



Michel Bierlaire • Vincent Kaufmann • Patrick Rérat

LA MOBILITÉ *en questions*

Presses
polytechniques
et universitaires
romandes

Faut-il construire plus de routes
pour limiter les embouteillages ?

Quel est le prix d'une minute
gagnée dans nos déplacements ?

La densité urbaine permet-elle
de favoriser une mobilité
plus durable ?

LA MOBILITÉ *en questions*

Michel Bierlaire • Vincent Kaufmann • Patrick Rérat

La mobilité est omniprésente dans nos vies quotidiennes. Son ampleur et sa croissance posent de nombreuses questions, tant politiques et sociétales que scientifiques, quant à sa gestion et sa régulation. Phénomène complexe, la mobilité requiert une analyse interdisciplinaire pour en saisir les différentes dimensions. C'est ce à quoi s'attache cet ouvrage, en ouvrant un dialogue entre sciences de l'ingénieur et sciences sociales. Sur la base de nombreuses recherches récentes, il discute de manière critique dix grandes questions fondamentales relatives à la mobilité. Il montre les points qui font consensus, identifie ceux pour lesquels une controverse scientifique existe, et prend à contrepied certaines idées dominantes. Par sa démarche originale, ce livre s'adresse principalement aux étudiants en sciences de l'ingénieur et en sciences sociales désireux de se familiariser avec les enjeux actuels de la mobilité, mais il se destine également à tous ceux curieux et désireux de mieux comprendre les multiples facettes de la mobilité.

Michel Bierlaire est professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), où il dirige le Centre de transport et le Laboratoire transport et mobilité. Ses recherches portent sur la modélisation mathématique des systèmes de transport, et principalement quant aux aspects comportementaux liés à la mobilité des personnes.

Vincent Kaufmann est professeur à l'EPFL, où il dirige le Laboratoire de sociologie urbaine. Ses recherches portent sur la compréhension et la description des phénomènes de mobilité, sur les modes de vies urbains et sur les politiques de transports et d'aménagement du territoire.

Patrick Rérat est professeur de géographie des mobilités à l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne. Ses recherches portent sur les différentes formes de mobilité spatiale (choix résidentiels, migrations internes, mobilité quotidienne) et la géographie urbaine (gentrification, étalement urbain).

ISBN 978-2-88915-172-1



9 782889 151721 >

Collection
**Enjeux
mondiaux**

Presses
polytechniques
et universitaires
romandes

La mobilité en questions

La mobilité en questions

Michel Bierlaire, Vincent Kaufmann
et Patrick R erat

Graphisme et mise en page: Kim Jacquemettaz
Illustrations en début de chapitres: Lou (herrmann.lou@gmail.com)
Illustration de couverture: © Christian Müller, Fotolia.com

La Fondation des Presses polytechniques et universitaires romandes (PPUR) publie principalement les travaux d'enseignement et de recherche de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), des universités et des hautes écoles francophones. PPUR, EPFL-Rolex Learning Center, CP 119, CH-1015 Lausanne, ppur@epfl.ch, tél.: +41 21 693 21 30; fax: +41 21 693 40 27.

<http://www.ppur.org>

Première édition
ISBN 978-2-88915-172-1
© Presses polytechniques et universitaires romandes, 2017
Tous droits réservés
Reproduction, même partielle, sous quelque forme
ou sur quelque support que ce soit,
interdite sans l'accord écrit de l'éditeur.

Imprimé en Italie

Table des matières

Avant-propos	IX
1 Introduction	1
Remerciements	5
Première partie Temps	7
2 Faut-il construire plus de routes pour limiter les embouteillages ?	9
2.1 Exemples	10
2.2 Modèle mathématique	11
2.3 Équilibre de Nash	14
2.4 Paradoxe de Braess	18
2.5 Dilemme du prisonnier	19
2.6 To model or not to model ?	20
2.7 Le prix de l'anarchie	22
3 Faut-il penser les transports pour qu'ils soient les plus rapides possible ?	23
3.1 Réduction de la vitesse de déplacement : une dynamique en cours	25
3.2 Pourquoi faut-il agir sur la vitesse de déplacement ? Une vision d'ensemble	29
3.3 Comment faut-il agir sur la vitesse de déplacement ? Deux mesures clés	31
3.4 Des territoires à plusieurs vitesses ?	35

4	Quel est le prix d'une minute gagnée dans nos déplacements ?	37
4.1	Existe-t-il réellement une volonté de payer pour réduire notre temps de déplacement ?	38
4.2	Pourquoi calculer la valeur du temps ?	39
4.3	Modélisation du choix et calcul de la valeur du temps	41
4.4	Valeur du temps en Suisse	46
4.5	Limites et précautions	48
4.6	Limites des hypothèses	51

Deuxième partie Coût **53**

5	Le péage urbain modifie-t-il les comportements de mobilité ?	55
5.1	Faut-il introduire un péage urbain ?	56
5.2	Effet à court terme : un peu moins de trafic, beaucoup plus de fluidité	60
5.3	Effet à long terme : des choix de mobilité différents	63
5.4	Payer (ou être payé) pour mieux choisir collectivement	68
6	La disponibilité de places de stationnement a-t-elle un effet sur l'usage de la voiture ?	71
6.1	Importance du stationnement dans les politiques de mobilité	72
6.2	Agir sur le choix modal avec le stationnement	77
6.3	Stationnement comme instrument de régulation	81
6.4	Le stationnement, un outil efficace sous conditions	87
7	Combien une voiture partagée remplace-t-elle de voitures privées ?	89
7.1	Trois exemples : l'autopartage, le covoiturage et les services de transport avec chauffeur	91
7.2	Des systèmes qui doivent être pensés dans leur complémentarité	101
7.3	La réalisation d'un potentiel	103

