin d'une utopie ?

Stéphanie Souche

Maître de conférences – HDR en économie

Faculté des sciences économiques et de gestion et

Laboratoire d'Économie des Transports (CNRS, Université de Lyon)

INTRODUCTION

La mise en place d'un péage urbain en France relève-t-elle encore d'une utopie ? L'évolution récente de la loi semble indiquer le contraire. La loi dite « Grenelle 2 », promulguée le 12 juillet 2010, donne en effet la possibilité aux agglomérations françaises, de plus de 300 000 habitants d'expérimenter le péage urbain sous forme de péages de cordon ou de zone.

Cette modification du cadre légal constitue le véritable point d'orgue d'une longue évolution qui s'est accélérée sous l'effet conjugué de plusieurs facteurs. Parmi ces facteurs, on peut citer les expériences de péage réussies dans de proches métropoles européennes comme à Londres ou à Stockholm. On peut également évoquer la montée des préoccupations environnementales qui réhabilite cette mesure tarifaire pour réduire la place de la voiture en ville. Se rajoute à cela une crise sans précédent des finances publiques en Europe qui exige de trouver de nouvelles solutions de financement notamment pour les transports publics. Or la mise en place d'un péage urbain peut apporter de nouvelles recettes. Il est d'ailleurs à prévoir que la question de l'affectation de ces recettes suscitera de nombreux débats.

Le péage urbain n'est pas une idée neuve. La justification économique de cette mesure tarifaire, tant pour financer de nouvelles infrastructures que pour réguler la demande, est déjà ancienne et a fait l'objet d'une abondante littérature (pour une synthèse voir Raux, 2007). Les travaux financés par le Predit sur la question remontent eux-mêmes aux années 90.

Mais si la justification économique du péage est établie, l'évaluation des différentes expériences a pu donner des résultats contrastés (Prud'homme et Bocarejo, 2005 ; Mackie, 2005 ; Raux, 2005 ; Leape, 2006 ; Jansson, 2008 ; Eliasson, 2009 ; Prud'homme et Kopp, 2010 ; Raux et *al.*, 2012). Au-delà des

résultats, cela souligne une difficulté méthodologique pour évaluer certaines variables, comme la valeur du temps des différents individus ou la sensibilité des résultats à certains paramètres, comme les mesures de vitesse.

En outre, la littérature sur le péage urbain fait apparaître que sa mise en œuvre ne peut pas faire abstraction d'une interrogation sur son acceptabilité. Si les facteurs explicatifs de l'acceptabilité du péage urbain commencent à être bien connus (Schade et Schalg, 2003 ; Raux et Souche, 2004), rares sont encore les travaux qui cherchent à identifier d'éventuels facteurs explicatifs nationaux¹, alors qu'on peut s'attendre à ce que la réaction des automobilistes suédois, plus habitués à une culture participative, ne soit pas identique à celle des automobilistes français.

En conséquence, il devient utile de faire une synthèse des travaux menés sur le péage urbain et financés par le Predit, d'abord pour rappeler le socle théorique sur lequel repose le péage, ensuite mettre en exergue les questions méthodologiques en débat lors de son évaluation, et enfin identifier certaines problématiques nationales qui seront certainement amenées à être davantage explorées dans l'avenir.

La méthode retenue dans ce chapitre consiste bien entendu à reprendre et à confronter les différents travaux sur le péage urbain financés par le Predit mais également les publications scientifiques auxquelles ils ont donné lieu ou qui font référence sur la question.

UN SOCLE THÉORIQUE COMMUN SUR LE PÉAGE URBAIN

Nous présentons d'abord les fondements théoriques du péage urbain puis leur traduction dans le modèle de péage de congestion standard.

D'une tarification d'usage pour financer une nouvelle infrastructure à une tarification pour internaliser la congestion

La congestion routière résulte d'une inadéquation entre le flot de véhicules qui cherchent à circuler sur l'infrastructure et la capacité que cette dernière peut offrir. Elle est provoquée par chacun des véhicules et occasionne à tous des pertes de temps, des retards à destination, générateurs d'inconfort et de stress. La congestion apparaît alors comme une externalité négative qu'il conviendra d'internaliser grâce au péage. Dit autrement, cette congestion traduit un manque de gestion efficace à court terme, auquel les économistes proposent de remédier par le péage.

1. Voir les travaux financés par le Predit dans le cadre de l'Era-Net (European Research Area Network) SURPRICE.

La théorie économique propose alors deux solutions pour réduire la congestion. La première solution consiste à augmenter la capacité de l'infrastructure routière, par exemple en construisant de nouvelles routes. On met alors en place un péage pour financer cette offre de capacité supplémentaire (comme dans le cas des péages interurbains à la française). Dans ce cas, c'est plus le nombre élevé des utilisateurs que le niveau de péage (souvent faible) qui alimentera les recettes. Toutefois, la forte densité des centres urbains rend aujourd'hui très difficile l'utilisation de cet outil, sauf dans le cas de la construction d'un nouveau tunnel ou d'un nouveau pont (par exemple le tunnel Prado-Carénage à Marseille).

La seconde solution consiste à réduire la congestion en réduisant le volume de trafic. Le péage urbain vise dans ce cas à restreindre l'usage de la voiture en augmentant son coût. On parle alors de péage de congestion². Cette mesure nécessite de proposer en parallèle une offre alternative de transport, notamment en transports collectifs. Cette offre doit être performante pour permettre aux usagers qui abandonnent la voiture de pouvoir se déplacer sans trop modifier leur temps de transport. En réduisant le trafic automobile, cette seconde solution est également positive d'un point de vue de l'environnement puisqu'elle permet de réduire les nuisances environnementales et l'insécurité routière (pollution, bruit et réduction du nombre d'accident) liées au trafic automobile.

C'est à n'en pas douter, cette seconde solution que le législateur avait en tête en 2010 au moment de faire évoluer la loi. Elle repose en pratique sur un modèle standard.

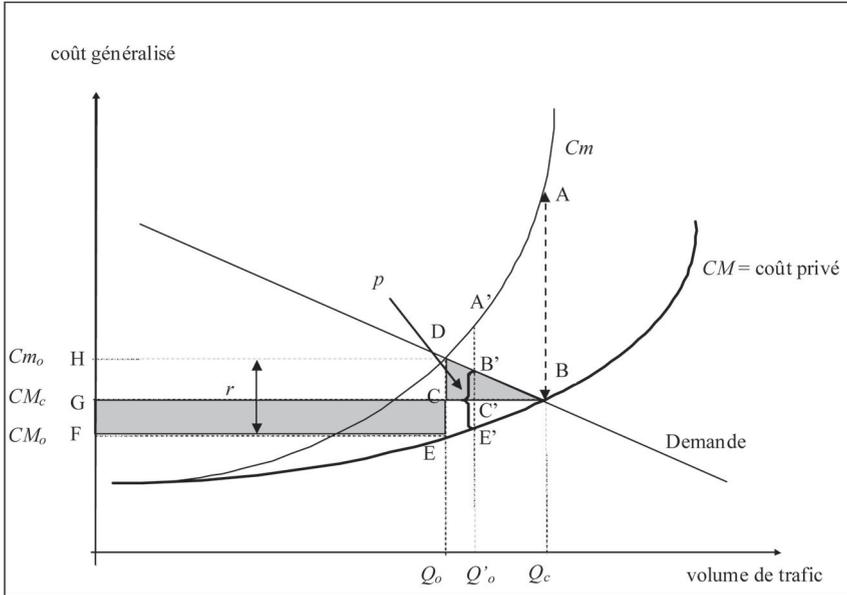
Le modèle de péage de congestion standard³

Nous considérons la demande de déplacements à une période horaire donnée (par exemple, en heure de pointe ou à la journée). La figure ci-dessous représente en abscisse le volume de trafic et en ordonnée la dimension monétaire, c'est-à-dire soit l'utilité (avantage) procurée par la réalisation des déplacements, soit les coûts de ces déplacements. La courbe de demande représente le nombre d'usagers (quantité de trafic Q en abscisse) selon l'avantage qu'ils retirent de leur déplacement, en ordonnée. Il s'agit d'une fonction de demande inverse, qui représente la disposition marginale à payer pour circuler en automobile. Cette courbe de demande est supposée droite pour simplifier.

2. Ou *Congestion Charging* comme à Londres.

3. Le lecteur se reportera au rapport et à l'article de Prud'homme et Bocarejo pour le calcul des paramètres d'application du modèle (repris également dans Raux et al., 2009 et 2012).

Figure 1
La règle de tarification optimale à court terme



La disposition à payer des consommateurs est analysée comme un « coût généralisé ». En effet, il comprend les coûts privés de l'utilisateur (l'exploitation de l'automobile), le temps que ce dernier accepte de passer dans le déplacement (valorisé par une valeur du temps moyenne supposée égale et constante pour tout le trafic automobile) et un éventuel péage.

Q_c est la quantité totale de trafic avant la mise en œuvre du péage (au coût moyen CM_o), Q_o est la quantité de trafic à l'optimum : la redevance de péage perçue est r , la perte sociale ABD est supprimée et le coût marginal pour l'automobiliste est Cm_o .

Ce diagramme permet d'identifier les différentes composantes du calcul de variation de surplus des usagers de la route, découlant de la mise en œuvre du péage :

- la perte des utilisateurs restant sur la route, soit l'aire $DCGH$: elle se déduit du surcoût pour ces utilisateurs $DEFH$ (le montant total du péage perçu) moins le gain de temps dont bénéficient ces derniers (soit $CEFG$) ;
- la perte des utilisateurs évincés de la route, soit l'aire BCD : ce montant pourra être estimé en appliquant à la variation de trafic $Q_c - Q_o$ le différentiel de coût (péage – gain de temps), le tout

divisé par deux (en supposant une courbe de demande droite, ce qui est une approximation suffisante).

Dans la pratique, le péage p mis en œuvre ne coïncide par forcément avec la redevance optimale. La quantité de trafic après mise en œuvre de ce péage s'établit à Q_o et la perte sociale n'est réduite que de $ABB'A'$. Le péage moyen p par véhicule-kilomètre parcouru se déduit du ratio entre le total des recettes de péage collectées et le nombre de véhicules-kilomètres Q_o . Le principe de calcul des composantes du surplus des usagers doit être ajusté pour prendre en compte cette situation.

Après avoir présenté le socle théorique de référence du péage, intéressons-nous à la mise en place de cette nouvelle mesure tarifaire.

LES RÉSULTATS CONTRASTÉS DES ÉVALUATIONS

Les rapports de recherche pour le Predit présentent la plupart des différentes expériences de péage menées dans le monde. Nous ne ferons pas ici une présentation détaillée de toutes ces expériences, le lecteur intéressé pourra aisément trouver les informations nécessaires dans les rapports originaux. Nous nous centrons ici sur les deux expériences les plus récentes et reprises dans tous les rapports, à savoir celles de Londres et de Stockholm.

Après avoir donné quelques éléments de contexte, nous confrontons les résultats des différentes évaluations. Nous terminons en mettant en exergue les points qui posent problèmes dans l'évaluation.

Les expériences de péage urbain de Londres et de Stockholm

Le péage de Londres

Le péage de Londres est un axe fort de la stratégie du maire, Ken Livingstone, concernant le transport urbain. Le péage fut mis en place en février 2003 sur une première zone centrale de 22 km² et Ken Livingstone fut ensuite réélu en 2004, tout en ayant annoncé lors de sa seconde campagne électorale, l'extension de la zone à péage et la hausse de ce dernier (élargie en février 2007, pour aboutir à une aire d'environ 9 km – en est-ouest – sur 4).

Les objectifs annoncés étaient de réduire la congestion par l'instauration du péage, d'améliorer radicalement le service des bus (à l'aide des recettes du péage) et la fiabilité des durées de déplacement en automobile, ainsi que de rendre la livraison des marchandises et le fonctionnement des services plus efficaces.

Du point de vue institutionnel, c'est l'établissement public *Transport for London* (TfL) qui est l'autorité organisatrice du système de transport londonien. TfL a pour mission de mettre en œuvre la stratégie de transport du maire, notamment le péage, et de gouverner les services de transport dont le maire est responsable.

Le tarif (*Congestion Charge*) est un forfait pour la journée qui doit être acquitté pour circuler en véhicule automobile (ou garer ce véhicule) sur les routes publiques dans la zone⁴, entre 7 h et 18 h du lundi au vendredi, sauf les week-ends, jours fériés et période de Noël au Nouvel An. Ce forfait permet de circuler, entrer et sortir de la zone, autant que nécessaire dans la journée. Il n'y a pas de barrières de péage, la détection des véhicules se fait par des caméras⁵ reconnaissant automatiquement les plaques d'immatriculation. Le tarif s'élève à 8 £ (environ 12 €) par véhicule et par jour⁶. Le paiement doit être effectué en avance et au plus tard à minuit le jour des déplacements, ou sinon le lendemain mais avec un tarif majoré, soit 10 £. L'amende pour non-paiement est de 100 £ (environ 147 €), réduite de moitié si elle est payée dans les quinze jours.

Les exemptions de paiement concernent les deux-roues, les taxis, les véhicules pour handicapés, les véhicules d'urgence, certains véhicules à énergie alternative et les véhicules de transports collectifs (9 places et plus). En outre, les résidents vivant à l'intérieur de la zone à péage bénéficient d'une ristourne de 90 % pour un véhicule privé qu'ils doivent enregistrer : le tarif minimum est alors de 4 £ pour cinq jours consécutifs. Ces résidents bénéficient d'une ristourne équivalente pour les tarifs mensuel et annuel.

Le péage de Stockholm

L'agglomération de Stockholm est confrontée depuis plusieurs années au problème récurrent de la congestion sur son réseau routier de communication entre les multiples îles et presque-îles qui forment cette aire urbaine de 1,25 million d'habitants, au sein d'un archipel situé sur la côte Est de la Suède. La ville de Stockholm elle-même comprend 780 000 habitants. Son péage a vu le jour en 2006 pour une période d'essai de 7 mois (3 janvier-31 juillet 2006). Il a ensuite été définitivement adopté en juillet 2007 alors que les habitants de la périphérie y étaient opposés. Les évaluations que nous présentons par la suite portent sur cette période d'essai.

4. À l'exception de deux routes traversant la zone à péage.

5. Au nombre de 230 initialement.

6. Le tarif initial était de 5 £ et a été augmenté en juillet 2005.

Les principaux objectifs du péage sont de réduire le volume de trafic, d'augmenter les vitesses de circulation dans le centre et d'augmenter le bien-être et le cadre de vie dans le centre de Stockholm.

C'est un péage de cordon encerclant le cœur de la ville de Stockholm (35 km², environ 280 000 habitants) avec 18 portes de péage. De par sa géographie particulière, il est relativement aisé d'en contrôler les accès avec un petit nombre de portes en entrée ou en sortie des ponts routiers reliant les îles entre elles.

Le montant du péage est variable selon l'heure de passage : 2 € durant les heures de pointe (entre 8 h et 9 h 30 et entre 16 h et 17 h 30) ; 1,5 € durant les périodes de « semi-pointe » (entre 7 h et 7 h 30, 8 h 30 et 9 h, 15 h 30 et 16 h, 17 h 30 et 18 h) ; 1 € durant les périodes de « trafic modéré » (entre 6 h 30 et 7 h, 9 h et 15 h 30, 18 h et 18 h 30). En dehors de ces périodes, le passage est gratuit. À chaque passage, les conducteurs sont tenus de payer, le montant cumulé maximum par véhicule s'élevant à 6 € par jour.

Le passage sous un portique automatisé permet, à l'aide de caméras, de relever les plaques des véhicules entrant et sortant qui doivent payer dans la journée le montant inscrit en temps réel et ainsi transmis aux conducteurs. Les véhicules équipés d'un transpondeur (fourni gratuitement par l'administration des routes) sont reconnus, avec un débit direct du paiement sur le compte bancaire associé. Les autres véhicules sont identifiés par photographie de la plaque d'immatriculation et leurs propriétaires, responsables du paiement, sont tenus de payer leur taxe pour la journée (par Internet, dans les banques ou commerces) dans un délai de 14 jours sans autre avis. Au-delà de ce délai est infligée une amende de 7,5 €, amende qui peut monter ensuite à environ 54 €.

Les principales exemptions concernent les véhicules d'urgence, les véhicules pour handicapés, les deux-roues, les bus, les taxis et certains véhicules « propres ».

Au projet de péage, furent associés des investissements en vue d'adapter le service de transports collectifs (TC) et d'améliorer l'offre proposée. Une amélioration des parcs-relais a aussi été mise en place à partir d'août 2005. Cela a permis de proposer de nouvelles lignes de bus, de nouvelles places de parking et d'adapter le réseau de métro et de train au report modal attendu après mise en place du péage.

*Les résultats contrastés des deux expériences*Le bilan du péage urbain de Londres (à 5 £)⁷

Nous présentons en parallèle les bilans socio-économiques réalisés par Prud'homme et Bocarejo (2005) et par Raux et *al.* (2009) pour la première année de mise en service (tableau 1).

S'il porte sur les gains de temps de la seule zone à péage (Charged area), alors ce bilan est nettement négatif (de - 73 à - 139 M euro/an selon les travaux) en particulier à cause du coût de la technologie de contrôle et de perception du péage. Par contre, ce bilan devient positif, si l'on considère les gains de temps sur les trois zones (Charged area, Inner et Outer areas) ainsi que les gains en fiabilité pour les usagers de la voiture particulière ainsi que pour les passagers des bus.

Le bilan du péage urbain de Stockholm

Le péage de Stockholm présente quelques particularités par rapport à celui de Londres : la congestion y est moins sévère, c'est un péage de cordon et non de zone, le tarif est nettement plus faible, l'accent est mis sur les avantages environnementaux de la baisse de la circulation. Nous présentons les évaluations faites par Prud'homme et Kopp (2007) et Raux et *al.* (2009) (tableau 2). Il apparaît que les investissements financiers réduisent considérablement le seuil de rentabilité du péage de Stockholm.

7. Voir Prud'homme et Bocarejo (2005), taux de change de 1,45 € pour 1 £. Le rapport de l'CEIL explique page 5 les différences entre la zone péagère, le « Inner London », la Greater London Authority, l'agglomération. La zone à péage, ou zone péagère de 2003, s'étend sur 22 km² et comprend 6 « boroughs ». Le rapport Raux *et al.* (2009) présente page 20 la carte de cette zone.

Tableau 1
Bilans socio-économique du péage de Londres

BILAN LONDRES	Prud'homme et Bocarejo (2005)	Raux <i>et al.</i> (2009)	
	Charged area	Charged area	Total (Charged + Inner + Outer area)
	M€ par an	M€ par an	M€ par an
<i>Usagers des transports</i>			
Usagers des véhicules routiers			
Gains de temps des usagers de véhicules routiers	68	133	290
Fiabilité des temps de parcours pour les usagers de la route	—	39	39
Péages	—	- 215	- 215
Coûts de mise en conformité au péage pour les automobilistes	—	- 32	- 32
Eviction	—	- 14	- 29
Total	68	- 89	53
Usagers des TC			
Gains de temps des usagers des bus	31	27	27
Fiabilité des temps de parcours pour les usagers des bus	—	12	12
Total	31	39	39
<i>Opérateurs de transport</i>			
Opérateur TC			
Coûts additionnels bus (invest. + exploitation)	—	- 33	- 33
Recettes additionnelles bus	—	28	28
Total	- 5	- 5	- 5
Autres			
Perte de recettes de parking (privés et publics)	—	- 36	- 36
<i>Environnement et autres externalités</i>			
Bénéfices environnementaux	5	5	5
Réduction d'accidents	—	10	10
Total	5	15	15
<i>Collectivité publique</i>			
Recettes du péage	—	215	215
Coûts d'infrastructures du péage	—	- 28	- 28
Coûts d'exploitation du péage	- 172	-158	- 158
Perte de recettes fiscales (taxes carburant et TVA)	—	- 55	- 55
CMFP Recettes additionnelles bus	—	8	8
CMFP Recettes péage	—	65	65
CMFP Perte de recettes fiscales	—	- 17	- 17
COFP + CMFP Subventions bus	—	-15	- 15
COFP + CMFP Coûts d'infrastructures et d'exploitation du péage	—	-84	- 84
Total	- 172	- 68	- 68
Bilan	- 73	- 139	3

Tableau 2

Bilans socio-économique du péage de Stockholm

	Prud'homme et Kopp (2007)	Raux et al. (2009)
BILAN STOCKHOLM	M€ /an	M€ /an
<i>Usagers des transports</i>		
Usagers des véhicules routiers		
Gains de temps des usagers de véhicules routiers	18	99
Fiabilité des temps de parcours pour les usagers de la route	0	8
Péages	- 83	- 80
Eviction	- 6	- 6
Total	- 71	21
Usagers des TC		
Gains de temps des usagers des bus	11	0
Coût de maintien du niveau de confort pour les usagers des bus	- 18	- 7
Total	- 7	- 7
<i>Opérateurs de transport</i>		
Opérateur TC		
Recettes additionnelles bus	11	13
Total	11	13
<i>Environnement et autres externalités</i>		
Bénéfices environnementaux	8	9
Amélioration de la sécurité routière	2	0
Total	10	9
<i>Collectivité publique</i>		
Recettes du péage	83	80
Coûts de perception du péage (investissements + exploitation)	- 33	- 43
Coûts d'amélioration de l'offre de TC (investissements + exploitation)	- 47	- 61
Coûts d'amélioration de l'environnement urbain (parking + modes doux)	0	- 0,7
Variation des recettes fiscales (taxes carburant)	0	- 6
CMFP Recettes additionnelles bus	0	4
CMFP Recettes péage	0	24
CMFP Variation des recettes fiscales	- 2	- 2
COFP + CMFP d'amélioration de l'offre de TC	- 12	- 28
COFP + CMFP Coûts de perception du péage	5	- 19
COFP + CMFP Coûts d'amélioration de l'environnement urbain	0	- 0,3
Total	- 6	- 52
Bilan	- 63	- 16

Au final, il apparaît que quatre postes se dégagent nettement au regard des grandes masses :

- les gains de temps,
- le coût du système de péage,
- les recettes générées par le péage,
- les effets indirects liés au péage.