Troisième partie	Territoire	105
8	Les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles limiter nos déplacements ?	107
8.1	Définition du télétravail	108
8.2	Présentation de l'étude CFF et Swisscom sur les potentialités du télétravail	110
8.3	Promesses du télétravail	114
8.4	Limites des études actuelles	117
8.5	Le télétravail comme outil de gestion de la mobilité ?	120
9	La densité urbaine permet-elle de favoriser une mobilité plus durable ?	123
9.1	Études de cas	124
9.2	Les mécanismes derrière les vertus de la densité	126
9.3	Les mobilités de loisirs remettent-elles en cause les vertus de la ville dense ?	129
9.4	Des apports théoriques et méthodologiques pour éviter les pièges d'interprétations trop rapides	132
9.5	Quelques constatations faites en Suisse	135
9.6	Les vertus de la ville dense	139
10	Les déplacements pendulaires font-ils partie du choix d'un lieu d'habitation ?	141
10.1	Les enjeux de la répartition spatiale de l'habitat et de l'emploi	142
10.2	Les trajets pendulaires en perspective	143
10.3	Relâchement des liens entre mobilité quotidienne et mobilité résidentielle	145
10.4	Interactions entre mobilité quotidienne et choix résidentiels	148
10.5	Enjeux méthodologiques	153
10.6	Rendre possible la proximité	154

Quatrième partie Gouverner	157
11 Qui gouverne la mobilité?	159
11.1 De la théorie à la pratique	160
11.2 Méthodologie	160
11.3 De combien d'acteurs faut-il tenir compte?	162
11.4 Élus politiques	163
11.5 Experts	167
11.6 Chercheurs	169
11.7 Hauts fonctionnaires	171
11.8 Société civile	172
11.9 Un processus collectif inscrit dans un contexte spécifique	175
12 Pour une approche globale, informée et interdisciplinaire de la mobilité	181
Bibliographie	185
Glossaire	201
Biographies des auteurs	207

Avant-propos

« Science sans conscience n'est que ruine de l'âme ». La formule de Rabelais nous rappelle que la science, dans toute son objectivité, est pratiquée par des êtres humains et, cristallisée par l'ingénierie, s'applique à la société. Ainsi notre propre subjectivité doit elle nous amener à réfléchir au rôle de la science et de l'ingénierie dans la société et leur impact sur l'humain. Et ceci d'autant plus que la technologie s'imisce de plus en plus rapidement dans la trame même de notre quotidien. Par ailleurs, nous ne pouvons non plus ignorer les défis à grande échelle que constituent le réchauffement climatique ou la sécurité alimentaire.

Ces belles paroles sont omniprésentes dans le discours universitaire mais comment se traduisent-elles en actes concrets dans l'éducation des jeunes scientifiques et ingénieurs ? Souvent via un faisceau de cours de sciences humaines destinés à donner aux étudiants des clés pour comprendre les relations entre science et société. Bien que classique, cette façon de faire crée souvent une distinction arbitraire entre ces cours et le curriculum de base, une distance qui empêche le message de réellement porter et en sape même l'importance.

Nous nous sommes donc posé la question à l'École polytechnique fédérale de Lausanne en 2012 de comment nous pourrions approcher ce problème de façon innovante et ré-imaginer la conversation entretenue avec nos étudiants sur ce thème.

Nous n'avions que deux contraintes, mais de taille. Il fallait d'abord que tous nos étudiants soient sensibilisés à l'enjeu critique que constitue l'interface science-société: le cours serait donc placé en première année. Il fallait aussi que la pédagogie incarne le dialogue entre science et ingénierie d'un côté et sciences humaines et sociales de l'autre, dans un esprit de collaboration. Un groupe de travail constitué d'enseignants de diverses disciplines fut formé pour dessiner les contours de ce nouveau cours et leurs suggestions débouchèrent sur un concept que je pense sincèrement novateur. L'idée de base, qui donna son nom au cours, fut de s'inspirer des enjeux mondiaux tels que définis par les Nations Unies: des grands problèmes sociétaux dont la résolution dépasse le cadre d'une seule nation ou organisation. Six de ces grands enjeux furent sélectionnés: alimentation, climat, communication, énergie, mobilité, santé. L'humanité dispose des outils technologiques pour répondre à ces enjeux, à condition qu'ils soient utilisés avec une conscience sociétale aigüe et c'est le point de départ du cours.

Le cours est donné sur un semestre complet de 14 semaines, en première année à l'EPFL et à une tranche horaire commune à toutes les sections d'enseignement. Ainsi tous les étudiants s'y retrouvent mélangés par-delà leurs choix de disciplines. Ils et elles choisissent un des enjeux mondiaux proposés comme thème de leur semestre. Pour chaque thème, des binômes d'enseignants (science et ingénierie, sciences humaines et sociales) sont constitués.

Lors de la première semaine six enseignants donnent un cours commun sur les six enjeux en prenant comme référence un fil conducteur. Le téléphone portable par exemple est une technologie qui peut être utilisée pour résoudre certains enjeux en collectant des données et connectant la population. Mais sa fabrication de masse révèle des problèmes et son ubiquité questionne notre sens de la sphère privée.

Durant les six semaines suivantes, les étudiants suivent un cours donné par un duo d'enseignants dans le thème choisi.

Ceci permet d'aborder un enjeu mondial conjointement sous ses questions sociétales et scientifiques, sous forme de dialogue actif entre disciplines. Au lieu de dichotomie, il y a réel enrichissement.

À mi-semester, l'École invite un grand témoin, une personnalité ayant développé une réflexion ou une action sur les enjeux mondiaux, et tous les étudiants sont invités à une conférence plénière.