Or les résultats contrastés des différentes évaluations sur ces 4 postes montrent qu'ils sont également très sensibles. C'est bien cette sensibilité qui explique pour l'essentiel pourquoi les résultats sont si différents selon les évaluations.

Les points « sensibles » de l'évaluation

L'évaluation des gains de temps et de leur fiabilité

Dans l'évaluation, les gains de temps permettent de mesurer la réduction de la congestion induite par le péage. Cependant, ils sont multipliés par 2 ou même par 5 selon les évaluations, ce qui modifie très fortement le bilan de l'expérience. La réalité des gains de temps gagnés est sujette à controverse notamment sur l'invariance des gains de temps puisque le gain de temps gagné serait réinvesti dans d'autres activités ou dans une localisation plus lointaine. Cette question ne concerne d'ailleurs pas les seuls projets de péage urbain mais les projets d'infrastructures de transports (lignes à TGV, transports urbains ...).

La question des gains de temps a également conduit à une réflexion sur l'importance de la fiabilité de leur évaluation. De nombreux travaux montrent que c'est un champ de recherche actif qui cherche à construire un consensus sur la valeur donnée à la fiabilité des gains de temps.

L'importance du coût du système

Le bilan positif de l'expérience de péage urbain dépend fortement de la manière dont les recettes du péage pourront couvrir les coûts d'investissement et d'exploitation du système. Sans surprise d'ailleurs, pour que le système soit rentable, il semble nécessaire de contenir le poste des coûts, notamment en utilisant une technologie dont le prix est modéré.

Il semble par ailleurs nécessaire de prendre en compte dans l'évaluation le COFP (Coût d'Opportunité des Fonds Publics) et le CMFP (le Coût Marginal des Fonds publics). Le COFP fait référence au coût d'opportunité de l'investissement étudié. En raison de la contrainte budgétaire, la réalisation de cet investissement a pour effet de renoncer à une autre opportunité d'investissement : il s'agit de prendre

en compte la contrainte budgétaire de la collectivité en comparant le rendement socio-économique d'un projet, de péage en l'occurrence, à toute autre mesure qui pourrait être réalisée avec le même budget. Le CMFP fait référence à la sous-optimalité du système de prélèvement fiscal et tend à prendre en compte les effets distorsifs d'une taxe sur les comportements des agents économiques (Browning, 1976)⁸. Ces effets peuvent constituer un coût ou un avantage pour la collectivité. Si un nouveau prélèvement rend le système fiscal plus sous-optimal, altérant par exemple le niveau de consommation des ménages ou d'investissement des entreprises, le coût marginal sera supérieur à 1.

Des effets indirects à ne pas négliger

Comme le souligne Jansson (2008), qui évalue les effets des péages de Londres et Stockholm, l'évaluation CBA (Cost Benefit Analysis) doit se centrer sur le trafic et les gains de temps mais également sur la prise en compte des effets indirects de cette nouvelle mesure. Ces effets sont nombreux et parfois complexes à évaluer surtout lorsque leurs conséquences peuvent être à long terme et qu'on a du mal à les définir comme c'est le cas avec les questions environnementales. Ces effets concernent la prise en compte :

- des transports publics,
- de la politique de stationnement,
- de l'impact du péage sur l'activité économique et immobilière,
- de l'impact du péage sur l'environnement et le cadre de vie,
- de l'impact de la mesure sur les fonds publics.

Ces points sensibles de l'évaluation des expériences de péage urbain peuvent également être considérés comme autant de perspectives de recherches pour l'avenir. Restons dans l'avenir, en présentant maintenant quelques problématiques sur des travaux en cours.

QUELQUES PROBLÉMATIQUES NOUVELLES

Nous nous appuyons ici sur les travaux financés par le Predit dans le cadre de l'Era-Net Surprise. Comme ces travaux abordent des problématiques nouvelles, on peut prévoir qu'ils seront amenés à alimenter d'autres travaux.

8. En France, le rapport Lebègue sert souvent de référence en la matière et retient un CMFP de 1,30 € pour chaque euro prélevé (Commissariat Général au Plan, 2005, *Révision du taux d'actualisation des investissements publics*, Rapport du groupe d'experts présidé par Daniel Lebègue, La documentation Française, 112 p.). C'est aussi la valeur retenue en Suède par Transek (2006), *Cost Benefit analysis of the Stockholm Trial*, 31, 83 p.

Des différences culturelles entre les pays ?

On ne dispose pas de travaux mettant en évidence des facteurs explicatifs propres à chaque pays, ni de travaux qui mesurent l'importance nationale de certains facteurs et notamment sur l'injustice générée éventuellement par la mesure de péage. Cette injustice comporte plusieurs dimensions et se traduit le plus souvent concrètement par l'identification des groupes gagnants et perdants lors de la mise en place de cette nouvelle mesure. À Londres par exemple, les résidents de la zone à péage sont gagnants par rapport à ceux qui résident en périphérie puisqu'ils bénéficient d'une réduction tarifaire de 90 % (injustice spatiale). Le coût du péage sur le budget du ménage est par ailleurs plus élevé pour les ménages qui ont les revenus les plus faibles qui, dès lors, perdent plus que les autres catégories (injustice sociale). Cette question implique une évaluation précise qui dépend de la configuration de l'agglomération (par exemple où sont localisés les ménages qui sont captifs de la voiture et qui disposent des revenus les plus faibles ?) et sur laquelle peuvent ensuite s'appuyer d'éventuelles mesures de compensation.

L'objectif du projet de recherche ExpAcc (*Explanatory Factors of road user charging Acceptability*) est de faire une comparaison des facteurs nationaux qui participent de l'acceptabilité d'une mesure de tarification urbaine. Le but est ainsi de comparer l'importance relative des différents facteurs explicatifs et identifier ceux qui sont spécifiques au contexte national.

Une enquête a été menée conjointement dans les trois pays concernés par le projet de recherche (France, Suède et Finlande). Une partie du questionnaire porte sur la connaissance des attitudes générales sur les questions de transport ; l'autre partie s'intéresse aux attitudes face à la mise en place d'un péage urbain. Une dernière partie nous permet de collecter des informations socio-économiques sur les répondants (e. g. sexe, âge, revenu, etc.). Les premiers résultats, conjoints pour les trois pays, montrent que l'âge, le niveau d'éducation et la localisation dans ou en dehors de la zone à péage sont des variables significatives dans les trois pays. Ils mettent ainsi en évidence le rôle de la redistribution sociale (revenu) et spatiale (accessibilité) dans l'introduction du péage.

Quel échelon politico-géographique retenir ?

La mise en place d'un péage urbain a des conséquences territoriales différenciées notamment sur les habitants de la périphérie. La prise en compte de cet impact géographique différencié du péage interroge les décideurs parce qu'elle alimente le débat sur l'iniquité spatiale de cette mesure mais également parce que, compte tenu du découpage

électoral et de la répartition géographique des responsabilités institutionnelles (pouvoirs locaux, régionaux, nationaux), les conséquences du péage ne vont pas être identiques suivant l'échelon politico-géographique concerné (Borger, Proost, Van Dender, 2005 ; et De Borger, Dunkerley, Proost, 2007).

Le projet de recherche CoAccept (Acceptability and Political Coordination of Road User Charges) s'intéresse à la dimension politique de la mise en place du péage urbain. Son objectif est de traiter de l'acceptabilité politique du péage dans un contexte local ou régional. Est-ce que, par exemple, la coordination de la tarification entre les différents échelons institutionnels est source de davantage ou de moins d'efficacité et d'acceptabilité politique ? La méthode retenue repose sur un modèle théorique, qui est ensuite testé sur des situations concrètes en Suède et en France.

Le projet est encore en cours mais les premiers résultats sur le cas suédois montrent qu'un accord de coopération entre les régions voisines où les régions partagent le coût de l'investissement en retour d'un péage plus efficace est clairement plus efficace pour le bien-être. Par ailleurs, bien que la coopération régionale accroisse le bien-être, cela n'accroît pas forcément l'acceptabilité car la négociation induit des transferts monétaires entre les contribuables des différentes régions.

Quels impacts prévus d'une tarification des usagers de la route ?

Il existe différents modèles de transport en milieu urbain. La question qui se pose est de savoir lequel sera le plus performant pour prévoir les conséquences de l'introduction d'une nouvelle mesure de tarification urbaine.

L'objectif du projet de recherche Silverpolis (Strengths and weaknesses in two models used for predicting impacts of RUC) est de faire une comparaison approfondie de deux modèles de transports, Métropolis⁹ et Silvester, de manière à prévoir les impacts d'une tarification des usagers de la route à Stockholm et en Île-de-France. Le but est de soutenir le modèle qui pourra être utilisé pour optimiser les systèmes de tarification des usagers de la route. Le projet cherche à répondre aux questions suivantes : quels modèles utiliser pour prévoir l'impact d'une nouvelle tarification des usagers de la route, quels doivent être ses propriétés ? Quelles sont les principales différences de prédiction entre les modèles Métropolis et Silvester sur le cas pratique du péage urbain de Stockholm ? Quels sont les effets à long terme de

9. Modelling impacts of road user charging with mesoscopic models : comparative studies.

ce type de mesure ? Quels sont les éléments clés pour faire une prédiction correcte des effets d'une telle mesure ?

Les premiers résultats montrent une différence de mesure du simple au triple sur les gains de temps. La mesure des gains de temps issus de la mise en place du péage de Stockholm donne un gain de 4 minutes avec Silvester et de 12,6 minutes avec Métropolis. Cette différence s'explique pour l'essentiel par la mesure de la congestion (et donc des vitesses) plus faible avec Silvester. Cela met une nouvelle fois en évidence le rôle crucial de la mesure des gains de temps. Au demeurant, au niveau global, les deux modèles produisent des résultats satisfaisants et cohérents.

À l'issue de ce travail, il conviendra de tester ces modèles sur d'autres expériences mais également de les enrichir pour qu'ils puissent intégrer par exemple les conséquences à moyen et long termes du péage sur l'utilisation de l'espace.

BIBLIOGRAPHIE

Rapports pour le Predit

Andan O., Faivre d'Arcier B., Godinot C., Raux C., 1995, *Enquête exploratoire sur les réactions au péage urbain : méthode, réactions, faisabilité*, avril, 191p.

Bureau B., 2004, *Tarifification de la circulation en zone urbaine. Le cas du péage urbain de Londres*, Rapport pour le PREDIT, avril, 112 p.

Melquiond M., 2006, *Le péage urbain de Londres : constats et controverses*, 31, Recherches et Synthèses du Predit, juillet-août, 4 p.

Prud'homme R., Bocarejo J.-P., 2005, *Le péage de congestion dans le centre de Londres : un essai d'évaluation*, Rapport pour le PREDIT, janvier 2005, 84 p.

Prud'homme R., Kopp P., 2007, *Le péage de Stockholm : une évaluation économique*, Rapport pour le Predit, 56 p.

Raux C., 2007, *Le péage urbain*, La Documentation Française, juillet, 92 p.

Raux C., Souche S., Pons D., 2009, *Trois expériences de péage urbain en Europe : évaluation et bilan socio-économique*, Rapport pour le PREDIT, décembre, 95 p.

Projets pour le Predit dans le cadre de l'Era-Net SURPRICE

ExpAcc – Explanatory Factors of Road Users Charging of Acceptability
CoAccept – Acceptability and Political Coordination of Road User
Charges)

Silverpolis – Strengths and weaknesses in two models used for predicting
impacts of RUC.

Les papiers issus des rapports pour le Predit

- Prud'homme R., Bocarejo J.-P., 2005, « The London congestion charge : a tentative economic appraisal », *Transport Policy*, 1-9.
- Prud'homme R., Kopp P., 2010, « The economics of urban tolls : lessons from the Stockholm case », *International Journal of Transport Economics*, Anno XXXVII, 2, 2010, 195-222.
- Raux C., 2005, « Comments on "The London congestion charge : a tentative economic appraisal" », (Prud'homme and Bocarejo, 2005), *Transport Policy*, 12 (2005) 368-371.
- Raux C., Souche S., Pons D., 2012, « The Efficiency of Congestion Charging : Some lessons from cost-benefit analyses », *Research in Transportation Economics*, Elsevier, 1-8, April (available online April 2012).

Autres papiers de référence

- Browning E.K., 1976, « The Marginal Cost of Public Funds », *Journal of Political Economy*, vol. 84, n° 2, p. 283-298.
- Bureau B., Glachant M., 2008, « Distributional effects of road pricing : assessment of nine scenarios for Paris », *Transportation Research Part A*, 42 (7), 994-1007, August.
- De Borger B., Dunkerley F., Proost S., 2007, « Strategic investment and pricing decision in a congested transport corridor », *Journal of Urban Economics*, 62 (2), 294-316.
- De Borger B., Proost S., Van Dender K., 2005, « Congestion and tax competition in a parallel network », *European Economic Review*, 49 (8), 2013-2040.
- Eliasson J., 2009, *A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system*, Transportation Research Part A, Vol. n° 43, p. 468-480.
- Jansson J.O., 2008, « Public transport policy for central-city travel in the light of recent experiences of congestion charging », *Research in Transport Economics* 22 (2008) 179-187.
- Leape, J., 2006. « The London congestion charge », *Journal of Economic Perspectives*, 20 (4), Fall 2006, 157-176.
- Mackie P., 2005, « The London congestion charge : a tentative economic appraisal. A comment on the paper by Prud'homme and Bocarejo », *Transport Policy*, 12, 288-290.
- Raux C., Souche S., 2004, « The acceptability of urban road pricing : a theoretical analysis applied to experience in Lyon », *Journal of Transport Economics and Policy*, 38 (2), 191-216.
- Santos G., Fraser G., 2006, « Road Pricing : Lessons from London », *Economic Policy*, 21 (46) : 264-310.
- Schade J., Schlag B., 2003, *Acceptability of transport pricing strategies*, Elsevier, 329 p.

Maîtriser le financement du transport collectif

Bruno Faivre d'Arcier

*Professeur au Laboratoire d'Economie des Transports
(CNRS, Université de Lyon)*

Favoriser l'émergence d'une ville durable ne signifie pas construire une ville sans voiture, surtout dans un contexte où les faibles densités produites par l'étalement urbain existant conduisent à un éparpillement des flux de déplacements dans l'espace et le temps. L'objectif de réduction de l'usage de l'automobile suppose cependant d'offrir des alternatives crédibles aux citoyens pour satisfaire une demande de mobilité de plus en plus diversifiée. Quelle que soit l'action envisagée sur la forme de la ville (compacité, proximité, structure poly-nucléaire,...), l'offre de services de mobilité sera structurée par la portée des déplacements envisagés. Dans ce contexte, le transport collectif reste un des moyens d'action pertinents, tant par son rôle majeur sur les liaisons à forte demande que comme support à la structuration urbaine, dans la perspective d'une meilleure intégration transport/urbanisme. Pourtant, la relance du transport collectif dès les années 1970 dans les plus grandes villes offre un bilan mitigé et surtout porteur d'une crise financière que la situation économique actuelle rend encore plus prégnante. Il importe donc de chercher à comprendre comment on en est arrivé là, afin de mieux saisir l'importance de repenser l'équation financière des transports collectifs pour demain.

TIRER LE BILAN DE TRENTE ANS DE RELANCE DES TRANSPORTS PUBLICS URBAINS

L'avènement de l'automobile dans les années 60 a eu pour effet de confiner le transport public dans un rôle d'assistance sociale, à destination des personnes ne pouvant avoir accès à la voiture. La clientèle se réduisant progressivement à ces « captifs », le maintien de l'offre

pour leur assurer l'accès à la ville et à ses emplois a nécessité l'intervention financière des collectivités. Cette prise de responsabilité des Autorités Organisatrices de Transport (AOT) s'est donc faite dans un contexte de dissociation entre le coût du service et son prix, instaurant de façon durable le principe de compensation financière dans un cadre contractuel.

Mais la crise de congestion des centres dans les années 70 a rapidement démontré l'impasse du « tout-automobile » pourtant prôné officiellement dans les Plans Quinquennaux de l'époque. En permettant une décentralisation fiscale via l'instauration du Versement Transport (VT), l'État a transféré la responsabilité de la relance des transports publics aux collectivités locales, et l'abaissement progressif du seuil de population a permis à un nombre toujours plus important de villes, grandes et moyennes, d'investir dans des Transports Collectifs en Site Propre (TCSP). Ce fut le renouveau du tramway moderne « à la française », dans lequel bon nombre de collectivités ont vu le moyen de redynamiser des centres en perte d'attractivité du fait du développement périphérique de la ville. Par contre, dans les plus petites villes (moins de 100 000 habitants), la cible principale du transport public reste les « captifs », et notamment les scolaires.

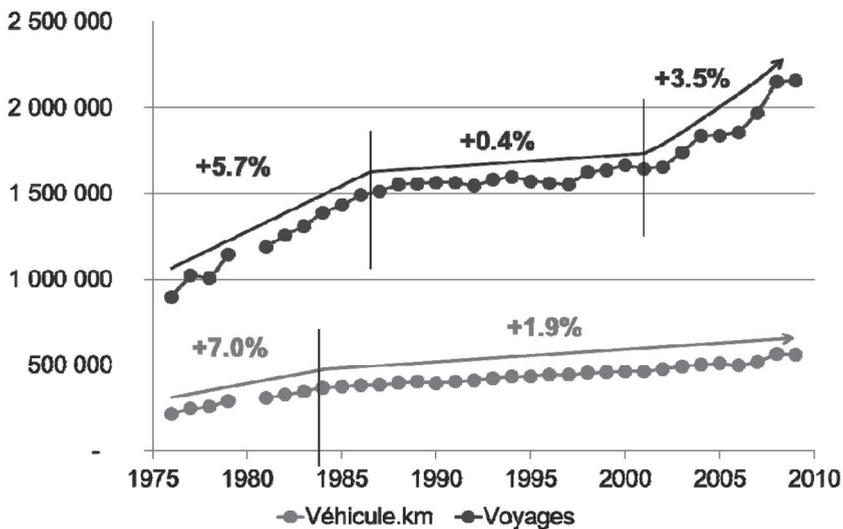
Comme le montre la figure 1, l'effort de développement des transports collectifs (dans les grandes villes de province) a été très fort de 1975 à 1984, le nombre de véhicules.km croissant en moyenne de 7 % par an. La demande a suivi avec une élasticité de 0,8, résultant sans doute de la forte attractivité des TCSP (métro et tramway) dans des villes de taille importante. Cependant, si depuis 1985 la croissance de l'offre se poursuit, mais à un rythme plus modéré (près de 2 % par an), force est de constater que jusqu'en 2000, le nombre de voyages n'a pas progressé au même rythme (élasticité de 0,2). De plus, outre des dépenses d'investissement élevées, cet accroissement de l'offre a induit une progression des coûts d'exploitation plus que proportionnelle, tandis que les tarifs ont peiné à suivre l'inflation. La conséquence logique en est une dégradation du ratio R/D (recettes commerciales / dépenses d'exploitation) qui passe de 55 % en 1988 à moins de 40 % en 2001...

Les raisons de ces évolutions sont bien connues et multiples. La première tient sans doute à la poursuite d'un étalement urbain peu maîtrisé et à la délocalisation d'activités vers la périphérie, favorisant le domicile-travail en voiture. C'est également une période pendant laquelle les investissements routiers ont continué : ce n'est que récemment que l'on a pris conscience qu'il ne sert à rien de déve-

lopper l'offre de transport public pour accroître sa fréquentation, si on laisse le champ libre à la voiture par ailleurs. D'un autre côté, l'évolution des structures intercommunales a souvent conduit à un élargissement des Périmètres de Transport Urbain par l'intégration de communes périphériques peu denses, qu'il a bien fallu ensuite desservir. Cette tendance a probablement été encouragée par la volonté d'améliorer le rendement du VT (zones d'activités, seuil de population) pour financer le développement du réseau. De même, la création de TCSP pour revaloriser le centre-ville a pu conduire à des choix de tracé répondant plus à des choix d'urbanisme qu'à la volonté de maximiser la clientèle. Enfin, la dérive des coûts unitaires d'exploitation résulte à la fois du souci d'améliorer la qualité de service, et d'un défaut de vigilance sur l'optimisation des conditions d'exploitation.

Figure 1

Évolution sur longue période de l'offre et de la fréquentation



Données : Enquête annuelle sur les réseaux de TPU – DGTIM, CERTU, GART, UTP – calcul sur les réseaux de plus de 100 000 habitants en 2009.

UNE DÉGRADATION DE LA SITUATION FINANCIÈRE QUI APPELLE DES MESURES STRUCTURELLES

Les années 2000 sont marquées par de nombreux changements. On observe en effet (figure 1) une reprise significative de la fréquentation, même si ce graphique est trompeur : ce sont essentiellement

les plus grandes agglomérations (plus de 250 000 habitants) qui sont à l'origine de cette progression. Il faut voir ici l'impact progressif des nouveaux Plans de Déplacements Urbains dont l'objectif premier – depuis la Loi sur l'Air de 1996 – est désormais l'obligation de réduire l'usage de la voiture en ville. Les nombreuses mesures prises pour pénaliser la circulation automobile dans les centres et contraindre le stationnement (réduction de capacité et stationnement payant) ont cette fois accompagné le développement de l'offre de transport collectif, tandis que diverses actions en faveur des modes doux ont été entreprises. Les Enquêtes Ménages Déplacements de certaines grandes villes (Lille, Lyon, Rennes...) ont ainsi montré pour la première fois, une diminution de la part de la voiture dans le total des déplacements quotidiens. Certes, cette baisse concerne principalement le centre-ville, où les alternatives modales sont de bonne qualité, tandis que dans les communes périphériques des aires métropolitaines, la voiture domine encore largement, surtout si l'on mesure les voyageurs.km. À l'échelle nationale, la moins forte progression du revenu brut disponible des ménages coïncide avec une hausse du prix des carburants, et l'on peut observer à partir de 2003 une stabilisation historique des véhicules.km réalisés en voiture (Cf. les Comptes Transport de la Nation, 2011).

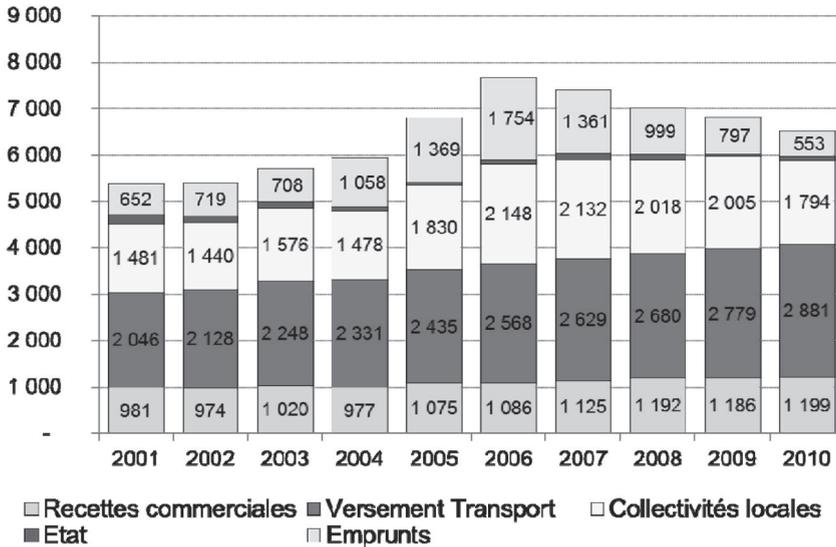
Pourtant, même dans ces grandes villes (à quelques exceptions près) où la clientèle a sensiblement augmenté, le R/D a continué à se dégrader, traduisant une progression des recettes moins forte que celle des coûts d'exploitation. Cette situation peut s'expliquer par trois paramètres principaux (Faivre d'Arcier, 2008). Le premier tient à la dégradation de la recette par voyage, du fait de la stagnation des tarifs et du développement des abonnements. Le deuxième résulte du développement de l'offre : outre son coût, tout nouvel investissement dans un TCSP génère mécaniquement une hausse des coûts d'exploitation. Le troisième provient de la dérive des coûts unitaires d'exploitation (absence de gains de productivité).

Face à l'explosion du coût des réseaux de TPU, les années 2000 marquent une rupture de tendance, traduisant la prise de conscience des AOT. L'année 2006 constitue ainsi un pic de dépenses (figure 2) résultant de la réalisation de nombreux projets de TCSP. Le coût total des réseaux atteint ainsi 6 milliards d'euros en province, auquel il faut ajouter des emprunts pour plus de 1,7 milliard. Cette rupture résulte de la conjonction de plusieurs phénomènes. Outre les mises en service des TCSP, la réforme envisagée du financement des collectivités locales (taxe professionnelle) introduit une forte incertitude quant à leur capacité de financement. Puis, ces dernières années, la

Figure 2

Évolution de la structure du financement des AOT dans les années 2000 (hors IdF)

(en millions d'euros 2010)



crise économique internationale conduit naturellement à stabiliser les dépenses et à réorienter les politiques de développement des réseaux vers des solutions moins coûteuses. En effet, le rendement du Versement Transport est appelé à se stabiliser : la progression montrée par la courbe est en effet trompeuse, car elle intègre des réseaux ayant lancé leur première ligne de TCSP, autorisant une augmentation du taux du VT, et aujourd'hui la quasi-totalité des grandes villes sont au taux maximum (même si la disposition « villes touristiques » a permis une augmentation de 0,2 point). Rappelons également que l'assiette du VT est la masse salariale des entreprises, et que la dégradation de la situation de l'emploi en France se traduit mécaniquement dans les montants collectés.

Le système semble donc s'essouffler, et pour faire face à l'accroissement des dépenses, les AOT sont obligées de solliciter un peu plus les collectivités membres : comme il est de plus en plus difficile d'augmenter la pression fiscale sur les ménages, consacrer plus d'argent au transport collectif signifie réduire les dépenses dans les autres secteurs de l'action publique locale, choix que beaucoup d'élus locaux commencent à contester. Plus généralement, le coût public des « transports de la vie quotidienne » (urbain, départemental et régional) a fortement

progressé au cours des années 2000 pour atteindre en 2009 environ 20 milliards d'euros, soit un peu plus de 1 % du PIB (Orfeuill, 2011).

Du fait de l'existence du VT, le « modèle français » de financement des transports publics urbains fait des envieux chez nos voisins européens. L'avantage principal de ce modèle est d'avoir donné les moyens financiers aux autorités organisatrices pour assurer pleinement leurs compétences et développer le service. Mais l'absence de liens entre cette recette affectée et l'usage des réseaux a également favorisé quelques effets pervers, comme le laxisme tarifaire, ou une priorité parfois donnée aux enjeux d'urbanisme au détriment de l'attractivité de l'offre et de la performance des réseaux.

LA NÉCESSAIRE AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE DES RÉSEAUX

Plus que le R/D qui traduit la contribution relative des clients au financement de l'exploitation quotidienne, les AOT se préoccupent du (D-R), c'est-à-dire du niveau de leur contribution financière annuelle. Le développement des contrats à contribution financière forfaitaire (*net cost*) exprime ce souci de planifier et donc de budgéter les dépenses publiques sur plusieurs années : déduite des recettes de VT, cette charge récurrente permet d'apprécier la marge de manœuvre des AOT en termes d'investissements de développement du réseau. La croissance de cette charge dépend de deux facteurs : l'augmentation de l'offre (en véhicules.km) et la progression des coûts unitaires kilométriques. Si la première résulte des choix de l'AOT, la seconde est plus mal maîtrisée, dans une industrie de main d'œuvre où la production n'est pas stockable. L'optimisation des conditions de production dépend à la fois des choix en termes de niveau de service offert (amplitude, fréquence) et des sources d'augmentation de la productivité interne (utilisation des moyens) et externe (priorités de circulation pour le réseau de surface).

Cette recherche d'efficacité productive doit être couplée avec l'amélioration de l'efficacité commerciale (voyages/veh.km), c'est-à-dire la capacité des lignes à attirer des clients. Il apparaît en effet, qu'en dehors des lignes de TCSP, cette efficacité commerciale est souvent très faible pour un certain nombre de lignes (moins de 2 voyages/veh.km en moyenne sur la journée). Cela résulte d'un souci de couverture spatiale des différents quartiers du PTU, mais avec parfois des niveaux de fréquence trop faibles pour que la ligne soit attractive. On assiste ainsi depuis quelques années à des restructurations ambitieuses des réseaux de TPU sur la base d'un principe de « hiérarchisation » des lignes de bus. En effet, l'objectif de capter des automobilistes sup-

pose que le niveau de service soit élevé : on a ainsi pu observer à Berlin que la part modale des TC pouvait dépasser 50 % lorsque le temps de parcours en TC est inférieur à 1,5 fois celui en voiture (Reinhold, 2008). Sans aller forcément jusqu'à la création de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), la création de lignes fortes se développe aujourd'hui dans de nombreuses villes françaises et laisse espérer une croissance significative de la fréquentation.

La rationalisation de l'offre ne peut se faire – sauf contraintes financières fortes – que sur la seule base de l'efficience, car ce serait oublier les missions que doit remplir le transport public dans la ville. Outre la mobilité des personnes captives ou à faible revenu, le réseau contribue à la réduction de la congestion automobile, ainsi qu'à la diminution des externalités environnementales négatives et est amené à jouer un rôle structurant dans la perspective d'une mobilité durable (intégration transport / urbanisme). Il est donc nécessaire d'apprécier l'efficacité du réseau en termes d'atteinte des objectifs des politiques publiques mises en œuvre. S'il est clair que les lignes présentant une forte efficience commerciale sont celles qui ont le plus de chances de contribuer à ces objectifs, certaines lignes de périphérie peuvent assurer un rôle social important, pour lequel la collectivité est prête à supporter le déficit d'exploitation. La mesure de la contribution des lignes à ces objectifs a fait l'objet d'une recherche financée par le Predit, aboutissant à un outil de diagnostic multicritère qui peut faciliter l'arbitrage entre efficience et efficacité, et aider à améliorer la performance de ces petites lignes (Faivre d'Arcier, 2012).

La recherche d'une meilleure performance des réseaux conduit naturellement à une plus forte hiérarchisation des lignes. L'attractivité des lignes dépend de la qualité du service rendu, tant pour les captifs que pour les automobilistes, qui constituent la nouvelle cible des politiques de déplacements urbains. Il apparaît plus judicieux de concentrer les moyens sur un groupe de lignes à forte fréquence, plutôt que de tenter une équi-répartition de l'offre sur l'ensemble d'un territoire si peu homogène en termes de densités de population et d'activités. Ceci soulève le vieux débat de l'égalité d'accès au service de transport, face à un transport collectif dont la performance est largement dépendante de l'importance des flux de voyageurs transportés. Le maintien d'une certaine équité peut nécessiter d'avoir recours à des modes semi-collectifs (transport à la demande) ou à des rabattements aux terminus des lignes fortes via des parcs relais (voitures et deux-roues).

Mais il importe également de prendre en compte des évolutions plus importantes des comportements de déplacements. La structuration des réseaux (tracé des lignes, heures de pointe) reste encore

très marquée par la question des trajets domicile-travail ou domicile-école. Or les dernières enquêtes auprès des ménages montrent que ces motifs ne constituent qu'environ un quart des déplacements, tandis que les déplacements secondaires connaissent une forte progression. De même, les rythmes de déplacement se diversifient (on parle de « désynchronisation »). L'utilisateur régulier effectuant des trajets domicile-travail en heures de pointe du lundi au vendredi est désormais minoritaire et les individus deviennent de plus en plus multimodaux, changeant de mode selon le jour, l'heure ou le motif du déplacement. Cet éparpillement de la demande (sur le plan spatial comme sur le plan temporel) nécessite une adaptation de l'offre pour proposer un service continu sur une journée élargie. Cela peut permettre une organisation de la production moins marquée par les heures de pointe, mais vient également réduire l'importance des flux radiaux.

Cette diversification de la demande appelle une diversification de l'offre de transport, qui commence à s'opérer avec le développement des systèmes de location de vélos, de l'autopartage et du covoiturage. C'est donc bien un « bouquet de services de mobilité » que les AOT seront amenées à terme à proposer aux habitants, qui chercheront à utiliser le mode de transport le plus adapté à chaque déplacement spécifique. Cette offre globale – y compris sur le plan tarifaire – constituera une véritable alternative à l'usage de la voiture en ville, en prenant mieux en compte la diversité des besoins et contraintes de déplacement des individus.

Dans ce contexte, les entreprises exploitantes ont déjà amorcé leur mutation, en élargissant leurs domaines d'action. Elles souhaitent jouer le rôle de partenaires en faisant profiter les AOT de leur savoir-faire. La contrainte financière conduisant à leur faire supporter une part des risques sur les recettes commerciales, elles se veulent force de propositions pour optimiser les réseaux. Les Délégations de Service Public devraient ainsi évoluer à terme vers des « contrats de performance », dans lesquels, en échange d'une maîtrise de la dérive des coûts d'exploitation, elles bénéficieraient d'un peu moins de rigidités dans les cahiers des charges et de plus de flexibilité dans la gestion de l'offre.

LA RECHERCHE DE NOUVELLES SOURCES DE FINANCEMENT ?

La rationalisation de l'offre de transport public pour améliorer la performance des réseaux reste l'objectif premier dans le contexte actuel de raréfaction des financements publics. C'est une des conditions nécessaires pour définir un nouveau « business model » de ce

secteur. Certains pays européens ont déjà entrepris de telles actions qui ont permis d'assainir la situation financière des réseaux, parfois au prix de réformes douloureuses (Buehler & Pucher, 2010). En France, le Versement Transport a permis un développement important dans l'offre, mais l'existence de cette ressource dédiée a contribué à masquer le problème, voire à faciliter un laisser-aller sur le plan de la tarification. Il semble aujourd'hui clair que le R/D moyen des réseaux français est bien trop bas. Même s'il n'existe pas *a priori* un « bon niveau » de R/D – puisqu'il s'agit là d'un choix politique entre le contribuable et l'utilisateur – la barre des 50 % de couverture des dépenses d'exploitation par les clients est souvent avancée comme référence. De plus, dans un contexte de pénalisation de l'usage de la voiture en ville, il importe de garder à l'esprit que la plupart des « captifs » sont déjà des clients du réseau, et que les nouveaux clients seront des automobilistes, dont le consentement à payer – tel qu'il est révélé par leur usage quotidien de la voiture (Beauvais, 2012) – est sensiblement plus élevé (effet revenus). Ces nouveaux clients potentiels sont très sensibles à la qualité de l'offre, mais prêts à payer cette qualité.

La question tarifaire sera donc au cœur des réflexions pour les années à venir. Avec le développement de la billétique, il est désormais possible d'adapter plus finement les tarifs en fonction des caractéristiques des usagers et de la diversité de leur consommation de transport. Ceci permet notamment de mieux ajuster les prix selon le consentement à payer des individus, en particulier pour des raisons sociales (prise en compte du revenu du ménage, du type Quotient Familial), tout en favorisant l'usage et en améliorant les recettes commerciales.

Toutefois, dans la perspective d'une gestion globale de la mobilité urbaine et en lien avec les objectifs d'une politique de mobilité durable en ville, la question du « prix de la mobilité urbaine » reste centrale. Plus de vérité des prix contribuera à assainir le financement du système de transport tout en faisant mieux comprendre le « qui paie quoi ? ». L'augmentation inéluctable des prix de l'énergie (donc de la voiture, mais aussi des transports publics) est un fait que le citoyen doit désormais prendre en compte dans ses choix d'activités et de localisation. Parallèlement, les externalités positives générées par les réseaux de transport public doivent être mieux valorisées et les bénéficiaires indirects doivent contribuer à leur développement et leur fonctionnement. Aujourd'hui, les entreprises participent déjà fortement au travers du Versement Transport qui a atteint son rendement maximal. Mais deux autres bénéficiaires indirects peuvent être mis à contribution, l'automobiliste (réduction de la congestion) et le propriétaire foncier (valorisation de l'accessibilité).

La pénalisation de l'usage de la voiture en ville passe par l'augmentation de son coût généralisé et peut se faire de nombreuses façons. Les Plans de Déplacements Urbains actuels l'illustrent clairement, en réduisant la vitesse (réduction de capacités de circulation et de stationnement, zones 30...) et en augmentant le coût direct (écotaxes, stationnement payant, projets de péages urbains...). Cependant, ces mesures sont encore très largement restreintes aux zones centrales les plus congestionnées, où l'alternative TC est de bonne qualité. Il importe de raisonner désormais à l'échelle des aires urbaines et des secteurs périphériques où la consommation de transport individuel reste toujours croissante. Les mesures de type péage urbain ne concernent ainsi que les centres des villes et ne favorisent pas vraiment les changements de comportements modaux en périphérie. De même, la récupération des plus-values foncières aux abords des stations de TCSP est un moyen efficace d'améliorer le financement de ces réseaux, mais peut avoir un effet pervers sur les prix immobiliers : on ne taxerait pas fortement celui qui s'installe loin des axes de transport...

UNE PERFORMANCE ÉCONOMIQUE DES RÉSEAUX TRÈS LARGEMENT DÉPENDANTE DE LA FORME URBAINE

Par définition, le transport collectif se nourrit de la massification des flux, alors que le laisser-faire en termes de localisations résidentielles conduit à de faibles densités en périphérie, où ce transport collectif peine à être efficace. L'étalement urbain est malheureusement un fait durable, mais il est clair que la planification urbaine doit chercher à corriger ces tendances pour en minimiser les impacts. En ce sens, une plus forte intégration entre transport collectif et urbanisme tend à se généraliser, qu'il s'agisse des nouveaux Schémas de Cohérence Territoriale centrant le développement urbain autour des axes ferroviaires ou des Contrats d'axe visant à densifier le territoire le long des axes de TCSP. À l'échelle internationale, le lien entre les densités des villes et la part modale des transports collectifs est bien établi et certaines villes, comme Copenhague (avec son FingerPlan) constituent des exemples saisissants. Dans le contexte des villes françaises, la transition vers une alter-mobilité majoritaire sera donc longue, car l'éparpillement des origines-destinations en périphérie rend difficile un transfert modal efficace. Mais si la voiture restera encore longtemps le mode plus performant économiquement dans ces espaces périphériques, l'organisation d'une intermodalité VP-TC autour de pôles d'échanges attractifs est le moyen de réduire sensiblement les véhicules.km parcourus en

voiture dans la zone dense. Cela permet non seulement de limiter les externalités négatives, mais aussi de réduire sensiblement le coût du déplacement individuel, surtout si les prix du carburant s'envolent.

L'intermodalité est aujourd'hui en France, encore très marginale mais, bien organisée, elle peut s'avérer profitable sur le plan individuel comme sur le plan collectif. Cela suppose que le coût généralisé du trajet intermodal soit au minimum du même ordre que celui du trajet direct en voiture. C'est en ce sens que la hiérarchisation et le maillage des réseaux concourent à ce mouvement, en offrant sur des liaisons de moyenne ou longue portée, des niveaux de service attractifs. Ces pôles d'échanges peuvent alors devenir des opportunités pour construire des centres secondaires, à leur tour porteurs d'une mobilité de faible portée pour de nombreux déplacements de la vie quotidienne (commerces et services). L'émergence des conditions d'une véritable « altermobilité » (Vincent *et al.*, 2008) passe sans doute par la construction d'une offre de transport articulant mieux l'organisation des déplacements selon leur portée géographique, assurant une mobilité lente et une mobilité rapide. Une utilisation des sols plus équilibrée et la prise en compte de la dimension mobilité (dans toute sa diversité) dans l'aménagement urbain sont sans doute les moyens les plus efficaces à long terme pour changer nos comportements de déplacement. Sans aller jusqu'à la « gare centre-ville » à la japonaise, une organisation du territoire s'appuyant sur les opportunités offertes par les principaux nœuds d'un système de transport plurimodal favorisera la réduction d'usage de la voiture, tout en améliorant la performance des réseaux de transports publics. Il sera sans doute nécessaire pour cela, de dépasser la simple logique de gestion de projets (axe de TCSP) pour aller – à l'instar de certaines villes suisses – vers du « prescriptif » dans les permis de construire, avec par exemple des objectifs de limitation des flux automobiles générés par tout nouvel aménagement urbain (MAX, 2009).

Cette nouvelle « gouvernance de la mobilité urbaine » interpelle cependant les formes institutionnelles actuelles, sur deux plans : celui du territoire pertinent et celui des compétences plurimodales. La création d'AOMU (autorité organisatrice de la mobilité urbaine) prônée par le GART ne répond que partiellement à ces objectifs : regrouper les compétences sur tous les modes de déplacements au sein d'une même institution est souhaitable, mais laisse de côté l'intégration avec l'urbanisme et peut générer des conflits avec les structures intercommunales (transfert de compétences avec les communautés). De même, quelles limites donner à l'urbain, par rapport aux territoires de périphérie ? De leur côté, si les syndicats mixtes per-

mettent une évolution plus facile des territoires de la mobilité, leurs compétences ne risquent-elles pas de se limiter aux interconnexions des réseaux urbains, départementaux et régionaux (pôle d'échanges, information, tarification) et de dépendre du « bon vouloir » de leurs membres pour agir ?