Enfin les dernières semaines sont dévolues à un travail pratique et son évaluation. Des groupes de cinq étudiants, tous domaines confondus, traitent d'un sujet de leur choix dans le périmètre de l'enjeu mondial choisi. Leur but est de synthétiser leurs réflexions sous forme d'un poster qui sera présenté à leurs collègues et aux enseignants en fin de semestre. Les étudiants, encadrés par des assistants, évoluent de façon autonome et suivent en parallèle des formations courtes au travail en groupe ou à la recherche bibliographique. La qualité des posters produits à cette occasion est étonnante. La maturité des réflexions, le choix des thèmes et le sérieux des recherches sont de qualité telle que certains de ces travaux ont été présentés à la COP21 par exemple.

La logistique de ces cours – mille cinq cent étudiants les suivent – est impressionnante et contraignante. Et le résultat dépasse tout ce que nous avons imaginé. Ce succès est avant tout dû à la motivation des enseignants qui ont accepté cette aventure un peu folle. J'aimerais leur rendre hommage. Leur ouverture d'esprit, la qualité de leur travail et leur envie d'explorer de nouveaux modèles d'enseignement forcent le respect et sont illustrées dans cet ouvrage.

Professeur Pierre Vandergheynst
Vice-Président pour l'Éducation
École polytechnique fédérale de Lausanne

1 Introduction

Michel Bierlaire, Vincent Kaufmann et Patrick R erat

La mobilité est omniprésente dans nos vies quotidiennes. Elle est le lien entre les différents lieux que nous fr quenterions régulièrement (lieux de formation, de travail, de sortie, etc.), ou sporadiquement (les destinations touristiques par exemple). Elle permet à des individus de se retrouver lors d'occasions basées sur la coprésence (participer à un cours académique, se retrouver entre amis, partager un repas familial, etc.).

Malgré son omniprésence, ou peut-être même en raison de celle-ci, la mobilité semble aller de soi. Elle n'est toutefois pas un phénomène anodin et elle est davantage qu'un simple liant entre les composantes de la société. Par son ampleur et ses différentes expressions, la mobilité est un phénomène dans lequel se révèle l'ensemble de notre société: ses idéologies, ses modes de vie, sa structure démographique et sociale, son organisation économique et spatiale, son empreinte écologique. La mobilité constitue ainsi un enjeu global à plus d'un titre, à partir duquel il est possible de rendre compte du fonctionnement d'une société, de ses valeurs et de son organisation.

Parmi les nombreux enjeux de la mobilité, nous pouvons citer les plus importants.

Enjeux environnementaux Les déplacements motorisés produisent une part très importante des émissions de dioxyde de

carbone et participent dès lors d'une manière significative au changement climatique. De plus, les pollutions locales, qu'elles soient gazeuses ou sonores, génèrent des nuisances quotidiennes. Enfin, la mobilité des personnes et des biens nécessite une utilisation massive d'énergie, principalement fossile, et donc non renouvelable.

Enjeux économiques L'augmentation de la mobilité, des biens comme des personnes, va de pair avec l'augmentation de l'activité économique, même si le couplage n'est plus aussi parfait aujourd'hui que le siècle passé (JOIGNAUX et VERNY, 2004).

Enjeux sociaux La mobilité permet un accès au marché du travail, aux services, aux différentes activités. Il s'agit d'une ressource importante mais qui n'est pas répartie de manière équitable entre groupes sociaux. Elle est ainsi susceptible d'accentuer l'exclusion sociale et la pauvreté. De surcroît, par son ampleur, elle engendre une grande vulnérabilité, notamment face aux accidents. De plus, dans de nombreux pays, la mobilité est nécessaire pour avoir accès aux ressources vitales, telles que l'eau, la nourriture et les soins de base.

Enjeux sanitaires L'enjeu sanitaire est double. D'une part, les habitudes de mobilité ont des impacts sur la santé. Par exemple, l'absence de mobilité (la sédentarité) est considérée comme un élément fondamental expliquant l'obésité (OPPERT, 2003). L'impact des pollutions gazeuses et sonores sur la santé constitue également un enjeu important, particulièrement en zone urbaine. D'autre part, l'état de santé a un impact sur la mobilité, notamment illustré par la problématique de l'accès aux diverses infrastructures de transport pour les personnes souffrant de handicaps.

Enjeux politiques Le lien entre la politique et la mobilité est permanent. D'une part, les principales infrastructures de transport sont financées en grande partie par l'argent public, nécessitant dès lors des arbitrages politiques. De manière plus générale, les pouvoirs publics, par leurs interventions (lois, taxes, incitations, aménagements, etc.) ou leurs non-interventions favorisent ou régulent l'essor des différents moyens de transport. D'autre part, la circulation des personnes et des biens, à travers les frontières nationales et régionales, est un sujet de controverse permanente.

Dès lors, les compétences nécessaires pour comprendre, concevoir, financer, construire, gérer et améliorer les systèmes liés à la mobilité sont multiples. En particulier, il est crucial de maîtriser et combiner au mieux des éléments en provenance des sciences de l'ingénieur et des sciences humaines et sociales.

Dans le cadre de la formation des ingénieurs, l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) propose à l'ensemble de ses étudiants de première année un cours intitulé « Enjeux mondiaux », dont le but est de les sensibiliser aux enjeux liés au climat, aux systèmes de communication, à l'énergie, à l'alimentation, à la santé et à la mobilité. Pour chacun de ces thèmes, une équipe composée d'enseignants ingénieurs et d'enseignants en sciences humaines initie les étudiants à l'approche multidisciplinaire (HOLZER *et al.* 2016).