BIBLIOGRAPHIE

- Beauvais J.M., 2012, *Dépenses engagées par les voyageurs : comparaison entre le transport public et la voiture particulière – situation en 2008 et évolution depuis 1970*, étude FNAUT multi-clients, 152 p.
- Buehler R., Pucher J., 2010, « Making public transport financially sustainable », *Transport Policy*.
- Faivre d'Arcier B. (dir.), 2012, *Mesure de la performance des lignes de transport public urbain*, rapport pour le Predit IV – MEDDE-DRI, LET, Lyon, 102 p.
- Faivre d'Arcier B. (dir.), 2008, *Prospective pour un financement durable des transports publics urbains*, rapport final, recherche pour le Predit III – DRAST, LET, Lyon, 164 p.
- MAX, 2009, *Guidelines for the integration of Mobility Management with Land Use Planning*, WP D final report, 130 p. [en ligne] – www.epomm.eu/downloads/EU-MMM_2010.doc
- Orfeuil J.P., 2011, « Transports publics de voyageurs : coûts, concurrence, multimodalité », *Infrastructures et mobilité*, n° 111, p. 15-18.
- Reinhold T., 2008, « More passengers and reduced costs. The optimization of the Berlin Public Transport network », *Journal of Public Transportation*, vol. 11 n° 3, p. 57-76.
- Vincent S., Rocci A., Clochard F., 2008, *Automobilité et altermobilité. Quels changements ?*, collection « Dossiers Sciences Humaines et Sociales », série « Consommations et sociétés », L'Harmattan, Paris.

L'économie expérimentale et la ville¹

Laurent Denant-Boemont et Sabrina Hammiche
CREM, Université de Rennes

INTRODUCTION

D'un point de vue historique, il est tentant de rapprocher l'émergence de l'économie expérimentale en tant que méthode d'investigation empirique en économie, dans les années 50, de la spectaculaire éclosion de l'étude économique du phénomène d'agglomération urbaine au début des années 60, notamment avec les travaux d'Alonso (1964) sur la ville monocentrique. Toutefois, force est de constater que, à l'instar de la science économique qui a souvent ignoré la dimension spatiale des activités comme éléments explicatifs des échanges économiques, l'économie expérimentale ne comporte que peu d'études qui s'intéressent aux choix de localisation des agents économiques ou à la formation des coûts ou des avantages issus des localisations urbaines. Par conséquent, à partir du moment où ces choix de localisation, qui déterminent une densité plus ou moins importante d'activités économiques en certains points du territoire, sont les constituants essentiels d'une ville et de sa dynamique propre, la relation entre l'économie expérimentale et la ville reste en l'état actuel extrêmement ténue.

La seule dimension particulièrement importante au regard de la question urbaine qui a été véritablement étudiée empiriquement au moyen d'expérimentations en économie est celle des déplacements urbains. Pour autant, ces études expérimentales supposent nécessairement que les agents sont *a priori* localisés au sein de la ville, et ne s'intéressent par conséquent aucunement à la dynamique urbaine sur le moyen et le long terme.

1. Ce chapitre a bénéficié des commentaires et critiques de trois relecteurs attentifs. Nous les remercions pour leurs remarques qui nous ont permis d'améliorer le texte, même si, conformément à l'usage, erreurs et approximations restant nous demeurent totalement imputables.

Le présent chapitre est organisé de la manière suivante. Une première section s'attache à retracer les grands principes de l'économie expérimentale en tant qu'outil d'investigation empirique et son intérêt méthodologique. La deuxième section se focalise sur les expérimentations de laboratoire portant sur les déplacements urbains et leurs déterminants, la localisation des agents étant supposée exogène. La troisième section porte sur l'évidence expérimentale relative à la détermination de ces choix de localisation, en relation avec différents types de coûts urbains.

LES GRANDS PRINCIPES DE L'ÉCONOMIE EXPÉRIMENTALE ET LA FORCE DES EXPÉRIMENTATIONS ÉCONOMIQUES EN LABORATOIRE

L'économie expérimentale est née dans les années 1950 aux États-Unis à la suite des travaux d'Edward Chamberlin sous l'impulsion d'un de ses étudiants les plus connus, Vernon Smith. Il faut également mentionner, de l'autre côté de l'Atlantique, en Allemagne, les travaux précurseurs de Reinhard Selten en théorie des jeux ou en France les travaux de Maurice Allais en théorie de la décision, chacun de ces chercheurs cherchant la réfutation empirique des théories existantes en matière de décision individuelle. Toutefois, il n'y a pas d'ambiguïté sur le fait que les principes de l'économie expérimentale ont été exposés par Vernon Smith à la fin des années 50. Au même moment ou juste après, les premières expériences de Kahneman et Tversky s'attachaient à démontrer le manque de portée empirique de la théorie de l'utilité espérée, reprenant l'idée d'Allais. Un principe fondamental de l'économie expérimentale, qui la fait différer de la psychologie expérimentale, est que les participants obtiennent des gains saillants qui dépendent directement des décisions qu'ils ont prises au sein du laboratoire, ce en interaction ou non avec d'autres participants. Cela signifie que chaque participant est en mesure d'expliquer parfaitement le gain obtenu à l'issue d'une session expérimentale, comme la conséquence d'une ou de l'ensemble de ses décisions.

La force des expérimentations en laboratoire est précisément de donner à l'expérimentateur la capacité de contrôler beaucoup de variables sur lesquelles l'observateur n'a peu ou prou aucune prise dans la réalité.

L'autre force est que les choix réalisés selon les principes de l'économie expérimentale sont des choix réels qui ont des conséquences pour les participants. Il ne s'agit donc pas de préférences déclarées.

Si un participant dit qu'il s'engage à dépenser X euros pour obtenir tel avantage, il devra s'acquitter de X euros à l'issue de l'expérience. Dès lors, l'économie expérimentale n'appartient pas au domaine des méthodes de préférences déclarées, mais relève plutôt des méthodes de préférences révélées. Toutefois, le problème récurrent des méthodes de préférences révélées est que les choix opérés par l'individu observé sont réalisés dans un contexte bien particulier, pour lequel il est difficile voire impossible de conduire des modifications contrôlées par l'observateur. Par exemple, si l'on envisage d'introduire un péage dans une situation existante où l'utilisateur a le choix entre deux options, une route rapide mais saturée et une route lente mais exempte de congestion, il est délicat de s'appuyer sur l'observation de l'existant pour envisager la réponse des usagers à l'introduction de ce péage. C'est précisément dans ce type de questionnement que les expérimentations en laboratoire ou sur le terrain sont extrêmement puissantes, puisqu'elles permettent d'envisager réellement les situations auxquelles seront confrontés les usagers à l'issue de l'adoption d'une quelconque politique publique.

LA QUESTION DES DÉPLACEMENTS URBAINS EN ÉCONOMIE EXPÉRIMENTALE

Les coûts urbains sont en général présentés comme la somme de deux composantes, le coût de la rente foncière et le coût du transport (voir Fujita, 1989).

Dès lors, la plupart des études expérimentales se sont focalisées sur la détermination du niveau du coût de transport, représenté comme la somme d'un coût monétaire et d'un coût du temps. Ce coût du temps représente l'essentiel du coût total de transport dans le cas des déplacements domicile-travail quotidiens².

Les éléments qui contribuent à déterminer le niveau de ces coûts de transport, conséquence de choix de déplacements faits par des individus nombreux, ont motivé différentes études expérimentales produites depuis une dizaine d'années. L'ensemble de ces études

2. D'après le CGDD (2010), le kilométrage moyen journalier d'un ménage français est en 2008 de 25 km. La durée totale journalière de déplacement est à la même période de 56 mn. Par ailleurs, selon l'ADETEC (2012), le coût de revient kilométrique moyen d'une VP à la même période est de 0,31 €. Si on suppose que 100 % des déplacements sont réalisés en VP et en prenant une valeur du temps de 12,5 euros de l'heure (CGP, 2001), alors le coût du temps journalier représente 11,7 euros contre un coût monétaire des déplacements de 7,75 euros par jour. Le coût du temps représente donc 60 % du coût total de transport. Il faut toutefois noter que le coût monétaire n'inclut pas le coût de stationnement.

expérimentales tend à se concentrer sur la formation de l'équilibre de trafic et l'analyse de la congestion, conçue dans la tradition initiée par Pigou, comme le produit d'une externalité négative des décisions individuelles de mobilité.

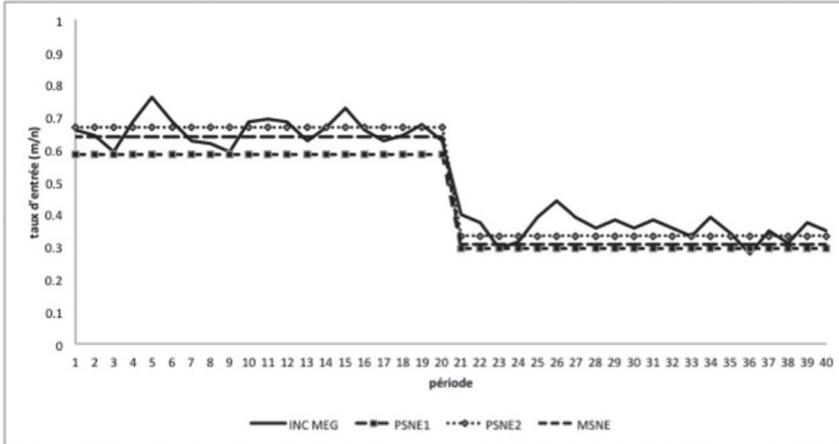
La plupart de ces études expérimentales décrivent en effet la formation des coûts de transport comme un mécanisme endogène issu de l'imparfaite coordination des décisions individuelles de déplacement. Dès lors, le cadre théorique est celui de la théorie des jeux non coopératifs, la congestion étant vue comme un dilemme social, c'est-à-dire comme la conséquence issue d'un équilibre stratégique des décisions Pareto-dominé (à l'instar d'un immense dilemme du Prisonnier par exemple).

Le jeu le plus simple, abondamment étudié en économie expérimentale, qui représente une situation de jeu de congestion, est le jeu d'entrée de marché (Selten et Guth, 1982 ; Rapoport, 1995). Dans la forme canonique de ce jeu, n participants sont confrontés à des décisions binaires (entrer ou ne pas entrer sur un marché). Dans le cas de la décision d'entrer, les gains des participants sont une fonction croissante de la capacité c du marché et décroissante du nombre m de participants entrant simultanément sur le marché. La décision de ne pas entrer est en général associée à un paiement constant, mais pas systématiquement (ce peut être un paiement issu d'une loterie par exemple, comme dans Erev *et al.*, 2010).

Dans ce jeu, d'un point de vue théorique, et sous certaines hypothèses, une multiplicité d'équilibres de Nash asymétriques en stratégies pures existe, tous étant caractérisés par un nombre d'entrées égal à la capacité c ou égal à $(c-1)$. Il existe également un équilibre de Nash symétrique en stratégies mixtes dans lequel la probabilité d'entrer est égale à $(c - 1) / (n - 1)$. Par ailleurs, la maximisation du bien-être correspond à un nombre d'entrées égal à la moitié de la capacité. Par conséquent, les équilibres de Nash existants sont associés à un « prix de l'anarchie », la coordination spontanée débouchant sur des inefficiences.

Les résultats typiques obtenus à un niveau agrégé quand ce jeu est répété au cours d'une expérimentation de laboratoire peuvent être observés à l'aide de la figure suivante :

Figure
**Taux d'entrée observé pendant 40 périodes
d'un jeu d'entrée de marché répété**



Source : Denant-Boemont & Fortat (2012)

La figure ci-dessus décrit les taux d'entrée (soit le ratio entre le nombre d'entrants et le nombre total de participants) observés (INC MEG en trait plein) et théoriques (courbes en pointillés, correspondant chacune à un type d'équilibre de Nash possible) au cours de 40 répétitions du même jeu, dans laquelle la capacité du marché reste constante et le nombre total de participants passe de 12 à 24 à partir de la période 21 (pour plus de détails, voir Denant-Boemont et Fortat, 2012).

Les principaux faits stylisés qui ressortent des expériences de laboratoire sont en fait les suivants : (voir entre autre Duffy et Hopkins, 2005) :

- à un niveau agrégé, le taux d'entrée observé est spectaculairement proche des taux issus des prédictions théoriques (équilibre en stratégies pures ou mixtes), mais des oscillations autour de l'équilibre sont observées, et celles-ci ne tendent pas à diminuer avec la répétition du jeu,
- à un niveau individuel, le concept d'équilibre de Nash décrit très mal les décisions des sujets, et différents modèles d'apprentissage intégrant une rationalité beaucoup plus limitée semblent plus pertinents (voir Erev *et al.*, 2010),
- le nombre d'entrants tend à dépasser la capacité quand celle-ci est restreinte, et au contraire reste significativement en-dessous quand la capacité est élevée (Camerer et Lovallo, 1999).

L'introduction d'information n'améliore pas les choses (voir Anderson *et al.*, 2008), mais celle d'un péage optimal tend à faire coïncider l'équilibre avec l'optimum de Pareto.

D'autres expérimentations de laboratoire³ reposant également sur des décisions binaires (choisir une route ou un mode parmi deux possibilités) existent, mais elles innoveent en introduisant une alternative dont le paiement est également une fonction du nombre de joueurs l'ayant choisie. En particulier, plusieurs de ces études se sont attachées à évaluer la pertinence empirique de paradoxes du trafic (souvent appelés également « paradoxes de capacité ») bien connus dans la littérature. Par exemple, Rapoport *et al.* (2009), Morgan *et al.* (2009) étudient le paradoxe de Braess, dans lequel la réalisation d'un barreau au sein d'un réseau contribue à accroître les temps de déplacement de tous les usagers. Denant-Boemont et Hammiche (2012) et Datta et Razzolini (2010) étudient le paradoxe de Downs-Thomson (appelé parfois aussi conjecture de Mogridge) dans lequel l'accroissement de capacité du mode routier dans le cadre d'une concurrence entre transport public et voiture particulière contribue également à augmenter les temps de déplacement totaux. Tous ces travaux expérimentaux tendent à montrer que ces paradoxes sont rien moins que des « curiosités intellectuelles » (Arnott et Small, 1994) et qu'ils se produisent assez systématiquement.

Une dernière classe d'études expérimentales se base sur des modèles théoriques plus conformes à la représentation « moderne » de la congestion en économie des transports, notamment celle du « goulot d'étranglement » (bottleneck) proposée par Arnott, de Palma et Lindsey (1993) comme modèle structurel de congestion. Ces études expérimentales cherchent également à observer si l'introduction d'information et de péage peut résoudre le dilemme social représenté par l'existence de congestion. C'est le cas de Schneider et Weiman (2004), Selten *et al.* (2007), Ziegelmeyer *et al.* (2008) et de Daniel *et al.* (2009). Un point intéressant de ces travaux qui s'appuient sur des cadres théoriques différents est qu'ils aboutissent à des résultats similaires aux expérimentations évoquées plus haut : l'information n'améliore guère la coordination des décisions et l'accroissement de capacité routière tend à faire augmenter le coût social du transport. Ces régularités

3. L'expérimentation en laboratoire n'aboutit donc pas à une tautologie, dans laquelle l'observation consisterait à retrouver les résultats des prédictions théoriques, loin s'en faut. Si certaines prédictions théoriques sont effectivement par exemple observées à un niveau suffisamment agrégé, elles ne sont pas vérifiées ou rarement au niveau des individus. Comme le notent Falk et Heckman (2009), beaucoup d'expérimentations ont questionné l'hypothèse d'un *homo economicus* universellement égoïste et rationnel.

empiriques sont d'importance pour la mise en œuvre de politiques publiques visant à lutter contre la congestion urbaine.

La dimension d'interaction stratégique de la congestion n'est pas forcément présente dans tous ces travaux expérimentaux : certaines des études envisagent le niveau du trafic comme une variable aléatoire qui affecte l'utilité finale des usagers, leur décision n'affectant pas directement le niveau de ce trafic. Ces expérimentations de laboratoire décrivant la congestion comme un phénomène aléatoire, l'objectif étant dès lors de se concentrer sur la prise de risque représentée par un déplacement, sont en fait beaucoup plus rares. À notre connaissance, seuls Petiot et Denant-Boemont (2003) et Harrison *et al.* (2011) mettent en œuvre des expérimentations de laboratoire visant à étudier le comportement d'usagers face au risque de congestion, les conséquences associées à la décision individuelle étant assimilables à un choix de loteries.

L'INVESTIGATION EXPÉRIMENTALE DES CHOIX DE LOCALISATION EN VILLE

Une revue de la littérature, de l'économie urbaine à la Nouvelle Économie Géographique

Si une littérature foisonnante s'est développée en économie autour de la question urbaine, d'abord dans les années 60 avec la (Nouvelle) Économie Urbaine (voir l'ouvrage incontournable de Fujita, 1989), puis à nouveau dans les années 90, avec l'émergence de la Nouvelle Économie Géographique (NEG), force est de constater que peu de ces travaux ont donné lieu à des tests en laboratoire fondés sur les méthodes de l'économie expérimentale.

Plus précisément, comme l'explique Thisse (2010), la théorie de la localisation s'est développée autour de trois champs d'investigation. Le premier est relatif aux théories de la concurrence spatiale, sous l'égide de Hotelling (1929), tandis que le deuxième porte sur l'économie urbaine (Alonso, 1964), et le dernier sur l'économie géographique (Krugman, 1991).

Ces domaines d'investigation peuvent être distingués en mettant en évidence leurs principales caractéristiques. Dans la théorie de la concurrence spatiale, les consommateurs sont immobiles et se déplacent vers les entreprises, qui choisissent leur localisation de manière stratégique. Dans l'économie urbaine, c'est l'inverse, les firmes sont immobiles et localisées de manière exogène dans le Central Business

District (CBD) alors que les salariés-consommateurs sont en compétition pour obtenir un logement et se déplacer. En économie géographique, les consommateurs et les firmes sont mobiles et les marchandises se déplacent d'une région à une autre.

La question des choix de localisation, *a fortiori* au sein des aires urbaines, est encore très peu étudiée par les économistes spécialistes d'expérimentation en laboratoire. En ce qui concerne les choix de localisation en général, la principale attention a été accordée aux choix de localisation des entreprises, essentiellement autour de la conjecture de Hotelling (D'Aspremont *et al.*, 1979) et des effets de la concurrence entre firmes comme déterminant de leur choix de localisation. Et encore, moins d'une dizaine d'études sur ce sujet peuvent être recensées, la question cruciale d'un point de vue empirique semblant être l'impact du nombre de firmes en compétition sur l'équilibre de localisation (voir Anderson *et al.*, 2007).

Concernant les choix de localisation des ménages en ville, dans la tradition de l'économie urbaine, à notre connaissance, seule une étude expérimentale peut être recensée, celle de Bergman *et al.* (2009) qui a pour objectif de tester le modèle de ville monocentrique d'Alonso (Alonso, 1964). Encore cette étude repose-t-elle sur une expérimentation pédagogique (« classroom game »), et teste le modèle d'Alonso dans sa version la plus simple, celle où tous les ménages sont homogènes du point de vue de leurs préférences, mais dans laquelle les revenus sont hétérogènes (ménages riches et ménages pauvres). Enfin, il existe à notre connaissance une seule étude expérimentale concernant l'économie géographique, celle d'Ostbye and Heen (2010) qui réalisent un test du modèle de concurrence à la Dixit-Stiglitz-Krugman dans lequel les firmes et les ménages réalisent des choix de localisation. Toutefois, le protocole expérimental qu'ils mettent en œuvre ne concerne que les choix des ménages-salariés, car ils supposent que les firmes « suivent » les salariés, cette hypothèse étant en fait une implication logique de certains modèles de la NEG (voir Combes *et al.*, 2008).

*Les choix de localisation en milieu urbain
et le rôle du coût des transports : études expérimentales*

L'ambition du projet LOCEX (L**O**cation **C**hoices in urban areas : **E**Xperimental studies) est précisément de pallier le manque d'observations expérimentales concernant la relation entre les coûts de transport et les choix de localisation des agents en mettant en œuvre des expérimentations de laboratoire. L'objectif en est double : tester certaines propositions théoriques issues de la littérature foisonnante

dans les domaines de l'économie urbaine et de la nouvelle économie géographique, et également observer à échelle réduite les forces qui déterminent la forme des villes, en particulier les coûts de transport.

Comme il n'est pas question ici de faire un large tour d'horizon de la littérature théorique qui fonde les expérimentations qui seront menées, il est sans doute préférable de développer brièvement quelques expérimentations en cours en insistant sur la construction des protocoles expérimentaux. Pour reprendre la typologie de Thisse (2010) concernant la théorie de la localisation, on peut simplement indiquer que le projet LOCEX envisage soit des consommateurs mobiles et des firmes immobiles, comme c'est le cas dans la tradition de l'économie urbaine, soit des consommateurs et des firmes mobiles, à l'instar des approches de l'économie géographique. En particulier, l'idée est d'étudier en laboratoire la possibilité d'aboutir à des structures urbaines polycentriques, fréquentes empiriquement, mais peu étudiées théoriquement (Mori, 2008). La suite de notre propos consiste alors à présenter les pistes envisagées pour quelques unes des expérimentations en œuvre actuellement dans le cadre de ce projet.

L'étude de Bergman *et al.* (2009) citée plus haut est intéressante à plus d'un titre, mais porte sur une version très restrictive du modèle d'Alonso. Toutefois, en dépit de ce cadre restreint, les résultats expérimentaux montrent la proximité des courbes d'enchères observées avec les prédictions théoriques. Dans ce cadre, les riches se localisent au centre et les pauvres en banlieue, les enchères des ménages riches étant systématiquement les plus fortes dans les zones proches du CBD, alors qu'à contrario, elles sont plus faibles dans les zones les plus éloignées du centre.

Bien évidemment, ces résultats sont intéressants, mais sont loin de correspondre à certains faits stylisés. Par exemple, si la plupart des villes européennes s'accordent relativement bien avec les résultats empiriques issus de ce cadre d'analyse expérimental, au contraire, les villes américaines se caractérisent par une présence marquée des populations ayant des revenus les plus faibles au centre, alors que les riches ménages tendent à se localiser dans de lointaines « suburbs ». Ces faits stylisés ne sont d'ailleurs en rien une réfutation du modèle monocentrique d'Alonso. Si les ménages ont des revenus différents et des préférences différentes (par exemple en matière de consommation d'espace), les deux types de configurations urbaines peuvent être théorisés (Fujita, 1989). En particulier, si l'élasticité-revenu de la valeur du temps est moins élevée que l'élasticité de la consommation d'espace au même revenu, alors il est prévisible que les riches aillent se localiser

en périphérie et les pauvres au centre, alors que l'inverse sera vrai si l'élasticité de la valeur du temps au revenu est plus forte que l'élasticité de la demande d'espace urbain⁴.

L'étude expérimentale consiste alors à observer comment des ménages hétérogènes du point de vue de leur revenu et de leur valeur du temps se coordonnent dans leurs choix de localisation afin d'aboutir à des formes urbaines radicalement opposées. En effet, dans l'étude de Bergman *et al.* (2009), seul un type de configuration urbaine apparaît, la ville européenne, le modèle de la ville américaine n'est pas expliqué. Brueckner *et al.* (1999) expliquent ces deux modèles polaires en introduisant le rôle des aménités, qui vient perturber l'équilibre de localisation en supposant des ménages hétérogènes en revenu et en coût du temps. Toutefois comme cela a été indiqué précédemment, nul besoin d'introduire les aménités pour expliquer comment il est possible d'aboutir à ces deux configurations polaires d'agglomérations urbaines au sein d'un modèle théorique d'économie urbaine. Il est clair pour autant, que cette représentation théorique des équilibres possibles des localisations urbaines reste simpliste au regard de configurations existantes beaucoup moins tranchées dans nombre de grandes villes, où les riches vivent souvent dans les mêmes quartiers que les pauvres.

Pour étudier la manière dont ces deux variables jouent réellement en isolant d'autres facteurs, le protocole expérimental se fonde sur un mécanisme d'enchères, la demande d'espace et les revenus étant hétérogènes, fixés de manière exogène par l'expérimentateur.

Le principe du jeu est simple : les participants reçoivent une dotation qui représente leur revenu et doivent acquérir un logement. Les logements sont mis en vente de manière successive au cours d'enchères au second prix en partant des logements disponibles dans le centre. Tout logement qui n'est pas obtenu dans le centre implique un coût de transport pour les participants, ce coût augmentant linéairement avec la distance vis-à-vis du centre.

Deux traitements expérimentaux sont étudiés, l'un qualifié de « ville américaine », dans lequel le ratio entre valeur du temps et consommation d'espace est plus faible pour les participants « riches » et un traitement qualifié de « ville européenne » dans lequel ce ratio

4. Dans les modèles théoriques, il s'agit bien de l'élasticité du coût du temps au revenu qui est considérée, et pas d'une élasticité du coût généralisé au revenu. Les conclusions théoriques de ces modèles seraient potentiellement affectées par la prise en compte du coût généralisé de transport. De même, ces modèles théoriques n'introduisent pas la densité et l'efficacité du réseau routier, ce qui peut expliquer ces préférences différentes d'un continent à l'autre, et donc une moindre sensibilité revenu au coût du temps. Par ailleurs, si les aménités ne sont pas introduites initialement dans les modèles théoriques de rente foncière urbaine, Brueckner *et al.* (1999) montrent qu'en les introduisant, on obtient une multitude de schémas de localisation qui sont cohérents avec l'observation des agglomérations actuelles dans les grands pays développés.

est au contraire plus élevé pour les ménages riches. Des groupes de participants, composés de ménages « riches » et « pauvres », jouent ce jeu de manière répétée.

Compte tenu de la modélisation exogène des préférences qui permet de définir la fonction de gain dans l'expérience, l'équilibre de Nash du jeu d'enchères dépend de l'écart entre les revenus et les coûts d'opportunité du temps pour les deux catégories de participants. Ceci permet d'établir des prédictions théoriques claires pour chaque traitement. Dans le traitement « ville américaine », les participants ayant les plus fortes dotations et les coûts de transport les plus élevés devraient enchérir moins fortement pour des localisations centrales que les participants ayant de plus faibles dotations et des coûts de transport réduits. Dans le traitement « ville européenne », c'est l'inverse qui devrait se produire, les participants les plus richement dotés ayant des coûts de transport proportionnellement plus élevés devraient surenchérir sur les localisations centrales, ce qui ne permettrait aux participants les moins bien dotés de n'accéder qu'aux localisations périphériques. Les premiers résultats issus du pilote expérimental réalisé en mai 2012 valident plus ou moins les prédictions théoriques : les participants les moins bien dotés gagnent les localisations centrales dans le traitement « ville américaine », alors qu'ils perdent dans la compétition ces mêmes localisations dans le traitement « ville européenne ».

La seconde expérimentation de laboratoire, réalisée en collaboration avec des chercheurs de l'Université de Sydney, envisage d'emblée la question de la localisation des firmes et des salariés, les localisations des firmes n'étant pas exogènes mais endogènes dans l'expérience réalisée.

Le cadre théorique adopté s'appuie sur un modèle développé par Cavailhes *et al.* (2007). Cet article étudie la manière dont les coûts de transport intra-urbains et extra-urbains, ainsi que les coûts de communication, peuvent déterminer les flux de commerce entre deux villes, ainsi que la dynamique de l'évolution des villes liée aux choix de localisation intra-urbains et inter-urbains.

Une des propositions clé de l'article concerne la structure interne des villes, présentée comme résultant de l'arbitrage entre des coûts de communication vers des facilités essentielles localisées au centre-ville et subis par les entreprises et des coûts de transport domicile – travail supportés par les salariés de ces entreprises. Plus spécifiquement, et en simplifiant, si les coûts de transport sont suffisamment faibles par rapport aux coûts de communication, les firmes auront tendance à se localiser dans le CBD, et les salariés choisiront leur localisation conformément au modèle monocentrique d'Alonso. Les forces centripètes

exercées par les coûts de communication dépassent les forces centrifuges issues des *commuting costs* des salariés, et tendent à produire la ville monocentrique. *A contrario*, quand les coûts de déplacement des salariés sont suffisamment élevés, ceux-ci sont prêts à consentir des baisses de salaires qui incitent les firmes à choisir une localisation hors du centre-ville, car elles compensent ainsi des coûts de communication plus importants liés à la distance vers celui-ci. Les salariés évitent alors un conflit d'usage trop important sur l'espace disponible au centre et se localisent à proximité des firmes qui représentent leur lieu de travail. Dès lors, la configuration de la ville n'est plus monocentrique mais polycentrique.

L'objectif de l'expérimentation consiste à tester la portée de cette proposition d'un point de vue empirique.

Le protocole expérimental consiste à organiser un jeu en deux étapes dans lequel firmes et ménages interagissent d'abord pour conclure des contrats de travail via une procédure de double enchère. Ces contrats impliquent un choix de localisation pour les firmes, et donc des coûts de communication pour pouvoir utiliser les facilités essentielles. Ensuite, les salariés sont mis en compétition sur les localisations disponibles via un jeu d'enchères.

L'expérience considère trois traitements. Le premier, qualifié de « polycentrique », implique des coûts nuls de communication vers les facilités essentielles pour les firmes. Dès lors, il n'y a pour les firmes aucune incitation à se localiser dans le CBD, et c'est un jeu de coordination qui est mis en œuvre dans lequel à l'équilibre les firmes peuvent se localiser n'importe où. On devrait alors observer approximativement une distribution uniforme concernant la densité de firmes au sein de l'espace urbain, d'où le qualificatif de polycentrique. Dans un deuxième traitement, qualifié de « hiérarchique », les coûts de communications sont positifs, mais faibles par rapport aux coûts de transport subis par les salariés, qui ont alors intérêt à proposer des salaires plus faibles pour éviter que le centre-ville soit le seul lieu d'emploi, ce qui impliquerait nécessairement pour certains salariés une distance très élevée entre le centre et leur domicile. Ceci pousse une partie des firmes à consentir à se localiser en dehors du centre, même si la majorité des firmes à l'équilibre choisira de toute manière le centre-ville.

Le dernier traitement, qualifié de « monocentrique », implique des coûts de transport très faibles pour les salariés. Dès lors, leur incitation à consentir des baisses de salaire afin d'éviter de travailler au centre se réduit beaucoup. Dans ces conditions, les firmes n'obtenant pas de baisses de salaire suffisantes pour compenser les coûts de communications préfèrent se localiser dans le CBD.

Les premiers résultats, issus de l'analyse des décisions de près de 300 participants de l'Université de Sydney, indiquent que la densité des firmes est très différente d'un traitement expérimental à l'autre, les firmes tendant toutes à se localiser dans le CBD dans le traitement monocentrique, alors qu'elles acceptent de se localiser plus systématiquement en périphérie pour former de nouvelles zones d'emploi quand les coûts de transport sont trop importants pour les salariés. Ceci est conforme aux conclusions de Cavailhes *et al.* (2007) et met en exergue le rôle du coût de transport dans l'émergence des centres d'emploi. Si le décideur public veut pousser vers des formes plus polycentriques, il lui est possible de jouer sur deux leviers, l'un consistant à diminuer les coûts de communication des firmes avec les services supérieurs généralement localisés dans le centre des grandes agglomérations, en réalisant par exemple des infrastructures de télécommunication hautement performantes, soit en accroissant le coût de la mobilité domicile-travail pour les ménages, par l'intermédiaire, autre exemple, d'un péage vers la zone centrale.

CONCLUSION

La question urbaine en tant qu'objet d'étude de l'économie expérimentale est un phénomène récent datant tout au plus d'une vingtaine d'années. Le premier champ investi a été celui des déplacements urbains, notamment l'analyse de la congestion routière. La question de la relation entre les choix de localisation et le coût des transports, abondamment étudiés par l'économie urbaine notamment, commence juste à faire l'objet d'expérimentations de laboratoire. Toutefois, il faut rester modeste en la matière : il reste utopique de vouloir reconstituer la formation et la dynamique des villes dans un environnement aussi restreint et aussi simplifié que celui du laboratoire. Il reste cependant, que ces expérimentations de laboratoire mettent en évidence des comportements qui permettent d'anticiper plus correctement les effets des politiques publiques en matière d'aménagement et de planification urbains, sur le court comme sur le long terme. Par exemple, les premiers résultats expérimentaux montrent clairement comment le coût des transports influence la localisation des agents économiques, permettant de produire des villes dans lesquelles les centres sont plus ou moins denses en emplois. À ce titre, toute amélioration du système de transport qui autorise la baisse des coûts de transport subis par les ménages en allant du centre vers la périphérie tend à concentrer les emplois dans le centre et favorise l'étalement urbain.

BIBLIOGRAPHIE

- ADETEC, 2012, *Le coût d'utilisation de la voiture*, juillet 2012 ; disponible sur <http://www.adetec-deplacements.com/>.
- Alonso W., 1964, *Location and land use : Toward a general theory of land rent*, Harvard University Press.
- Anderson L., Holt, C.A. and D. Reiley, 2008, « Congestion Pricing and Welfare : An entry experiment », in Cherry, Koll, Shogren (eds), *Environmental Economics, Experimental Methods*, chapter 15, p. 280-292.
- Anderson L.R., Freeborn B.A., Holmes J., Jeffrey M., Lass D., Soper J. and Carroll J., 2007, « Location, Location, Location ! A Classroom Demonstration of the Hotelling Model », Working paper #44, College of William and Mary.
- Arnott R., de Palma A. and Lindsey R., 1993, « Properties of dynamic equilibrium involving Bottlenecks, including a paradox and metering », *Transportation Science*, 27 (2).
- Arnott R. and Small K., 1994, « The Economics of Traffic Congestion », *American Scientist*, 82, p. 446-455.
- Bergman M., Dirk Mateer G., Reksulak M., Rork J.C., Wilson R.K. and Zirkle D., 2009, « Your Place in Space : Classroom Experiment on Spatial Location Theory », *Journal of Economic Education*, Fall, p. 405-21.
- Brueckner J., Thisse J.F., and Zenou Y., 1999, « Why is central Paris rich and downtown Detroit poor ? An amenity-based theory », *European Economic Review*, 43, p. 91-107.
- Camerer C. and Lovallo D., 1999, « Overconfidence and Excess Entry : An experimental approach », *American Economic Review*, 89 (1), p. 306-318.
- Cavailles J., C. Gagné, T. Tabuchi, and J.-F. Thisse, 2007, « Trade and the Structure of Cities », *Journal of Urban Economics*, 62, p. 383-404.
- Combes P.P., Meyer T. and Thisse J.F., 2008, *Economic Geography : The Integration of Regions and Nations*, Princeton University Press.
- Commissariat Général au Développement Durable, 2008, *La mobilité des Français, panorama issue de l'enquête nationale transports et déplacement 2008*, décembre 2010.
- Commissariat Général du Plan, 2011, *Transports : choix d'investissement et coût des nuisances*, La Documentation Française, Paris.
- D'aspremont C., Gabszewicz J. and Thisse J.F., 1979, « On Hotelling's "stability in competition" », *Econometrica*, 47,5, p. 1145-1150.
- Daniel T.E., Gisches E.J., and Rapoport A., 2009, « Departure time in Y-shaped traffic networks with multiple bottlenecks », *American Economic Review*, 99 (5), p. 2149-2176.
- Datta S. and Razzolini L., 2010, « An Experimental Study of Congestion and Road Choice », Working Paper.

- Denant-Boemont L. & Petiot R., 2003, « Information provision and sequential decision-making in an transport context : An experimental study », *Transportation Research, part B*, 37, p. 365-386.
- Denant-Boemont L. and Hammiche S., 2012, « Downs-Thomson paradox and public transit capacity choice in the laboratory », WP-ITLS 12-10, The University of Sydney Business School.
- Duffy J. and Hopkins E., 2005, « Learning, Information and Sorting in Market Entry Games : Theory and Evidence », *Games and Economic Behavior*, 51, p. 31-62.
- Erev I. and Rapoport A., 1998, « Coordination, "Magic," and Reinforcement Learning in a Market Entry Game », *Games and Economic Behavior*, 23, p. 146-175.
- Erev I., Ert E. and Roth A.E., 2010, « A Choice Competition for Market Entry Games : An Introduction », *Games*, 1, p. 117-136.
- Falk A. and Heckman J., 2009, « Lab Experiments Are a Major Source of Knowledge in the Social Sciences », *Science*, 326 (5952), p. 535-538.
- Fujita M., 1989, *Urban Economic Theory. Land Use and City Size*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Harrison G., Haruvy E. and Rutström E., 2011, « Remarks on Virtual World and Virtual Reality Experiments », *Southern Economic Journal*, 78,1, p. 87-94.
- Krugman P.R., 1991, « Increasing Returns and Economic Geography », *Journal of Political Economy*, 99, p. 483-499.
- Morgan, J., Orzen H. and Sefton M., 2009, « Network architecture and traffic flows : Experiments on the Pigou-Knight-Downs and Braess Paradoxes », *Games and Economic Behavior*, 66, p. 348-372.
- Mori T., 2008, « Monocentric versus polycentric models in urban economics », *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, 2008.
- Ostbye S. and Heen E., 2010, « Empirical testing of New Economic Geography models using economic experiments », Working paper, Tromsø University Business School.
- Rapoport A., 1995, « Individual Strategies in a Market Entry Game », *Group Decision and Negotiation*, 4,117-133.
- Rapoport A., Kugler T., Dugar S., & Gisches E., 2009, « Choice of routes in congested traffic networks : Experimental tests of the Braess paradox », *Games and Economic Behavior*, 65, p. 538-571.
- Schneider K. and Weimann J., 2004, « Against all odds : Nash equilibria in road pricing experiment », in M. Schreckenberg and R. Selten (eds), *Human Behavior and Traffic Networks*. Berlin : Springer, p. 133-153.
- Selten R. and Güth W., 1982, « Equilibrium Point Selection in a Class of Market Entry Games », in Diestler, M, Furst E. and Schwadiauer G.. (eds), *Games, economic dynamics and time series analysis*, Physica Verlag, p. 101-116.

- Selten R., T. Chmura T. Pitz, S. Kube, and M. Schreckenberg, 2007, « Commuters Route Choice Behaviour », *Games and Economic Behavior*, 58 (2), p. 394-406.
- Thisse J.F., 2010, « Towards a Unified Theory of Economic Geography and Urban Economics », *Journal of Regional Science*, 50,1, p. 281-296.
- Ziegelmeyer A., Koessler F., Boun-My K. & Denant-Boemont L., 2008, « Road Traffic Congestion and Public Information : An Experimental Investigation », *Journal of Transport Economics and Policy*, 42 (1), p. 43-82.

Troisième partie

**L'avenir : réponse à la crise
et nouveau paradigme**

Re-localiser pour un développement plus durable ? Un programme de recherche du Predit 4 (2011-2014)

Gérard Brun

*Direction de la recherche et de l'innovation
(MEDDE/CGDD/DRI)*

En 2010-2011, il apparaissait que les crises successives intervenues dans les années récentes laissaient augurer des bouleversements considérables, accentuant des évolutions profondes déjà engagées.

On relevait notamment la coïncidence d'un énorme endettement public, de restrictions budgétaires probables ou déjà accomplies et, logiquement, de menaces sur le financement du système de transport tout entier, au premier chef les transports urbains.

Le risque de baisse du niveau de vie confirmait en outre la tendance déjà ancienne à la progression du coût généralisé de la mobilité, au moins en pourcentage des revenus, mais aussi en valeur absolue.

Quant aux incertitudes énergétiques, imputables notamment à des facteurs géopolitiques et environnementaux structurels, elles menaçaient de déboucher sur de nouvelles augmentations des prix des diverses sources d'énergie, ce qui ne pouvait que conduire là aussi à un diagnostic pessimiste à bien des égards.

Si l'on y adjoignait les nécessités impérieuses du développement durable face au changement climatique, on pouvait penser que les conditions étaient effectivement réunies pour un changement de paradigme radical, dans le monde du transport comme ailleurs. Tout convergeait en effet pour mettre en cause la conception actuelle de la mobilité, en particulier la tendance séculaire à répondre à toute demande de transport, quel qu'en soit le coût collectif, et à faciliter ainsi une progression indéfinie de la mobilité, avec un cortège de nuisances devenues insupportables.

Quand bien même des avancées technologiques ou des comportements plus économes se seraient manifestés, une telle remise en cause signifiait au bas mot une stabilisation de la mobilité et même

une diminution, éventualité prise en compte dans les scénarios du « groupe de Batz » dès le début des années 2000. Il apparaissait que cette diminution pouvait notamment se faire à la source, à la faveur d'une évolution de la localisation des résidences et des activités vers plus de proximité. En effet, plus l'on se rapproche de ses lieux d'activité, moins l'on doit parcourir de kilomètres, en particulier de « kilomètres motorisés », à activités égales, sans que cette diminution de volume constitue un recul du bien-être. Il convenait de s'interroger sur cette notion de proximité et de vérifier notamment qu'elle ne stimule pas dans le même temps de nouvelles activités, à la faveur du temps gagné, avec de nouvelles formes de mobilité. À cet égard, il était évident que la vitesse des déplacements était un paramètre essentiel comme l'ont montré les travaux de prospective 2050 de LET-Enerdata.

Le Groupe opérationnel n° 6 (GO 6) du Predit « Politiques de transport » avait bien conscience des éléments favorables à la proximité et du rôle de la vitesse, d'ailleurs confirmés par la suite, et a souhaité traduire tout cela dans son appel à proposition de recherche de 2011, intitulé *Dynamiques de localisation et mobilité à l'horizon 2025 – Prospective, politiques et outils*.

L'appel préconisait la construction de scénarios à un horizon relativement proche (2025), replaçant les diverses hypothèses au sein du contexte économique et social général, en envisageant si possible l'émergence de ruptures de grande envergure, avec leurs conséquences, et en s'efforçant d'imaginer le chemin susceptible d'y mener et de permettre de s'y adapter.

Il s'agissait de répondre à la question de savoir si une population re-localisée serait en mesure de se montrer globalement plus respectueuse du développement durable que la population telle qu'elle est répartie actuellement et à quelles conditions : une telle re-localisation serait-elle réellement génératrice nette de réduction des déplacements, des nuisances et de la consommation d'énergie ? à quel prix et avec quels avantages ? Et, dans cette perspective, quels seraient les changements, voire les bouleversements, de la vie quotidienne, de la répartition modale, voire de l'équilibre général de la société ?

Sachant que le système actuel, tel qu'il fonctionne, est susceptible d'améliorations, l'appel envisageait aussi la possibilité de parvenir à une re-localisation accrue sans heurts, grâce à l'addition progressive de diverses formes d'optimisation sous contrainte de la mobilité (changement de véhicule, report sur les transports collectifs, covoiturage, recours aux modes « actifs », réorganisation des

programmes d'activités, etc.), favorisée éventuellement par des incitations nationales (taxe carbone, diminution des droits de mutation, péages, action foncière, ...) et locales (aménagement urbain, systèmes de transport, offre de services, baisse de la vitesse spontanée ou imposée, ...).