Les équipes du Laboratoire de Sociologie Urbaine, dirigé par Prof. Vincent Kaufmann, et du Laboratoire Transport et Mobilité, dirigé par Prof. Michel Bierlaire, enseignent un des cours sur le thème de la mobilité depuis 2014. Le contenu de ce cours a fortement inspiré le présent ouvrage. L'équipe du Prof. Patrick Rérat, de l'Institut de Géographie et Durabilité de l'Université de Lausanne, y a également contribué. Composée de sociologues, géographes, mathématiciens et ingénieurs, l'équipe rédactionnelle de cet ouvrage introduit le lecteur aux méthodologies

quantitatives et qualitatives qui permettent d'appréhender la complexité des phénomènes liés à la mobilité.

L'approche utilisée dans la conception de l'ouvrage (et du cours donné à l'EPFL) est de sensibiliser le lecteur à différencier le regard citoyen par rapport au regard expert sur les problématiques de la mobilité. Chaque citoyen est en effet confronté quotidiennement à la mobilité et aux problèmes variés qu'elle pose. La conséquence immédiate est un militantisme plus ou moins conscient, mais omniprésent, en faveur ou en défaveur de projets d'infrastructure ou d'aménagement. Ce regard citoyen est important, et contribue à l'évolution de nos sociétés. Cependant, il est souvent chargé d'une dimension émotionnelle, et n'appréhende pas nécessairement tous les aspects d'une manière globale et rationnelle. Le rôle des experts et des politiciens s'avère donc particulièrement complexe dans les processus de décision. Cet aspect est particulièrement traité dans le chapitre 11, dont le contenu se base sur une rencontre organisée avec des élus politiques et des experts invités par les auteurs.

Dans le but d'aider le lecteur à appréhender cette complexité, l'ouvrage est articulé autour d'une série de questions concrètes, traitant de problématiques actuelles liées à la mobilité. Trois notions reviennent tout au long de l'ouvrage, liées à des ressources consommées par la mobilité: le *temps*, le *coût* et le *territoire*. Ces trois aspects ont été choisis pour centrer le propos sur la personne, sur le voyageur, et non pas sur les infrastructures ou les véhicules. Mettre les voyageurs au centre de la réflexion, comprendre et prédire leurs besoins, leurs comportements, et surtout leurs différences: c'est là tout l'enjeu de la mobilité du futur.

Ce livre ne suppose pas de prérequis particuliers. Il est destiné à toute personne intéressée par le phénomène de la mobilité. Les différents chapitres, bien que regroupés par thème, peuvent être lus dans un ordre arbitraire. Un glossaire clarifiant quelques

termes techniques est disponible en fin d'ouvrage. Dans chaque chapitre, un astérisque (*) marque la première apparition de chaque terme défini dans le glossaire. Conçu pour les étudiants de première année de l'EPFL, nous espérons que cet ouvrage sera également utile aux professionnels de la mobilité, aux décideurs politiques ainsi qu'aux citoyens curieux de ce phénomène complexe et passionnant.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le support financier de l'Université de Lausanne (UNIL) et de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) via le programme « CROSS – Collaborative Research on Science and Society ». Ce programme concerne des projets de recherche transdisciplinaires portant sur des thématiques et des enjeux socio-techniques contemporains associant des spécialistes des sciences humaines et sociales, d'un côté, et des sciences de la vie, de la nature et de l'ingénierie, de l'autre. Nous aimerions également remercier les assistants-étudiants du cours Enjeux Mondiaux – Mobilité A (2016) pour leur travail de relecture. Les illustrations de l'ouvrage sont l'œuvre de Lou. Enfin, nous tenons à remercier particulièrement les élus politiques et les experts dont les témoignages ont permis la rédaction du chapitre 11.

Les auteurs remercient particulièrement Nuria Gorrite, conseillère d'État en charge du Département des infrastructures et des ressources humaines de l'État de Vaud, Daniel Zaugg, député au Grand conseil de la République et Canton de Genève, Franco Tufo, directeur général de Citec Ingénieurs Conseils SA, et Farshid Assef-Vaziri, président du conseil d'administration et directeur de RGR Ingénieurs Conseils, pour avoir partagé leur expérience politique et technique de la mobilité.

Première partie

Temps



2 Faut-il construire plus de routes pour limiter les embouteillages ?

Michel Bierlaire et Daniel Baehler

La générosité des infrastructures routières est incontestablement liée aux conditions de circulation. Pour autant, cette relation n'est ni systématique, ni linéaire. Ce chapitre explore les relations complexes entre la construction de nouvelles routes, ou l'accroissement de la capacité des routes existantes, et la congestion. Il montre en particulier que les mécanismes à l'œuvre sont parfois contre-intuitifs et que l'accroissement des capacités routières ou la construction d'une nouvelle infrastructure peut avoir pour conséquence d'augmenter la congestion.

2.1 Exemples

D'après le *Larousse*, l'embouteillage (outre le remplissage de bouteilles avec des liquides) est une affluence de véhicules qui encombrant et obstruent les voies de communication. Les embouteillages constituent une plaie pour nos sociétés en général, et pour nos villes en particulier. Aux États-Unis, il est estimé que les embouteillages ont généré pour l'année 2011 un total de 5.5 milliards d'heures de retard dans le pays et un gaspillage de 2.9 milliards de gallons d'essence (environ 11 milliards de litres). Le coût total des embouteillages pour les États-Unis en 2011 est estimé à 121 milliards de dollars (SCHRANK, EISELE et LOMAX, 2012). En Europe (27 pays de l'UE), pour l'année 2008, les coûts de la congestion ont été estimés entre 146 et 243 milliards d'euros (VAN ESSEN *et al.*, 2011). En Suisse, l'estimation pour 2010 est de 34.5 millions d'heures et de 1.25 milliard de francs suisses (KELLER et WÜTHRICH, 2012). L'existence d'embouteillages est due à une inadéquation entre l'*offre* de transport, c'est-à-dire les infrastructures disponibles, et la *demande* de déplacement, caractérisée par les choix des voyageurs en termes de mobilité (choix de la destination, du mode de transport, de l'itinéraire, etc.).