Il s'agissait donc, quel que soit le chemin pour y parvenir, succession de petits pas ou ruptures, de faire apparaître les performances respectives de différentes formes d'organisation, notamment urbaines. Cela imposait bien entendu de traiter également des transports de marchandises.

Diverses toiles de fond pouvaient être retenues, depuis la poursuite de la mondialisation et des déplacements actuels jusqu'à une fragmentation partielle ou totale du système actuel, avec des effets sur l'appareil productif et distributif : par exemple un fractionnement de la mondialisation aboutissant à une re-localisation de la production et donc des transports afférents, sous l'action de tendances protectionnistes ou d'une crise énergétique.

L'appel recommandait d'envisager une reconfiguration des métropoles, une réorganisation, voire une fragmentation dans ce cas aussi, par une re-localisation autour de centres secondaires ou sous-secondaires, avec notamment un urbanisme structuré par des transports collectifs nécessairement renouvelés et par des « modes actifs » rendus plus attractifs par la proximité. Le potentiel de transport par les véhicules individuels devait être pris en compte (co-voiturage, auto-partage, services de mobilité publics, transports de marchandises,...). La combinaison véhicule électrique / bâtiment à énergie positive pouvait aussi être prise en considération, permettant de réduire la dépendance vis-à-vis d'un centre éloigné et vis-à-vis des grands réseaux de distribution d'énergie, avec des conséquences éventuellement bénéfiques sur la densification de l'étalement urbain.

L'appel recommandait enfin de ne pas oublier la dimension sociale, exprimée notamment par le triptyque acceptabilité / accessibilité / équité : acceptabilité des mesures, accessibilité à tous des territoires et effets redistributifs des politiques. Pour ceux qui ne voulaient pas s'engager dans la production de scénarios, l'appel invitait à approfondir certains thèmes dans la perspective de la question de la localisation : effets des infrastructures, financement, régulation, ... Dans tous les cas, scénarios d'ensemble ou sujets particuliers, il était possible, voire recommandé, de recourir à la modélisation.

Le GO 6 a sélectionné six réponses issues de cet appel, certaines très ambitieuses. Les premiers résultats ont été disponibles dès 2012, les derniers paraîtront jusqu'en 2014.

Deux propositions répondaient pleinement à la demande de scénarios. L'une, intitulée *RUPTURES*¹, se proposait de bâtir des scénarios de rupture testés sur des « focus groups ». Outre une certaine répugnance à déménager, les débats ont fait apparaître que, plus une crise est profonde, plus elle entraîne de changements de comportement durables, notamment de localisation. L'autre proposition, *Vilmodes*², entendait comparer par des simulations associant divers modèles, les effets sur la mobilité de scénarios d'aménagement urbain. Ces effets sont considérés sous l'angle de la proximité et dans les trois catégories du développement durable : demande sociale, efficacité économique, exigences écologiques. Il s'agira de faire émerger les solutions les plus conformes au développement durable, caractérisées par un fonctionnement plus local, sans négliger la localisation des établissements économiques et les flux de marchandises.

Le projet *DAMA*, quant à lui, est issu des réflexions sur la « ville lente ». Il utilise le réseau viaire comme outil et non comme donnée, pour simuler de nouvelles structures morpho-fonctionnelles aboutissant à modifier les conditions actuelles de la mobilité, en variant la vitesse « pour tendre vers des configurations urbaines plus durables » et échapper à la dépendance à l'égard de l'automobile³.

Le projet *Loc Ex*, de son côté, utilise l'économie expérimentale pour étudier les relations entre le coût du transport et les choix de localisation résidentielle en milieu urbain, en testant divers modèles de rente foncière. L'objectif est d'aider à la décision publique en montrant « en laboratoire comment les politiques publiques affectent l'arbitrage entre coût du transport et rente foncière pour produire de nouveaux équilibres de localisation résidentielle »⁴.

Les deux autres réponses portaient sur des sujets précis, les plans de déplacements d'entreprise et le stationnement, envisagés dans la perspective de la localisation résidentielle et des activités⁵.

1. ARCADIS, Ray Jean-Baptiste – ADEME/DRI – *RUPTURES. Scénarios de rupture et mobilités (transport et résidentielle)*.

2. THEMA [Univ. Franche-Comté], Antoni Jean-Philippe et Frankhauser Pierre – DRI – *VILMODes. Ville et mobilité durable : évaluation par la simulation*, la recherche utilise notamment les modèles *FretUrb*, *Mobisim* et *Mup City*, développés tous les trois dans le cadre du Predit.

3. ESPACE [Univ. Avignon], Genre-Grandpierre Cyrille – DRI – *DAMA. Vers de nouvelles dynamiques de localisation des ménages et des activités dans les territoires urbains pour décourager l'accessibilité et mobilité automobile*. Voir le chapitre 13 du présent ouvrage.

4. CREM [Univ. Rennes 1], Denant-Boemont Laurent – DRI – *LOC-EX. Choix de localisation, congestion urbaine et coûts des transports : études expérimentales*. Voir le chapitre 19 du présent ouvrage.

5. IDDR-CRESGE [Institut catholique Lille], Bourel Benoît – ADEME/DGITM – *CoM-MoCLES. Contribution du management de la mobilité aux choix de localisation des entreprises et des salariés* ; SARECO, Gantelet Eric – ADEME, TSAR. *Taxation du Stationnement, Auxiliaire de la Re-localisation*.

Ces divers projets complétaient d'autres recherches, précédemment lancées, abordant le thème de la localisation, en particulier une recherche sur la « ville cohérente »⁶ simulant une plus grande proximité en Île-de-France et montrant qu'une part importante de la population était déjà localisé de façon appropriée.

Le GO 6 a poursuivi dans son exploration du monde nouveau qui s'ébauche, en lançant son appel à proposition 2013, intitulé *Crise, évolution des modes de vie, mobilité et politiques de transport*. Cet appel comprend deux axes. L'un porte sur une approche systémique et de long terme dans l'analyse de la situation et de son évolution, notamment sous l'angle des comportements et des modes de vie, en insistant sur la question des données. L'autre axe, plus appliqué, porte sur les priorités et les outils des politiques de transport, en insistant notamment sur les effets redistributifs.

Cet appel fait lui aussi une place à la question de la localisation et de la proximité, dans la perspective d'une réponse à la crise actuelle, avec le souci non seulement de faire apparaître les mécanismes et les manifestations de cette crise, mais aussi de favoriser en général l'aide à la décision par la recherche et le perfectionnement des outils de régulation.

6. OEIL [Univ. Paris 12], Orfeuil Jean-Pierre, *Le concept de ville cohérente : réponse aux débats entre ville étalée et ville compacte*, voir le chapitre du présent ouvrage consacré à cette recherche et le livre paru dans la collection du Predit, série « Recherches » : Emre Korsu, Marie-Hélène Massot, Jean-Pierre Orfeuil, *La ville cohérente – Penser autrement la proximité*, La Documentation Française, 2012.

La ville et le facteur 4 à l'horizon 2050

Yves Crozet

Laboratoire d'Économie des Transports – Université de Lyon (IEP)
président du GO 6 du Predit « Politiques de transport »

*Une manière commode de faire la connaissance d'une ville
est de chercher comment on y travaille, comment on y aime
et comment on y meurt.
Albert Camus, La Peste*

INTRODUCTION

Durant plusieurs décennies, l'an 2000 a joué le rôle d'horizon mythique. Les prospectivistes des années 60 comme H. Kahn et A. Wiener¹ annonçaient que les progrès de la technologie conduiraient à une société d'abondance caractérisée notamment par l'accès de tous à la vitesse, symbole de la modernité. Cette vision des choses n'était pas qu'une vue de l'esprit. Nos déplacements se font aujourd'hui beaucoup plus rapidement qu'il y a un demi-siècle. Conformément à la conjecture de Zahavi (1980), il en a résulté une croissance des distances parcourues du fait de la transformation des gains de temps en allongement de la portée moyenne des déplacements. Les formes urbaines ont ainsi été transformées. Là où la faible vitesse moyenne de déplacement imposait la densité et une ville compacte (Wiel, 2000), l'accroissement des vitesses et de la portée des déplacements a autorisé la dé-densification et l'étalement urbain (Bussière, 1972).

Ce bref rappel des tendances constatées dans les dernières décennies est utile pour se projeter à l'horizon 2050. Que seront devenues les villes et la mobilité urbaine à cet horizon qui n'est pas celui de notre

1. Herman Kahn and Anthony J. Wiener, *The Year 2000. A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, Macmillan, 1961.

génération ? Faut-il envisager une poursuite des tendances passées avec des politiques publiques orientées vers des vitesses de déplacement maintenues, voire accrues (TER, TERGV, voire TGV pour la mobilité quotidienne) ? Ou doit-on au contraire considérer que face aux contraintes climatiques, mais aussi énergétiques et financières, de profondes remises en cause sont à envisager ? Nous nous proposons dans ce chapitre d'aborder la seconde branche de cette alternative en nous concentrant sur les facteurs de rupture liés à la contrainte du facteur 4 (division par 4 des émissions de CO₂ à l'horizon 2050). Nous ne chercherons pas, en quelques pages, à décrire les formes urbaines en 2050. Nous nous concentrerons sur un seul aspect de la vie en ville, la mobilité comme *manière commode de faire la connaissance d'une ville*, fut-ce celle du futur.

Nous le ferons en nous concentrant sur la mobilité des personnes dans les différents espaces qui sont aujourd'hui, peu ou prou polarisés par les modes de vie urbains. Nous commencerons notre travail par rappeler ce qu'est aujourd'hui la mobilité quotidienne des personnes en France ; comment certaines régularités mais aussi certaines inflexions apparaissent dans la diversité des comportements et font que les modes de vie urbains ne caractérisent pas que les villes-centres. Dans un second temps, nous nous centrerons sur la contrainte climatique, celle qui a fait apparaître l'horizon 2050 sur l'agenda collectif. Comment peut-elle peser sur la mobilité des personnes et l'organisation urbaine. Comment les politiques publiques peuvent-elles se préparer aux ruptures ?

LA VILLE ET LA MOBILITÉ QUOTIDIENNE : DIVERSITÉS ET RÉGULARITÉS

En France, au début des années 2000, chaque résident parcourait environ 14 000 kilomètres par an, près de 40 kilomètres par jour. Sur ce total, plus des deux tiers correspondaient à la mobilité quotidienne, à moins de 50 km (CGPC, 2006). Cette réalité est le fruit du couplage entre croissance économique et mobilité (Schafer, 2000, 2009). En matière de mobilité des personnes, tout se passe à long terme comme s'il existait une véritable loi d'airain (Crozet, 2009) associant la croissance de la mobilité à celle des revenus. Ce que l'économiste traduit comme une élasticité positive entre mobilité et variation du revenu. Mais dans la mesure où les budgets temps de transport sont relativement constants, ou faiblement croissants (Crozet, 2005), l'allongement des distances parcourues ne peut se faire que par une progression de la vitesse moyenne de déplacement.

Or, cette recherche de vitesse accrue vaut de moins en moins dans les zones urbaines. Les vitesses de déplacement y sont stables, voire, première inflexion significative, en diminution depuis quelques années, du fait de la congestion routière mais aussi des politiques publiques favorisant les modes de transport lents. Les tendances récentes de la mobilité urbaine doivent donc être rappelées car elles témoignent de la façon dont les individus combinent, sous contraintes, leurs « choix » en matière de consommation de temps et d'espace. Au-delà des contraintes liées à la diversité des localisations, des régularités se manifestent dans la variété des comportements. Elles limitent la portée du débat sur les formes urbaines.

Mobilité des personnes, un arbitrage entre consommation de temps et consommation d'espace

L'Enquête Nationale Transport et Déplacements (ENTD), conduite en 2007 et 2008, nous donne une vue synthétique des évolutions récentes de la mobilité des personnes en France. En une quinzaine d'années (la précédente ENTD datait de 1993-1994), les distances parcourues par tête ont progressé d'un peu plus de 10 % ce qui confirme l'hypothèse du couplage entre mobilité et croissance économique. Comme le produit intérieur brut (PIB) par tête a progressé d'environ 25 % pendant la période, cela signifie que sur la période a été constatée une élasticité de 0,4 (10 % / 25 %) entre la mobilité et le PIB. Cette valeur de 0,4 vaut tant pour la mobilité à grande distance que pour la mobilité locale qui ont progressé respectivement de 10,2 et de 10,1 %.

Cette moyenne cache des différences importantes d'une catégorie sociale à l'autre, révélant ici certaines formes de saturation et là une fringale confirmée de mobilité. Ainsi les inactifs ont vu leur mobilité locale diminuer de 20,4 %, alors que leur mobilité à longue distance progressait dans le même temps de plus de 16 % ! Dans le même temps, les actifs n'ont accru que de 0,8 % leur mobilité locale, mais de 6,6 % leur mobilité à longue distance. Cette dernière, la seule qui peut encore offrir des gains de vitesse grâce à l'avion et au TGV, connaît donc un réel succès, notamment auprès des retraités qui ont accru de plus de 40 % leur mobilité longue distance. Mais leur mobilité locale a progressé aussi de plus de 40 % ! Avec ce dernier exemple, on découvre que la hausse des revenus, significative pour la catégorie des retraités durant cette période, reste un facteur clé de progression de la mobilité. Laquelle est d'autant plus aisée lorsque le budget-temps de transport (BTT) est moins contraint, parce que l'on dispose de plus de temps et parce que l'on peut éviter les heures de pointe.

Tableau 1
La mobilité des personnes en France

	Mobilité locale	Mobilité longue distance	Mobilité totale
ENTD 1993-1994 Distance annuelle	7 900 km	5 350 km	13 250 km
ENTD 1993-1994 Distance moyenne quotidienne	21,6 km	14,7 km	36,3 km
ENTD 2007-2008 Distance annuelle	8 700 km	5 894	14 594
ENTD 2007-2008 Distance moyenne quotidienne	23,8 km	16,2 km	40 km

Source : D. Verry, Certu

Une autre façon de souligner la grande diversité des pratiques est d'observer les différences de mobilité selon le lieu de résidence. Les habitants des villes n'ont sans doute pas les mêmes comportements que ceux des banlieues ou des zones rurales. Pour tester cette hypothèse d'une détermination, fut-elle partielle, des comportements de mobilité par le lieu de résidence, nous avons distingué (Enerdata-Let, juin 2013) quatre types de lieux d'habitat². L'ENTD nous a permis d'estimer les effectifs concernés par chaque catégorie :

- les « villes-centres » rassemblent 11,5 millions d'habitants (20,5 % de la population³) ;
- les « banlieues et zones péri-urbaines » de ces villes-centres abritent 16,5 millions de personnes (29,6 %) ;
- les « petites villes » comptent 11,1 millions d'individus (19,8 %) ;
- les « zones rurales » regroupent, en y incluant l'habitat diffus, 16,8 millions d'habitants (30,1 %).

Selon les lieux de résidence, les caractéristiques diffèrent. Le tableau 2 en donne une première illustration en présentant, pour la seule mobilité locale de l'ENTD (moins de 80 km du domicile), les

2. Au cœur de cette classification originale, se trouve l'idée que les villes-centres sont déjà marquées par le ralentissement des vitesses de déplacement, lequel est compensé par la proximité des services et activités. Dans les banlieues au contraire les distances à parcourir restent fortes et traduisent une dépendance à la vitesse. Dans les deux autres types d'habitat, la vitesse routière est élevée mais la densité des activités possible reste faible. En quoi ces caractéristiques déterminent-elles la mobilité ?

3. Seules les personnes de plus de 6 ans sont prises en compte, soit 55,8 millions d'habitants.

BTT quotidiens, les distances moyennes par jour, la vitesse moyenne de déplacement, les distances moyennes par déplacement et les émissions moyennes de CO₂ par jour. Là encore, les moyennes cachent des écarts importants.

- Le BTT quotidien moyen est de 56,4 minutes par personne, mais les habitants des villes-centres ont un BTT supérieur de 20 % à celui des résidents des zones rurales.

- Ces derniers font pourtant presque deux fois plus de kilomètres que les urbains (31,2 km contre 17,8) car leur vitesse moyenne de déplacement est sensiblement plus élevée (36,9 km/h contre 17,3).

- Opportunité donnée par la vitesse ou contrainte consécutive à la faible densité, chaque déplacement en zone rurale est presque deux fois plus long qu'en ville-centre. (11,7 km contre 6,3).

- Comme ces déplacements se font à 81 % en automobile, les émissions moyennes de CO₂ des habitants des zones rurales représentent le double de ceux des villes-centres.

Tableau 2

Quelques indicateurs de mobilité en fonction du lieu de résidence

	Villes-centres	Banlieues et zones péri-urbaines	Petites villes	Zones rurales	Ensemble
BTT en minutes par jour et par personne	61,5	62,0	52,0	50,7	56,4
Distance moyenne en km/jour/personne	17,8	23,2	26,2	31,2	25,5
Vitesse moyenne en km/h	17,3	22,4	30,2	36,9	27,1
Distance moyenne/déplacement/ personne/jour	6,3	8,4	9,6	11,7	9,4
Émissions moyennes de CO ₂ en grammes / jour / personne	2 449	3 479	3 983	4 824	3 860

Source : Enerdata-Let, juin 2013

Au-delà des différences que nous venons de mettre en lumière, le tableau 2 montre en quoi les comportements de mobilité constituent un arbitrage entre consommation de temps et consommation d'espace, en fonction de l'accessibilité offerte par les divers lieux de résidence. On peut définir l'accessibilité comme la combinaison de deux facteurs

antagonistes que sont d'une part la présence d'opportunités (emplois, logements, lieux de loisirs), qualifiées « d'éléments moteurs du déplacement », et d'autre part, le coût du déplacement (distance, temps généralisé ou coût généralisé) envisagé comme « l'élément résistant du déplacement ». Les opportunités sont directement liées à la densité des activités possibles implantées dans une zone⁴. Le coût généralisé dépend lui du prix du déplacement mais aussi et surtout de la vitesse possible. Mais cette dernière n'est pas une panacée. Ainsi, même avec une vitesse moyenne de déplacement deux fois supérieure à celle des villes-centres, les zones rurales ne sont pas dotées d'une forte accessibilité du fait de la faible densité des opportunités.

Les calculs d'accessibilité montrent au contraire que ce sont les zones les plus denses qui offrent les plus hauts niveaux d'accessibilité, malgré des vitesses de déplacement faibles⁵. Aussi, ne doit-on pas se tromper d'analyse lorsqu'il s'agit de comprendre pourquoi les BTT sont plus élevés dans les villes-centres qu'en zone rurale. Ce n'est pas la relativement faible vitesse de déplacement dans les zones denses qui oblige à passer plus de temps dans les transports. C'est bien plutôt la masse des opportunités accessibles qui incite à accroître le BTT pour mieux profiter des richesses de l'urbanité. Bien évidemment, l'habitant des zones urbaines peut regretter que sa vitesse moyenne de déplacement soit faible, mais si elle devait croître, ce n'est pas le BTT qui diminuerait mais la distance parcourue qui augmenterait. Car le choix rationnel serait alors de saisir de nouvelles opportunités de localisation pour se loger ou trouver un emploi. Comme nous l'avons montré (Crozet et Joly, 2004), l'hypothèse de Zahavi sur la constance des BTT n'est qu'une base de travail qui aide à mettre le doigt sur un effet de cliquet. Les BTT ne baissent pas quand la vitesse augmente car le temps gagné est réinvesti en consommation accrue d'espace. Mais s'ils sont rigides à la baisse, les BTT ne le sont pas à la hausse. Une augmentation des opportunités accessibles, que ce soit du fait d'une plus forte densité ou d'une plus grande vitesse de déplacement, peut se traduire par un accroissement des BTT, au moins pour une partie de la population.

L'accessibilité et la ville : des régularités de comportement

Raisonné en termes d'accessibilité nous permet de comprendre pourquoi la ville est l'objet de tant d'attention de la part des chercheurs

4. Voir, dans cet ouvrage, le chapitre rédigé par Aurélie Mercier.

5. Sur les mesures et cartes d'accessibilité, se reporter à l'ouvrage dirigé par J.P. Antoni, *Modéliser la ville*, Economica, 2010, chapitre intitulé « MOSART et le projet PLAINSUDD : une plate-forme de modélisation et de simulation de l'accessibilité pour l'aide à la décision et l'aménagement du territoire », p. 186-210.

mais aussi des pouvoirs publics qui les financent⁶. Si la ville polarise l'attention, c'est parce qu'elle représente l'horizon des modes de vie modernes. Les banlieues et zones péri-urbaines, qui rassemblent près de 30 % de la population française, en témoignent tout comme les petites villes qui en rassemblent 20 %. Dans ces espaces, l'ambition de beaucoup est, en franchissant des distances plus élevées, de tendre vers les niveaux d'accessibilité offerts par la densité des villes-centres. Quant aux zones rurales, elles sont de plus en plus souvent absorbées dans des aires urbaines qui ne cessent de s'étendre. C'est un autre exemple de la polarisation qu'exercent les villes, un phénomène qui nous permet d'affirmer qu'il est peu pertinent aujourd'hui de distinguer entre l'urbain et le rural puisque, au moins pour une partie de la population, les mêmes mécanismes y sont à l'œuvre sous la forme de recherche, par différents moyens, d'une meilleure accessibilité. Pour la même raison, la quête de la forme urbaine optimale ou la stigmatisation trop facile de l'étalement urbain nous semblent représenter des fausses pistes.