Une raison souvent invoquée est l'insuffisance de l'infrastructure de transport, suggérant comme solution évidente un investissement dans l'accroissement de cette infrastructure. Mais est-ce vraiment la solution? Citons d'abord quelques exemples paradoxaux, où l'intuition liant l'augmentation de l'infrastructure à une diminution de la congestion, et la diminution de l'infrastructure à une augmentation de celle-ci, ne se vérifie pas.

Fin 1968, un nouveau réseau routier est ouvert autour de la place du château de Stuttgart. Alors que l'on s'attendait à ce que ces routes supplémentaires permettent un trafic plus fluide, un

chaos routier aux heures de pointe en fut la conséquence. Afin de remédier à la situation, il a été décidé de fermer la Königstrasse à la circulation (KNÖDEL, 1969).

En 1990, le commissaire des transports de New York a décidé de fermer au trafic routier la 42^e rue, connue pour ses bouchons récurrents. « Beaucoup ont prédit que ce serait apocalyptique », a déclaré le commissaire Lucius J. Riccio. « Vous n'avez pas besoin d'être un scientifique de haut vol ou d'avoir un modèle informatique sophistiqué pour voir que cela aurait pu être un problème majeur ». Tout le monde s'attendait au chaos. À la surprise générale, ce ne fut pas le cas. Le flux de trafic s'améliora même après la fermeture de la route (KOLATA, 1990).

À Séoul, une autoroute à six voies a été remplacée par un parc de huit kilomètres de long, diminuant drastiquement la capacité du réseau routier dans cette partie de la ville. Tout comme dans le cas de New York, alors que l'on s'attendait à une catastrophe, le flux de circulation dans la ville s'est amélioré (BAKER, 2009).

Dans ces exemples, il semblerait qu'une amélioration des conditions de trafic résulte d'une réduction de l'infrastructure. C'est une constatation paradoxale. Malheureusement, une analyse chiffrée de ces cas spécifiques n'est pas disponible, et il s'agit essentiellement d'observations empiriques. S'agit-il simplement de coïncidences ? Pour comprendre ce phénomène, utilisons un modèle mathématique, basé sur une représentation simplifiée d'un système de transport.

2.2 Modèle mathématique

Nous utilisons un objet mathématique appelé *réseau*, composé d'*arcs* représentant les routes du réseau routier, et de *nœuds*, représentant les carrefours, les parkings, etc. Ce réseau permet de transporter des unités de *flot* de trafic d'un point à un

autre. La figure 2.1 illustre un réseau très simple composé de quatre nœuds A, B, C et D, reliés par quatre arcs numérotés de 1 à 4. Notons que chaque arc est représenté par une flèche, illustrant le sens dans lequel le flot peut se déplacer. Ce réseau représente l'offre de transport.

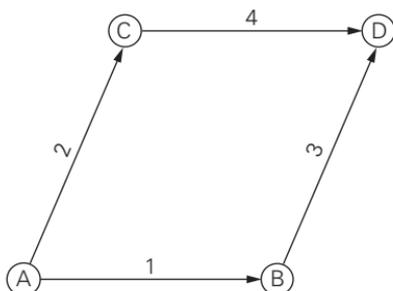


Fig. 2.1 Un réseau simple.

Afin d'appréhender le problème de congestion, nous devons représenter la détérioration du niveau de service de ce réseau en fonction de son utilisation. Dans notre exemple, le niveau de service est représenté par le temps de trajet, exprimé en minutes, nécessaire à traverser un arc. Plus le flot de véhicules empruntant un arc est élevé, plus la congestion se développe, et donc plus le temps de trajet nécessaire à la traversée de l'arc est important. Mathématiquement, si nous notons x le flot sur l'arc, exprimé en milliers de véhicules par heure, nous obtenons que le temps de trajet est une fonction $t(x)$ du flot, qui est croissante, c'est-à-dire $t'(x) \geq 0$. Une telle fonction est appelée *fonction de performance* de l'arc. Une fonction de performance utilisée en pratique, préconisée notamment par le Bureau of Public Roads (BPR) américain (SHEFFI, 1985), est

$$t(x) = t_0 \left(1 + 0.15 \left(\frac{x}{c} \right)^4 \right), \quad (2.1)$$

où t_0 est le temps de trajet quand la route est vide, et c est la « capacité pratique » de la route, définie par le BPR comme le flot qui correspond à une augmentation de 15% du temps de trajet par rapport à t_0 . La figure 2.2 illustre cette fonction, avec des valeurs arbitraires pour les paramètres ($t_0 = 5$ et $c = 5$).

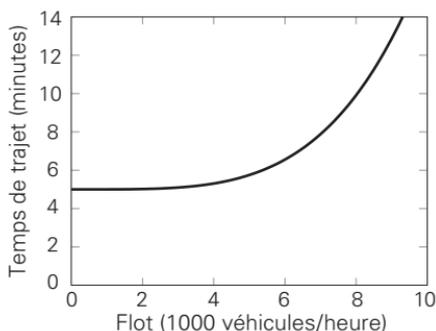


Fig. 2.2 Fonction de performance du Bureau of Public Roads.