Comme d'autres (Charmes, 2011), nous pensons qu'il faut éviter de se polariser sur les densités et les formes urbaines prétendument optimales. L'horizon 2050 n'est pas pour nous un moyen de promouvoir un modèle de ville ou d'urbanisme mais de s'interroger sur l'évolution de la diversité des comportements pour un même choix résidentiel. Ces comportements seront-ils plus ou moins flexibles que les choix de localisation en cas de contraintes fortes sur la mobilité ? Car si nous avons souligné les différences de BTT moyens ou de distances moyennes parcourues entre zones rurales et banlieues, la dispersion autour de ces moyennes est extrêmement forte à l'intérieur de chaque catégorie. En d'autres termes, s'il existe une régularité liée au lieu de résidence (dis-moi où tu habites et je te dirai quelle est ta mobilité !) d'autres régularités sont à l'œuvre, plus puissantes encore, liées aux niveaux de revenu, à l'âge, à la taille du ménage, etc.

Le tableau 3 donne une estimation de cette dispersion. Il montre, pour chacun des espaces considérés, comment sont distribués les BTT et les distances parcourues en présentant pour chacun la moyenne, la médiane ainsi que le seuil marquant la limite supérieure des premier et troisième quartiles.

6. Cet ouvrage en est un bon exemple, il témoigne de la continuité des efforts développés au sein du Predit depuis près de 20 ans.

Tableau 3
La dispersion des indicateurs de mobilité

	BTT Villes- centres (mn)	Distance Villes- centres (km)	BTT Banlieues + périurbain (mn)	Distance Banlieues + périurbain (km)	BTT Petites villes (mn)	Distance Petites villes (km)	BTT Zones Rurales (mn)	Distance Zones rurales (km)
Moyenne	61,5	17,8	62	23,2	52	26,2	50,7	31,2
Médiane	53,6	11,5	53,6	16,6	42,4	16,7	42,9	23
1 ^{er} quartile	28,1	4,6	28,1	6,5	21,4	5,5	20	7,9
3 ^e quartile	85,7	22,6	85,7	32,7	72,9	37,5	71,1	45,3
Ratio 3 ^e quartile/ 1 ^{er} quartile	3,04	4,91	3,04	5,03	3,40	6,81	3,55	5,73

Source : Enerdata-Let, juin 2013

Ainsi, 25 % des résidents des villes-centres, mais aussi des banlieues, ont un BTT supérieur à 85 minutes par jour pour les déplacements locaux. Le ratio 3^e quartile sur premier quartile atteint 3,04 pour ces deux catégories et il est plus important encore pour les petites villes et les zones rurales. Cela confirme la diversité des comportements de mobilité à l'intérieur de chaque type résidentiel. Les indicateurs de dispersion concernant les distances parcourues illustrent le diagnostic de façon encore plus nette avec des ratios 3^e quartile sur 1^{er} quartile évoluant entre 4,91 et 6,81. Dans chacune des catégories, nous trouvons donc 25 % des personnes peu mobiles et 25 % qui le sont beaucoup plus, au moins 5 à 6 fois plus en termes de distances parcourues ! Le fait que la moyenne soit partout supérieure à la médiane témoigne d'une distribution asymétrique. Une forte minorité de personnes se déplaçant beaucoup tire la moyenne vers le haut. Ce sont ces individus, disposant souvent de niveaux de revenu et de qualification supérieurs à la moyenne qui font la majorité des forts éloignements entre résidence et activité. Si la ville a du mal à être cohérente (Korsu, Massot et Orfeuil, 2012), c'est parce que les processus individuels ou familiaux d'optimisation ne coïncident pas pour tous avec l'objectif de réduction des distances parcourues. Pour une forte minorité, l'allongement des distances est au contraire, pour l'un au moins des membres du ménage, une des conditions de la conciliation entre vie de famille et vie professionnelle.

Raisonné à l'horizon 2050 et aux effets potentiels de contraintes accrues sur la mobilité des personnes suppose donc de ne pas se polariser sur le lieu de résidence mais sur les personnes les plus mobiles. Évidemment, les résidents des villes-centres sont moins captifs que les autres de la voiture particulière. Seuls 47 % des déplacements dans les villes-centres se font en automobile contre 63 % dans les banlieues,

70 % dans les petites villes et 81 % dans les zones rurales. Au contraire, la marche à pied représente 34 % des déplacements dans les villes-centres contre, respectivement, 24, 21 et 12 % dans les autres espaces. Notons que les transports en commun, y compris le train, ne représentent que 13 % des déplacements dans les villes-centres contre 9,4 et 3 % respectivement. De tels chiffres pourraient renforcer le discours « environnementalement correct » sur la vertu de la densité des villes-centre. Mais vouloir concentrer la population dans les villes-centres au motif que les émissions de CO₂ par tête y sont moindres est aussi faussement naïf que de « *construire les villes à la campagne car l'air y est plus pur* » (Alphonse Allais). Pour mesurer le choc que pourraient représenter des contraintes accrues sur la mobilité, nous préférons observer les changements de comportements que cela impliquerait, au moins aussi importants que la répartition spatiale des populations.

2050 : DES SCÉNARIOS POUR ANTICIPER LES RUPTURES

En 1978, Thomas Schelling publiait un ouvrage au titre évocateur : *Micromotives and macrobehaviors*. Il y insistait sur le fait que des effets de composition, comme la congestion routière ou la ségrégation sociale, étaient le résultat d'une somme de décisions individuelles rationnelles dont l'agrégation conduisait à un effet non voulu. Un tel raisonnement s'applique bien sûr à la situation provoquée par le rejet dans l'atmosphère des gaz à effet de serre, et notamment par ceux qui proviennent des moyens de transport modernes, gros utilisateurs de combustibles fossiles. Dans la mesure où la mobilité des personnes se développe avec la croissance économique, chaque décision individuelle de mobilité motorisée aggrave le problème à l'échelle globale.

Face au risque climatique et au renchérissement des coûts de l'énergie, nous proposons d'inverser la formule de Th. Schelling. Des contraintes globales (*macromotives*) ne vont-elles pas obliger à modifier les comportements individuels (*microbehaviors*) ? Comme le titre de la traduction française de l'ouvrage de Th. Schelling était « La tyrannie des petites décisions », faisons dans cette seconde partie l'hypothèse que, d'ici à 2050, une « tyrannie climatique » obligerait à une rupture dans les comportements de mobilité du fait d'un coût croissant de la mobilité motorisée. N'oublions pas qu'en France, comme dans de nombreux pays industrialisés, la loi a fixé comme objectif, à l'horizon 2050, la division par quatre ou cinq des émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990. Cet objectif drastique répond à la recommandation des experts du GIEC qui préconisent de limiter la

concentration de dioxyde de carbone à moins de 450 parties par million en volume. Pour atteindre cet objectif, il faut réaliser une division par deux des émissions mondiales de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Ce qui signifie une division par quatre, pour le moins, des émissions de gaz à effet de serre des pays industrialisés sur la même période afin de ne pas compromettre les perspectives de développement des pays en développement. C'est ce « facteur 4 » que nous appliquons dans deux scénarios alternatifs dont nous évaluerons ensuite les effets sur les comportements individuels et les politiques publiques.

*Contrainte climatique et crise économique :
la résistance de la mobilité locale*

Afin d'évaluer les impacts de contraintes fortes sur la mobilité des personnes, nous avons développé, grâce au modèle TILT (Crozet et Lopez-Ruiz, 2010, 2011, 2012), un scénario tendanciel et deux scénarios alternatifs de mobilité. Ils ont été construits dans une logique de *backcasting* (Banister *et al.*, 2005) ce qui signifie que nous avons d'abord fixé des objectifs d'émission de CO₂ en 2050 puis, sous certaines hypothèses, nous en avons déduit les indicateurs de mobilité qu'il fallait atteindre pour respecter la contrainte. Au cœur de ces scénarios, se trouvent deux choix cruciaux :

- Le premier concerne l'évolution des comportements. Dans les deux scénarios alternatifs, nous avons supposé que l'élasticité vitesse/PIB deviendrait nulle pour les passagers ce qui se traduirait par une hausse de la mobilité globale plus réduite que dans le scénario tendanciel appelé Pégase, car il reste marqué par la préférence pour la vitesse.

- Le second concerne le contexte économique. Au lieu de faire l'hypothèse d'une croissance économique de 1,5 % par an à l'horizon 2050 (Enerdata-LET, 2008), nous avons tenu compte des impacts de la crise de longue durée débutée en 2008. Nous avons donc estimé que la croissance serait proche de 1,5% par an dans le scénario tendanciel, mais de 0,9 % et 0,6 % seulement par an dans les deux scénarios alternatifs. Dans une logique de couplage, cela réduit la demande de mobilité (l'élasticité distance/PIB reste supérieure à 0).

Mais comme le montre le tableau 4, la moindre croissance de la mobilité porterait surtout sur la mobilité à longue distance. Par contre la mobilité locale resterait, dans tous les scénarios, relativement importante, supérieure d'environ 20 % à ce qu'elle est aujourd'hui (données dans le tableau 1).

Tableau 4
Trois scénarios de mobilité à l'horizon 2050

	Scénario tendanciel Pégase/Phénix	Scénario alternatif 1 Chronos/Pénélope	Scénario alternatif 2 Hestia/Cassandre
Croissance tendancielle du PIB (%/an)	1,4	0,9	0,6
Emissions de CO ₂ (en millions de tonnes/an et en % du niveau 2000)	22 36%	12 19%	11 17%
Mobilité totale Km/personne/an	20400	17800	16200
Mobilité totale Km/personne/jour	55,9	48,7	44,4
Mobilité longue distance Km/personne/an	9 588	6 942	5 832
Mobilité courte distance Km/personne/an	10 812	10 858	10 368

Source : Enerdata-Let, mai 2013

Voici, pour les politiques publiques, un enseignement majeur du travail de prospective. La double contrainte climatique (facteur 4) et économique (crise de longue durée) réduit fortement la mobilité à longue distance (dans le scénario Hestia, elle est en 2050 presque la même qu'aujourd'hui), mais impacte peu la mobilité locale. La distance totale parcourue progresse beaucoup moins quand on s'éloigne du scénario tendanciel. Mais la mobilité locale est presque au même niveau dans chacun des scénarios.

– Dans le scénario alternatif 1⁷, des contraintes économiques et réglementaires ont réduit l'accès à la vitesse pour la mobilité locale. Mais la demande de mobilité reste forte. Les distances parcourues continuent à augmenter. Il en résulte donc un accroissement des budgets temps de transport d'environ 20 %. La mobilité devient par conséquent de plus en plus consommatrice de temps, chronophage (d'où le nom de « Chronos »). Même si les contraintes climatiques et énergétiques sont fortes, les individus poursuivent la fuite en avant vers la hausse des distances parcourues, sans pour autant que la vitesse moyenne augmente. Domine ici une logique où une hausse du prix de

7. Pour tenir compte de la crise économique, les noms des scénarios de 2007 ont été adaptés. Chronos est devenu Chronos Pénélope car la reprise se fait attendre sans jamais arriver. Le scénario Hestia est associé au nom de Cassandre car les 15 premières années (2010-2025) sont caractérisées par une croissance négative (- 0,5 % par an). La reprise, modeste, vient après. Il n'y a que dans Pégase-Phénix que après une décennie perdue, se manifeste une reprise économique soutenue et durable.

l'utilisation de la voiture entraîne une hausse dans l'usage des transports en commun. Cette perspective est en ligne avec les choix des politiques publiques visant à développer des transports en commun plus nombreux et plus performants. Mais ce glissement vers les transports en commun modifie le budget des ménages, qui réinvestissent les gains issus du passage à un mode relativement moins cher. Une partie pourrait être réinvestie en relocalisation, pour s'approcher des infrastructures de transports en commun qui peuvent assurer une vitesse relativement élevée de déplacement (rail). En conséquence, dans Chronos, grâce à l'accroissement de la vitesse moyenne sur le rail, la logique de l'accroissement des distances peut être maintenue. Mais cela se fait au prix de lourds investissements en infrastructures et sans doute aussi en subventions croissantes de fonctionnement qui vont poser des problèmes en période de rareté des fonds publics. Les impôts devraient être fortement augmentés.

– Dans le scénario alternatif 2, la réduction des vitesses moyennes obère la hausse tendancielle des distances parcourues, surtout pour les longues distances. Cela signifie une nouvelle hiérarchie des préférences. De la préférence pour la mobilité et la variété, voire l'exotisme, les individus passent à une préférence pour la proximité et à une mobilité rationalisée. C'est la raison du qualificatif « Hestia » pour ce scénario, nom donné dans la mythologie grecque à la déesse du foyer. Dans cette perspective, la maximisation de l'utilité se fonde sur la recherche d'une distance réduite entre les activités. Les résidences et les commerces devront se rapprocher tout comme les écoles, les lieux de loisirs et les services de proximité. Ce qui suppose là aussi des investissements importants. Mais le nombre d'activités n'est pas moindre, ce qui explique le poids maintenu de la mobilité à courte distance, y compris avec des automobiles peu ou prou dé-carbonées. On notera que tous les scénarios, même le scénario tendanciel, s'accompagnent d'une baisse très importante des émissions de CO₂ pour la mobilité des personnes. Le scénario Pégase atteint le facteur 3, et les deux autres, respectivement, les facteurs 5 et 6. Ce résultat est lié aux hypothèses optimistes que nous avons adoptées à propos du progrès technique (Crozet et Lopez-Ruiz, 2011) et au fait qu'il est beaucoup plus facile d'atteindre une mobilité dé-carbonée pour la mobilité des personnes que pour la mobilité des marchandises car les transports routier et maritime de fret vont encore longtemps rester dépendants du pétrole (Samarcande, 2011).

Dans ces scénarios alternatifs, les individus sont conduits à réexaminer leurs choix de mobilité car la hausse des coûts (coût monétaire

et/ou coût temporel) modifie le ratio « utilité d'un déplacement » rapportée à son coût. Pourrions-nous alors passer d'une logique universelle de couplage à certaines formes de découplage entre croissance économique et mobilité ? Pour cela, nous allons montrer que les scénarios alternatifs correspondent bien à des ruptures car ils sont fondés sur des modifications en apparence bénignes des comportements, mais qui constituent des ruptures dans les préférences et les choix des individus et donc dans les orientations des politiques publiques.

Comportements individuels et politiques publiques

Dans le scénario Chronos, nous avons fait l'hypothèse que de nombreux ménages réagissent à la hausse du coût de la mobilité par une hausse de la part relative de leur budget consacrée aux transports. Cela signifie concrètement que pour conserver la mobilité qui est associée à certaines activités, le ménage est prêt à dépenser plus en valeur absolue, fut-ce en réduisant d'autres dépenses considérées comme moins importantes. Il est alors nécessaire d'abandonner l'hypothèse du bien « transport » comme un bien homogène et « normal⁸ » et de faire la distinction entre une mobilité qui relève de la catégorie des biens inférieurs et une mobilité qui s'inscrit dans la catégorie des biens supérieurs.

– Celle qui relève de la catégorie des biens inférieurs est celle dont la part relative s'accroît quand le revenu diminue. C'est typiquement le cas d'un ménage localisé en zone péri-urbaine soudainement confronté à la hausse du prix des carburants (Ortar, 2009). La mobilité est tellement importante pour ce ménage, puisque c'est elle qui lui assure son revenu, que d'autres consommations seront réduites en part relative (chauffage, loisirs...). Car le propre d'un bien inférieur est de devenir crucial quand le revenu diminue. Pour des ménages placés dans une telle situation, la conséquence de la hausse des prix des carburants est que la part du budget consacrée à ces dépenses augmente. Le scénario Chronos considère que faute de pouvoir modifier leur localisation (notamment du fait du coût du foncier et des mutations foncières), de nombreux ménages connaîtront une hausse de la part relative du revenu consacrée à la mobilité. Ce sera notamment le cas pour les catégories sociales à revenu faibles et moyens, fortement dépendantes la mobilité automobile (zones péri-urbaines, petites

8. Les économistes qualifient de « normal » un bien dont les quantités consommées augmentent dans la même proportion que le revenu. Si la proportion est moindre il s'agit d'un bien inférieur, et supérieur dans le cas contraire.

viles, zones rurales). La même hausse de la part du budget consacrée à la mobilité pourrait provenir du développement de l'électro-mobilité dont le pari réside sur une baisse du coût d'utilisation permettant de compenser la hausse du prix d'achat (coût des batteries).

– Mais dans le même temps, certaines formes de mobilité s'apparentent à un bien supérieur. Il en est ainsi des destinations offertes par le transport aérien qui demeurent attractives même si le coût relatif augmente. Pour ce type de mobilité, certains ménages dont les revenus vont continuer à croître accepteront la hausse du coût de la mobilité car les opportunités qui lui sont liées représentent « un luxe » qu'ils pourront encore s'offrir, fût-ce ponctuellement.

C'est donc parce que les ménages captifs aux revenus modestes d'une part, et les ménages aisés d'autre part, acceptent de payer relativement plus pour différents types de mobilité, que le scénario Chronos suppose une hausse globale de la part du budget des ménages consacrée à la mobilité. Face à cette demande maintenue de mobilité, les politiques publiques doivent se montrer incitatives mais aussi contraignantes.

– Elles doivent mettre en place des politiques de renouvellement rapide du parc automobile pour que le progrès technique fasse baisser la consommation moyenne des véhicules et donc les émissions de CO₂. Les progrès techniques pour les véhicules légers sont au cœur de la baisse importante des émissions qu'envisage le scénario pour les passagers.

– Elles doivent annoncer que la hausse des prix des carburants sera une tendance longue et que la mobilité automobile ne sera pas subventionnée. Il est même probable qu'elle doive être tarifée, ne serait-ce que pour dégager des moyens financiers afin de venir en aide aux captifs.

– Elles doivent encourager un usage plus rationnel de l'automobile (auto-partage, covoiturage...) mais aussi, lorsque cela est possible, un usage plus rationnel de l'espace afin que les choix de localisation soient plus liés à l'offre de transports collectifs. Cela est valable pour les couronnes péri-urbaines mais aussi, pour partie, en zones rurales. Le mitage du territoire doit être combattu.

– Elles doivent mettre sous pression le secteur du transport aérien, notamment avec le système des permis négociables.

Le message central du scénario Chronos est donc qu'il doit devenir connaissance commune que le prix du transport va croître tendanciellement, ce que l'on retrouve dans l'autre famille de scénarios.

Dans le scénario Hestia, la logique d'ajustement des comportements des ménages est différente. La hausse du coût généralisé modifie ici fondamentalement les préférences. Un tri est fait entre les opportunités. D'abord car la mobilité de longue distance est réduite plus fortement par rapport aux autres scénarios⁹ et que cela profite au maintien d'une mobilité locale importante mais entièrement reconsidérée. Tout se passe comme si les ménages cherchaient toujours à maximiser le ratio utilité/coût du déplacement, mais sous contrainte de ne pas faire croître le coût total de la mobilité en pourcentage du revenu total. Le dénominateur étant fixé, une sélection entre les mobilités est opérée au numérateur de façon à ne pas dégrader le ratio. Ainsi, l'usage de l'automobile est presque systématiquement devenu collectif. Des sites performants de covoiturage permettent de partager le coût monétaire du déplacement et donc d'en maintenir le niveau. Le résultat est une préférence pour les activités aisément accessibles, ou, ce qui revient au même, une préférence pour la proximité. Le temps disponible est affecté prioritairement aux activités qui n'impliquent pas de coût monétaire trop élevé pour la mobilité.

Pour les politiques publiques, les implications sont proches de celles qui découlaient du scénario Chronos : large renouvellement du parc automobile, hausse assumée des prix du carburant, usage plus collectif de la voiture particulière, contraintes sur le transport aérien et développement des transports collectifs. La mobilité automobile étant entrée dans une zone de rendements décroissants, les transports collectifs sont dotés d'une nouvelle mission. Ils ne sont plus seulement destinés à fournir une offre de transport public aux usagers captifs n'ayant pas accès à l'automobile. Ils doivent offrir une option alternative pertinente à la voiture avec, si possible, la capacité d'améliorer l'accessibilité. Mais pour atteindre ce résultat, on ne peut se contenter de quelques opérations symboliques comme la mise en place de vélos en libre-service ou le développement de quelques voies de bus réservées. Compte tenu des succès rencontrés tant par les trains régionaux que par les lignes de métro, de tramway ou de bus en site propre, il est nécessaire de repenser totalement l'offre de transport collectif. Les besoins d'investissement sont alors immenses alors même que les coûts de fonctionnement sont le plus souvent loin d'être couverts par les recettes commerciales. Comment faire pour financer à la fois ces

9. C'est pour cela que Hestia apparaît moins réaliste. De multiples forces poussent en effet à sacraliser le transport aérien comme le montre la décision de l'UE de reporter son système de permis d'émission négociables pour ce secteur. C'est donc plutôt des contraintes consécutives à une longue dépression économique que pourraient venir les freins à la mobilité de longue distance.

dépenses d'infrastructure et les subventions de fonctionnement ? Ce dernier point est problématique car le coût de la mobilité est alors en partie transféré des budgets privés aux budgets publics, alors même que l'usage de l'automobile va rester important.