Dans la suite, pour garder nos exemples simples, nous allons utiliser les fonctions suivantes. La fonction

$$t(x) = 10x \quad (2.2)$$

caractérise une rue étroite, très sensible à la congestion. Si elle est empruntée par 1000 véhicules par heure, le temps de trajet est de 10 minutes. Si le flot est de 2000 véhicules par heure, le temps de trajet est de 20 minutes. Dans notre exemple, nous l'utilisons pour les arcs 1 et 4. La fonction

$$t(x) = 50 + x \quad (2.3)$$

représente une avenue longue et large, moins sensible à la congestion. Si elle est empruntée par 1000 véhicules par heure, le temps de trajet est de 51 minutes. Si le flot est de 2000 véhicules par

heure, le temps de trajet est de 52 minutes. Dans notre exemple, nous l'utilisons pour les arcs 2 et 3.

À ce stade, nous avons caractérisé l'offre en transport par la structure de réseau et les fonctions de niveau de service. La demande, elle, est caractérisée par un flot de voyageurs désirant se rendre d'un nœud à un autre. Par exemple, s'il y a 6000 véhicules par heure qui désirent se rendre du nœud A au nœud D, nous modélisons cela par six unités de flot, où une unité de flot représente 1000 véhicules par heure. Dans la figure 2.3, la demande est représentée par les flèches pointillées, illustrant que six unités entrent dans le réseau au nœud A, et le quittent au nœud D. Mais ce n'est pas suffisant. En effet, il y a plusieurs itinéraires possibles pour rejoindre la destination à partir de l'origine. Nous devons donc faire des hypothèses sur le comportement des voyageurs en termes de choix d'itinéraire. Une hypothèse simple et réaliste est que chaque voyageur désire utiliser l'itinéraire le plus rapide pour atteindre sa destination.

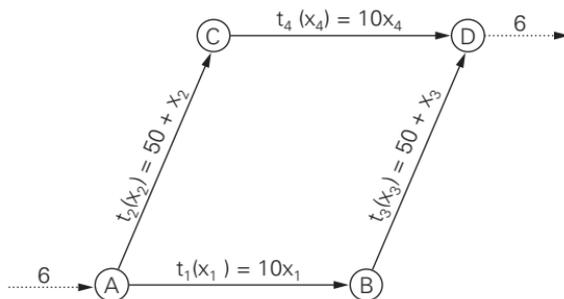


Fig. 2.3 L'offre et la demande.

2.3 Équilibre de Nash

Dans l'exemple de la figure 2.3, il y a deux itinéraires possibles pour aller de A à D : le premier passe par B et le second par C.

Lorsque le réseau est vide, les deux itinéraires représentent 50 minutes de trajet chacun. Le flot entre le nœud A et le nœud D va se partager entre ces deux itinéraires, avec trois unités empruntant le premier, et trois unités empruntant le second. Le temps de trajet sur chacun de ces chemins est alors de 83 minutes, comme illustré sur la figure 2.4.

On dit que le réseau a atteint un équilibre de Nash, car aucun voyageur ne peut améliorer son temps de parcours en modifiant unilatéralement son choix. Ce concept est nommé d'après le mathématicien John Nash, lauréat du « prix de la Banque centrale de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel » en 1994 pour ses travaux sur la théorie des jeux, et popularisé en 2001 par le film de Ron Howard « Un homme d'exception » (*A Beautiful Mind*), où le personnage de John Nash est interprété par Russell Crowe.

Lorsque les flots sur un réseau ont atteint un équilibre de Nash, pour chaque paire origine-destination, le temps de trajet est identique le long de chaque itinéraire utilisé, et inférieur ou égal au temps de trajet le long des itinéraires non utilisés. Dans notre exemple, les deux itinéraires sont utilisés, et les temps de trajet sont identiques.

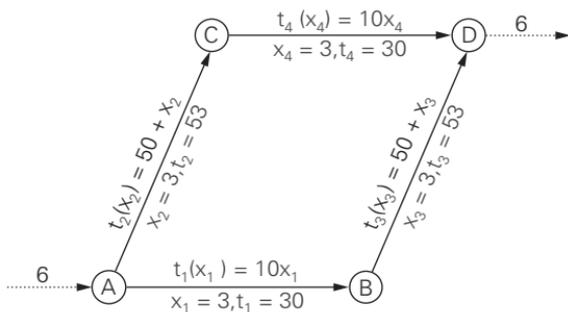


Fig. 2.4 Réseau chargé.

Reprenons notre exemple, et investiguons un projet de nouvelle infrastructure. Dans le but d'améliorer le trafic, il est prévu de construire une large avenue entre le nœud B et le nœud C, comme illustré à la figure 2.5. Analysons comment le trafic évolue, à demande constante.

Notons que le réseau n'est plus à l'équilibre. En effet, au moment où la liaison $B \rightarrow C$ est ouverte, et donc vide de trafic, nous avons trois itinéraires possibles pour aller de A à D :

1. $A \rightarrow C \rightarrow D$: 83 minutes ;
2. $A \rightarrow B \rightarrow D$: 83 minutes ;
3. $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$: 70 minutes.

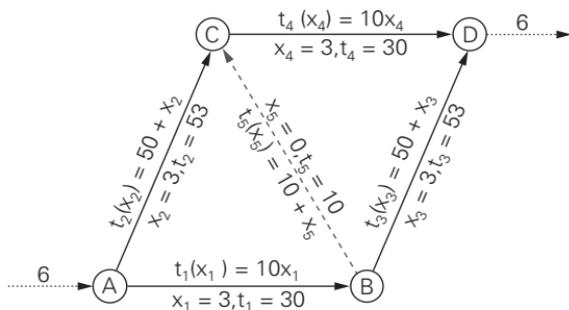


Fig. 2.5 Réseau modifié.

Les voyageurs préférant les itinéraires les plus rapides, l'itinéraire 3 est attractif grâce à la nouvelle infrastructure. Supposons qu'une unité de flot utilisant actuellement l'itinéraire 1 décide d'emprunter l'itinéraire 3. Le réseau est alors dans la configuration représentée à la figure 2.6, avec les temps de trajet suivants sur les différents itinéraires :

1. $A \rightarrow C \rightarrow D$: 82 minutes ;
2. $A \rightarrow B \rightarrow D$: 93 minutes ;
3. $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$: 81 minutes.

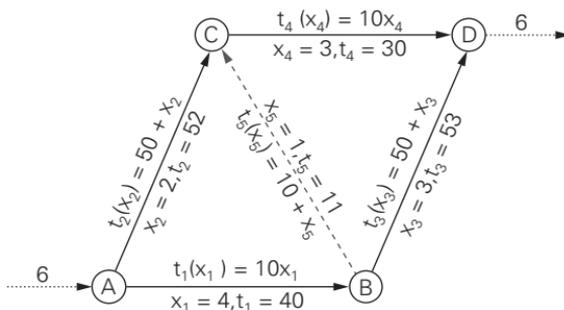


Fig. 2.6 Situation intermédiaire.

Ce réseau n'est toujours pas à l'équilibre. Une unité de flot utilisant actuellement l'itinéraire 2 décide d'emprunter l'itinéraire 3. Le réseau est alors dans la configuration représentée à la figure 2.7, avec les temps de trajet suivants sur les différents itinéraires :

1. A → C → D : 92 minutes ;
2. A → B → D : 92 minutes ;
3. A → B → C → D : 92 minutes.

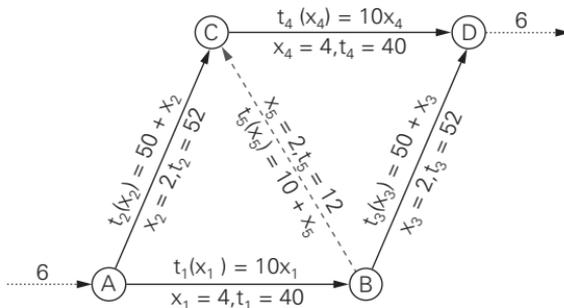


Fig. 2.7 Nouvel équilibre de Nash.

Le réseau est maintenant à l'équilibre. Le temps de trajet sur chacun des itinéraires est identique, et aucun voyageur ne peut améliorer sa situation en changeant unilatéralement son itinéraire.

2.4 Paradoxe de Braess

Dans l'exemple présenté ci-dessus, le temps de trajet de chaque voyageur était de 83 minutes avant l'ajout de la nouvelle infrastructure, et de 92 minutes après. Cet exemple modélise donc une situation dans laquelle une augmentation de l'infrastructure de transport détériore la qualité du niveau de service. Cette situation a été appelée le *paradoxe de Braess*, d'après BRAESS (1968) qui l'a caractérisé en utilisant un exemple similaire.

On peut reprendre l'analyse ci-dessus dans l'autre sens. Si l'on considère la situation présentée par la figure 2.7 comme le point de départ, et si l'on supprime l'arc reliant B à C, nous obtenons la situation de la figure 2.4. C'est un exemple similaire à ceux de Stuttgart, New York et Séoul décrits plus tôt, où la fermeture d'un axe améliore la situation générale du trafic. Notons que cette situation paradoxale ne s'observe pas dans tous les cas. PAS et PRINCIPIO (1997) analysent les conditions pour que le paradoxe s'observe. Ils montrent que l'apparition ou non du paradoxe dépend des conditions du problème, et notamment de la fonction de performance utilisée pour les arcs et de la structure de la demande.

Une autre manière d'améliorer la situation présentée par la figure 2.7 serait de permettre aux utilisateurs de coordonner leurs décisions. En effet, si tous les voyageurs se mettaient d'accord pour ne pas emprunter l'arc reliant B à C, le temps de trajet de chacun d'eux en serait amélioré. Cependant, une parfaite coopération est nécessaire. Dans la configuration du réseau illustrée à la figure 2.5, il est tentant pour un voyageur de prendre le chemin $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, plus rapide de 13 minutes que celui qu'il emprunte actuellement. En faisant cela, il détériore la situation des autres voyageurs, et les incite à ne plus coopérer, emmenant le système dans l'équilibre de Nash de la figure 2.7.

Cette situation où l'absence de coopération est néfaste à tous, mais où pourtant aucun n'a d'incitation à coopérer, est souvent illustrée par un exemple appelé le *dilemme du prisonnier*, initialement proposé par A. W. TUCKER lors d'un séminaire au département de psychologie de Stanford (TUCKER, 1983).

2.5 Dilemme du prisonnier

Averell et Joe Dalton sont arrêtés par la police. En l'absence de preuves de leurs larcins, les policiers décident de les interroger séparément en faisant à chacun d'eux la proposition suivante: « Si tu dénonces ton complice, et qu'il ne te dénonce pas, tu seras relâché, et lui sera condamné à 15 ans de prison. Si tu le dénonces, et que lui aussi te dénonce, vous passerez tous les deux six ans en prison. Si aucun de vous deux ne parle, vous serez chacun condamnés à un an de prison. »

La situation peut être résumée par le tableau 2.1, qui contient deux lignes, correspondant aux deux possibilités offertes à Joe, et deux colonnes, correspondant aux deux possibilités offertes à Averell. Le contenu de chaque case reprend le nombre d'années de prison pour Joe et Averell, respectivement, pour la configuration correspondante. Par exemple, le contenu de la deuxième ligne, première colonne est [0, 15], faisant référence au fait que si Joe dénonce et qu'Averell se tait, Joe obtient 0 et Averell 15 années de prison.

Tableau 2.1 Dilemme du prisonnier.