Au début des années 2000, les investissements en infrastructures de transport représentaient en France 1,4 % du PIB, soit 18 milliards d'euros par an. La répartition se faisait ainsi : 0,9 % pour la route, 0,25 % pour le ferroviaire et 0,25 % pour les transports urbains. À l'horizon 2050, pour que les trafics puissent se développer dans les transports collectifs de façon à absorber la progression attendue des trafics, il serait nécessaire d'affecter très différemment ces 1,4 % du PIB :

- Scénario tendanciel : 0,7 % pour la route, 0,5 % pour le ferroviaire, 0,2 % pour les transports urbains.
- Scénario Chronos : 0,3 % pour la route, 1 % pour le ferroviaire et 0,1 % pour les transports urbains
- Scénario Hestia : 0,15 % pour la route, 1,1 % pour le ferroviaire et 0,15 % pour les transports urbains

Ces chiffres, par le fait même qu'ils semblent irréalistes, nous aident à comprendre l'ampleur des changements à entreprendre dans la structure et sans doute le montant des budgets publics. Le ratio de 1,4 % du PIB pourrait être dépassé car il faudra à la fois investir dans les transports collectifs et maintenir la majeure partie des investissements routiers. Il ne s'agira pas simplement d'organiser un transfert massif des financements de la route vers le rail mais de mettre en place une tarification de la route et sans doute des transports collectifs conduisant à une hausse des recettes commerciales.

Les usagers des transports seront donc obligés de payer plus pour se déplacer, que ce soit sous la forme de péage, d'abonnements, de redevances ou de taxes sur l'énergie car le besoin de financement ne concernera pas que les infrastructures. Les dépenses de fonctionnement auront aussi besoin d'argent public puisque lorsqu'un voyageur bascule de l'automobile vers les transports collectifs, il demande à la collectivité de substituer un travail rémunéré, celui des salariés de la firme de transport, à un travail non rémunéré, celui qu'il effectuait en tant que chauffeur du véhicule. Cette remarque est importante car elle pointe d'emblée le fond du problème, à savoir le transfert de coût que représente le passage du mode privé au mode collectif. Il est donc probable que nous aurons affaire à une rationalisation des dépenses publiques pour le transport collectif. Contrairement à certaines attentes, le développement des transports collectifs ne se fera que sur les axes où une massification est possible. Mais dans le même temps, des ferme-

tures de lignes ou réductions de service sont à envisager là où les taux de remplissage seront trop faibles. Comme l'a montré le Cercle des Transports (2012), il est aussi nécessaire d'envisager une baisse des coûts de fonctionnement. À l'horizon 2030, il a été montré qu'entre le fil de l'eau et une gestion plus rigoureuse du système de transport (baisse des coûts et hausse des recettes), il était possible d'éviter une hausse de la dette publique de 241 milliards sur 20 ans, soit 12 milliards par an. Comme d'autres, le secteur des transports devra contribuer au plafonnement de la dette publique.

CONCLUSION

Tel qu'il est présenté ici, l'horizon 2050 ne vise pas à décrire l'avenir. Il n'est qu'un prétexte pour comprendre ce que sera dans les prochaines décennies le nouveau contexte de la mobilité, et notamment de la mobilité urbaine. Il sera caractérisé par des modifications dont nous observons déjà les premiers signes : hausse du coût de la mobilité, préférence pour la proximité, développement des transports collectifs, usage plus collectif de la voiture particulière...

Mais nous avons aussi découvert que les ruptures ne seront pas celles que l'on croit. Si les contraintes climatiques et économiques se confirment, c'est la mobilité à longue distance (transport aérien) qui sera la plus affectée. La mobilité locale continuera quant à elle sa progression, mais en subissant de lourdes contraintes de rationalisation et de hausse des coûts pour l'utilisateur. À long terme, la principale rupture ne sera donc pas le résultat d'un choc brutal comme celui qui pourrait résulter d'une hausse très rapide des prix des carburants. Face à une situation de hausse tendancielle des contraintes sur la mobilité, les comportements vont s'adapter non pas en réduisant la mobilité globale, mais en sélectionnant les mobilités de façon à ce que l'utilité d'un déplacement reste supérieure à son coût.

Pour le dire d'une autre façon, les décennies à venir ne seront ni celles du retour à une mobilité pédestre limitée à quelques kilomètres par jour, comme au début du XIX^e siècle ; ni celle d'une profonde modification des formes urbaines. Avec la hausse du coût de la mobilité, il y aura, il y a déjà, une tendance à la densification de certains pôles. Mais même si cela peut arriver localement, nous n'assisterons pas à la désertification généralisée des petites villes et des zones périurbaines ou rurales. Dans ces espaces comme dans les villes-centres, la rationalisation de l'usage des modes de transport entretiendra la demande pour la variété des activités. Dans un monde où la hausse du revenu,

même ralentie, fait du temps la ressource la plus rare, nos petits-enfants poursuivront notre quête d'intensité dans leurs programmes d'activités. Rien à voir avec la flânerie collective qu'Albert Camus imagine dans la ville d'Oran frappée par la peste !

BIBLIOGRAPHIE

- Banister D., Hickman R., 2005, *Towards a 60% Reduction in UK Transport Carbon Dioxide Emissions: A Scenario Building Backcasting Approach*.
- Bussière R., 1972, *Modèle urbain de localisation résidentielle*, Annales du Centre de Recherche et d'Urbanisme.
- Cercle des transports, 2012, *Transport et endettement public*, 2012.
- CGPC, Conseil général des Ponts et Chaussées, 2006, *Démarche Prospective Transport 2050, éléments de réflexion*, Ministère des Transports, du Tourisme et de la Mer, Paris, 54 p.
- Charmes E., 2011, *La ville émiettée, essai sur la clubbisation de la vie urbaine*, Paris, PUF.
- Crozet Y., Joly I., 2004, « Budgets temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du « bien le plus rare », *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n° 45/2004, p. 27-48.
- Crozet Y., 2005, *Time and Passengers Transport*, 127^e Round Table of ECMT, Time and transport, OECD, Paris, p. 27-69.
- Crozet Y., 2009, *The prospect for inter-urban travel demand*, 18th Symposium of International Transport Forum, OECD, Madrid 16-18/11/2009, 28 pages, www.internationaltransportforum.org
- Crozet Y., 2010, *Driving forces of innovation in the transport sector*, ITF meeting, OECD, Leipzig May 2010, www.internationaltransportforum.org
- Crozet Y., Lopez-Ruiz H.-G., 2010, « Sustainable Transport in France : Is a 75% Reduction in Carbon Dioxide Emissions Attainable ? », *Journal of the Transportation Research Board (TRB of the National Academies)*, ISSN 0361-1981, Issue Volume 2163 / 2010, p. 124-132, DOI 10.3141/2163-14.
- Crozet Y., Lopez-Ruiz H.-G., 2011, « La voie étroite du “facteur 4” dans le secteur des transports : quelles politiques publiques, pour quelles mobilités ? », *Recherche Transports Sécurité*, vol. 27, n° 1, février 2011, p. 54-73.
- Crozet Y., Lopez-Ruiz H.-G., 2012, « Macromotives and microbehaviors : climate change constraints and passenger mobility scenarios for France », *Transport policy*, Elsevier, 15 p.
- ENERDATA-LET., 2008, *Scénarios de mobilité durable sous contrainte d'un facteur 4*. Comment satisfaire les objectifs de la France en termes

- d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution transfrontières ? Rapport final pour le Predit 3, 239 p.
- ENERDATA-LET., mai 2013, *Scénarios de mobilité durable sous contrainte d'un facteur 4*. Rapport de la tâche 3 : Définition des contenus des politiques publiques, Rapport pour le Predit 4, 37 p.
- ENERDATA-LET., juin 2013, *Scénarios de mobilité durable sous contrainte d'un facteur 4*. Rapport de la tâche 5. En quoi les politiques de transports de voyageurs (urbains et interurbains) peuvent aider à surmonter la crise ? Rapport pour le Predit 4, 60 p.
- McKinnon A.C., 2007, *CO₂ Emissions from Freight Transport in the UK*, UK Commission for Integrated Transport, London. <http://www.cfit.gov.uk/docs/2007/climatechange/index.htm>
- Korsu E., Massot M.H. et Orfeuill J.P., 2012, *La ville cohérente, Penser autrement la proximité*, La Documentation Française, 167 p.
- Samarcande études et conseil (2011), *Cinq scénarios pour le fret et la logistique en 2040*, PREDIT 4, 171 p.
- Schafer A. et alii, 2009, *Transportation in a Climate-Constrained world*, MIT Press, 329 p.
- Schafer A., Victor D.G., 2000, « The future mobility of the world population », *Transportation Research Part A* 34, p. 171-205.
- Schelling Th., 1978, *Micromotives and Macrobehaviors*, Norton.
- Stern N., 2006, *Stern Review : The economics of climate change*, HM Treasury.
- Wiel M., 1999, *La transition urbaine*, Paris, Mardaga.
- Zahavi Y. and Talvitie A. (1980), « Regularities in Travel Time and Money », *Transportation Research Record* 750, p. 13-19.

Conclusion

Francis Beaucire
Université de Paris 1

La vingtaine de chapitres qui composent cet ouvrage donne une vue panoramique sur les mutations qui marquent les mobilités et les transports, des mutations qui bouleversent un état des choses bien établi, ayant fait référence durant plusieurs décennies, au moins jusqu'au début des années 2000 malgré quelques effritements parfois bien antérieurs. Bouleversent, mais jusqu'à quel point ? Cette collection de contributions offre en même temps un point de vue sur le paysage de la recherche scientifique elle-même, un paysage en mouvement, lui aussi, par ses problématiques et ses méthodes, changeantes. Changeantes ?

Plusieurs thèmes polarisent les approches de la mobilité et des transports par les sciences sociales, l'économie, la sociologie, la géographie, l'urbanisme et la science politique. Ces thèmes et leurs connexions révèlent la complexification des problématiques, leurs entrecroisements, car personne ne semble plus ignorer que la mobilité, un bien intermédiaire au service d'activités contributives au bien-être social et à la « qualité de vie », est en étroite relation avec la distribution géographique des diverses ressources urbaines, urbaines ou pas d'ailleurs : les emplois, les commerces et les services, le patrimoine, la nature, « les autres » en général.

Cette approche de la mobilité comme élément d'un système bien plus ouvert est devenu une sorte de norme, impliquant une problématisation transdisciplinaire. Est-ce réellement nouveau ? Par certains côtés, oui, même si la nouveauté vite partagée paraît aller de soi. Par exemple, il n'y a pas si longtemps que les articulations entre les différentes approches de la mobilité sont devenues une sorte d'évidence présidant à la conception des projets de recherche dans les sciences sociales (Orfeuill) : la mobilité résidentielle (changer de maison) et la mobilité dite quotidienne (changer de lieu), la mobilité sociale (changer de statut professionnel, changer de famille) et la mobilité que l'on pourrait dire anthropologique (changer tout court, c'est-à-dire vieillir). Les

systèmes de valeurs eux-mêmes, pourtant dotés d'une grande inertie, peuvent être amenés à changer : changement de génération, changement de représentation dû à des événements majeurs, comme ceux qui affectent l'énergie, le climat, la croissance, la démographie...

Pas étonnant dans ce contexte qu'un nombre élevé de problématiques aboutissent ou prennent leur source dans les morphologies des espaces habités, fréquentés, exploités, aménagés, gouvernés, c'est-à-dire des territoires. Et la question de l'étalement urbain continue de refaire surface au travers de plusieurs problématiques (Wiel). Mais sous un angle à peu près inédit, au moins à l'horizon des années 2000 : *le périurbain*, encore admis comme une catégorie sans nuances, change de registre, si l'on peut dire : l'évaluation de ses caractéristiques au regard du développement durable et de la mobilité qui va avec est engagée dans une démarche dépourvue de préjugés négatifs (Brès). Malgré ce changement de regard qui semble devenir un nouvel incontournable de la pensée scientifique (ne pas tomber d'un excès dans l'autre, cependant, en échangeant une idéologie contre une autre), la ville compacte, l'autre incontournable hérité de notre longue histoire urbaine, paraît demeurer hors de toute évaluation critique ; serait-elle l'objet d'une sorte d'*inversion d'impensé* par rapport à la « ville éparpillée », celle des « densités dispersés », c'est-à-dire au-dessus de tout besoin d'expertise contradictoire dans le contexte partagé de la mobilité durable ? En d'autres termes, la continuité fonctionnelle des multiples configurations du fait urbain peine à s'imposer malgré les mises en système, les territoires demeurant enracinés dans des catégories encore conformes à notre culture urbaine et commodément détachables les unes des autres.

Cette continuité s'annonce probablement comme le prochain cycle de problématisation de la recherche dans la « science des territoires », après la décennie de la banalisation du périurbain. Les objectifs de mobilité poursuivis par les politiques publiques de développement durable remettent en selle la proximité géographique, que l'accroissement différencié des vitesses avait rejeté dans une sorte d'arrière-plan archéologique (le temps de déplacement a pourtant été, de tout temps, la vraie bonne mesure de la distance, de la vieille notion de banlieue à la territorialisation départementale de la France durant la Révolution). Ce que la recherche apporte à la question renouvelée de la proximité est d'une double nature : d'une part, la proximité est une solution pour faire baisser le coût monétaire de la mobilité, et pas seulement sa consommation énergétique et ses émissions de gaz à effet de serre ; solution montrée comme généralisable par des ménages précaires, possibles avant-gardistes de crises en gestation. D'autre part, la

recherche calcule et démontre que la proximité n'est pas, n'est plus le privilège exclusif de la ville dense et compacte, pourtant sa marque de fabrique. La relecture critique des habitats de basse densité, notamment de leurs trames viaires, montre la voie à un *aménagement de la proximité* dans les espaces périurbains et même ruraux, aménagement donné à ce jour pour dépourvu de sens dans les territoires de l'automobilité (la même approche dans les espaces urbanisés denses donnerait certainement des résultats étonnants). Le développement durable aura donc été, paradoxalement, un levier pour renverser le regard sur l'étalement urbain et susciter un retour d'intérêt pour des « modèles » urbains, la pensée économiste s'infiltrant dans la culture historique des utopies urbaines (Antoni, Frankhauser).

C'est également dans ce contexte que s'inscrit l'évolution des recherches consacrées aux transports et aux déplacements des marchandises en milieu urbain et suburbain (Routhier). Nées aux débuts des années 1990, les recherches et les expérimentations relatives au « TMV » (pour : transport des marchandises en ville) ont suivi au cours des années 2000 le mouvement général, ni uniforme ni vraiment rapide, qui a consisté à faire sortir les sous-systèmes de déplacement de leur niche pour les penser ensemble, voyageurs et marchandises, mais surtout pour les relier aux questions d'aménagement de l'espace urbanisé à ses deux échelles : la forme urbaine à l'échelle régionale et l'espace public à l'échelle locale. La tendance émergente à la reconstruction de pratiques de proximité dans le domaine des achats comme dans d'autres, une tendance en relation avec les mutations entraînées par le développement durable comme principe de l'action publique et des comportements individuels, impose au TMV le défi de sa mutation technologique et de sa réorganisation logistique dans le cadre élargi, le seul qui vaille désormais, du fonctionnement du système urbain dans toutes ses composantes.

Le développement durable est décidément une véritable machine de guerre qui conduit également à restaurer un intérêt qui fut vif pour les chercheurs, mais sans grand débouché en matière de politique publique : les externalités, notamment négatives dans le domaine de l'environnement. Le développement durable paraît les faire glisser désormais du monde de l'entreprise vers celui des particuliers. Mais la pensée économiste ne dispose pas d'autre moyen que le péage de circulation ou de stationnement, pour affecter le coût des effets négatifs de la circulation urbaine à ceux qui profitent, jusqu'à un certain point seulement précisément en raison de la congestion, de ses effets positifs (Raux, Souche). Si la fixation du niveau du prix à payer pour se déplacer ne paraît pas poser de gros problèmes, quelles que soient

les procédures de raisonnement et de calcul, c'est sur l'acceptabilité de mesures conduisant à augmenter le prix de la mobilité, ou sa durée, ou son confort, que la recherche est encore en-deçà de ce qu'on peut attendre d'elle si la totalité ou du moins une plus grande part des coûts doivent un jour prochain être affectés aux particuliers, modifiant le rapport entre les contributions collectives et privées (Fol, Chardonnel *et al.*). L'acceptabilité est une notion réductrice dans ce contexte : politique, impliquant le risque de retours de bâton pour des élus téméraires, elle est aussi économique. Ce n'est plus l'acceptable qui est en jeu, mais le supportable, aux limites duquel se transforment les pratiques de déplacement elles-mêmes. Sous cet angle, le développement durable et l'équilibre économique sont sources de discriminations supplémentaires, s'ajoutant à celle qui découlent notamment de la localisation par rapport aux ressources, dépendantes des niveaux de revenus.

Mais il n'est pas immédiat de considérer les principes d'une mobilité durable comme des facteurs de discrimination sociale, tant les représentations attachées au durable sont vertueuses. Mesure-t-on les conséquences pratiques de l'adaptabilité à laquelle sont contraints les ménages modestes ou précaires, quand l'adaptabilité est envisagée couramment comme une manifestation de la créativité propre de ménages placés sous de nouvelles contraintes, résultant de la combinaison de facteurs économiques, le prix de l'énergie et la *crise*, et d'injonctions politiques environnementalistes ? La société des gens mobiles est évidemment diversifiée, les contraintes qui pèsent sur ses différents groupes (sociaux, démographiques) rebattent-elles les cartes, font-elles bouger les semblants de cloisons, à la fois du point de vue de la place de la mobilité dans les « genres de vie » et de la position dans l'espace géographique, c'est-à-dire vis-à-vis de la distribution spatiale des ressources ? Curieux statut pour le fameux « report modal », cœur de la mobilité durable : il est d'un côté probablement vécu comme un renoncement, comme une gêne par les plus modestes, et comme un acte militant à l'autre bout du spectre social et culturel par les convertis aux pratiques du développement durable... et de la tranquillité de voisinage.

Le fameux pilier environnemental, allié à l'économique par temps de crise, pilonne le troisième, social, et soulève avec un niveau d'intensité nouveau la question de l'équité et finalement de la cohésion, alors que la mobilité est devenu, sans plus de discussion, une valeur, dit-on, fonctionnant en tout cas comme une clef passe-partout qui permet d'ouvrir les multiples opportunités auxquelles est attachée la notion de qualité de vie.

Reste en contrepoint du développement durable une mutation qui progresse à bas bruit, détectée par la recherche mais qui n'a pas encore connu le sort qu'elle mérite : une révolution tranquille (pour l'instant) du rapport de l'utilisateur à ses réseaux (Dupuy), et du rapport entre les réseaux eux-mêmes, parmi lesquels, réseaux techniques, s'invitent désormais ce que l'on appelle les réseaux sociaux, eux-mêmes encore à leurs balbutiements. Pas seulement les effets de la déréglementation et de l'ouverture à la concurrence, mais la mue de l'utilisateur plutôt dépendant en usager actif, capable d'entente, dans le sens d'une plus grande autonomie de gestion et même d'auto-production, de recyclage, et somme toute de décision individuelle pourtant inscrite dans le fonctionnement des grands réseaux techniques.

Par exemple, produire son électricité grâce à sa maison et s'en servir pour mouvoir sa voiture, c'est mettre en connexion deux réseaux, dont l'un, électrique et interne au foyer, est en partie affranchi d'un grand réseau. Dans la perspective de bilans énergétiques individualisés et d'un marché des permis négociables entre particuliers, le développement durable lui-même a certainement quelque chose à tirer de la double innovation, technologique et sociale, qui commence seulement à transformer en profondeur la relation usager-réseau, dans le sens de la complexification, faisant entrer avec un degré de liberté inédit les stratégies individuelles et les ententes entre individus. Un phénomène à rapprocher, peut-être, des formes de gouvernance participative qui semblent devenir généralité. Faisant monter d'un cran les pratiques individuelles, voire individualistes, dans le système de décisions, cette mutation encore discrète apporte paradoxalement une dimension nouvelle et des opportunités supplémentaires à la pratique du développement durable. Les retombées en termes de mobilité demeurent à explorer méthodiquement, à imaginer préalablement aussi, question de prospective : une foule des usagers de tous réseaux se constituant comme une ressource propre, sa propre ressource.

Proximité, acceptabilité, adaptabilité, créativité : un cocktail dont les équations multiples demandent encore à être décryptées, et dont la mobilité durable pourrait surgir, complètement durable, y compris socialement. Autant de défis à la prospective (Crozet), plus que jamais confrontée à l'incertitude devant la multiplicité des voies ouvertes : la mobilité est au cœur d'un nœud de facteurs de changement, dans le rapport à l'autre, dans le rapport à l'objet, dans le rapport à l'idée, qui transforment représentations, pratiques et attentes. La mise en système global des multiples composantes qui construisent la mobilité comme pratique et comme idéologie placent la prospective, de toute

évidence, devant un renouvellement de ses propres modalités d'approche. En particulier pour concevoir les fines adaptations, encore largement inédites, que mettront en œuvre les ménages et les entreprises à travers leur diversité pour ralentir les effets d'une hausse tendancielle lente mais à peu près certaine du coût de la mobilité sur des dimensions fondamentales du système socio-économique : la forme urbaine, le mode de vie.