		Averell	
		se tait	dénonce
Joe	se tait	[1, 1]	[15, 0]
	dénonce	[0, 15]	[6, 6]

Analysons le point de vue de Joe. Supposons qu'Averell se taise (colonne 1). Dans ce cas, Joe a plus d'intérêt à le dénoncer afin d'éviter la prison. Supposons maintenant qu'Averell décide de dénoncer son frère (colonne 2). Dans ce cas aussi, Joe a plus d'intérêt à le dénoncer afin de n'avoir que six années de prison au lieu de 15. Comme la situation est totalement symétrique pour Averell, la meilleure décision que chacun des deux individus puisse faire unilatéralement est de dénoncer l'autre. C'est le pari fait par la police, afin que les deux bandits soient condamnés. Mais il est clair que la meilleure solution globale pour les deux bandits serait de se taire tous les deux, et de n'écoper que d'un an de prison chacun. Comme discuté plus haut, la solution où les deux Dalton dénoncent leur frère est un équilibre de Nash.

2.6 To model or not to model ?

Les modèles mathématiques présentés ci-dessus nous ont permis de comprendre et d'expliquer la situation paradoxale relevée dans les trois exemples présentés à la section 2.1, grâce à une représentation simplifiée de la réalité. Plus important, ils permettent aux preneurs de décision de prédire l'impact de leurs projets sur le système dans son ensemble, et notamment de détecter des effets contre-intuitifs. Mais ces modèles ne sont-ils pas basés sur des hypothèses trop simplistes? Par exemple, est-ce vraiment raisonnable de faire l'hypothèse que les automobilistes empruntent le chemin le plus rapide pour se rendre à leur destination, sans tenir compte d'autres facteurs? De plus, est-ce que le fait d'ignorer les autres modes de transport disponibles, typiquement plus attractifs lorsque la congestion se développe, invalide les résultats de l'analyse? L'hypothèse que la demande totale reste constante doit également être discutée et éventuellement remise en question, car la disponibilité d'une

nouvelle infrastructure de transport a tendance à attirer du trafic supplémentaire, phénomène connu sous le nom de « trafic induit » ou « mobilité induite* » (voir notamment LEE, KLEIN et CAMUS, 1999). « Wer Strassen sät, wird Verkehr ernten (qui sème des routes va récolter du trafic) », disait Hans-Jochen Vogel, un ancien maire de la ville de Munich.

Dans le nord de la France, les communes de Borre et Pradelles se sont battues pendant 40 ans pour obtenir une route de contournement. Cette route a été ouverte le 30 juin 2014, libérant pour un temps les villages du trafic nuisible qui les encombraient (SCHEPMAN, 2014). Mais il n'a pas fallu attendre longtemps pour que les voitures reviennent. Pourtant, peu de gens ont intérêt à emprunter l'ancienne route (en partie limitée à 30 km/h) quand on peut rouler à 110 km/h sur la nouvelle. Le trafic induit a généré une rapide saturation de la nouvelle route de contournement, rendant l'option de traverser les villages attractive pour de plus en plus d'automobilistes.

La modélisation est un exercice difficile, qui consiste à travailler avec des hypothèses suffisamment simples pour obtenir des outils compréhensibles et gérables, mais suffisamment complexes pour appréhender les réalités importantes à l'analyse. Dans le cadre du paradoxe de Braess, les hypothèses proposées dans ce chapitre sont suffisantes pour illustrer le concept. Les modèles utilisés en réalité par les professionnels sont plus élaborés, et intègrent d'autres hypothèses, et d'autres aspects de la mobilité (la possibilité de choisir d'autres modes, d'autres périodes de voyage, d'autres destinations, etc.). On attribue (probablement à tort) à Albert Einstein le conseil suivant : « Rendez les choses aussi simples que possible, mais pas plus simples. » Ce conseil est particulièrement pertinent pour l'élaboration des modèles mathématiques.

Dans le cadre de la mobilité, l'exercice de modélisation est d'autant plus difficile qu'il implique des hypothèses sur le comportement humain. Le rôle des sciences sociales est important

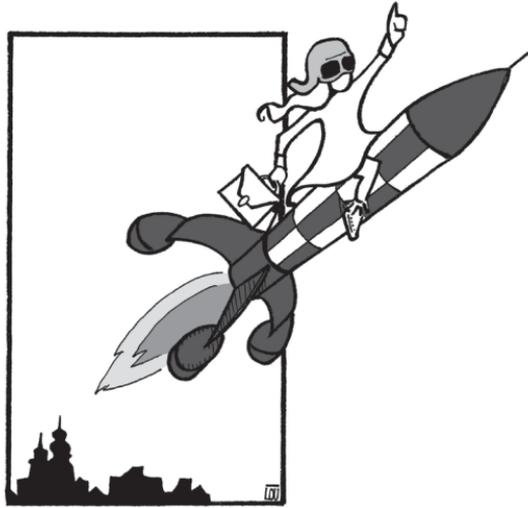
ici, autant en amont, pour identifier les aspects essentiels du comportement dont il faut tenir compte, qu'en aval, afin d'évaluer la pertinence des résultats proposés par le modèle. En effet, tout modèle doit être validé, afin de vérifier qu'il est capable de reproduire les aspects de la réalité qui intéressent l'analyste.

2.7 Le prix de l'anarchie

Les embouteillages résultent d'une inadéquation entre l'offre en transport (c'est-à-dire l'infrastructure) et la demande en transport (c'est-à-dire les choix des voyageurs). L'intuition qui consiste à suggérer d'augmenter l'offre afin de corriger cette inadéquation ne fonctionne pas toujours.

Ce phénomène, illustré par le paradoxe de Braess, résulte de la dimension comportementale du problème. Le comportement égoïste des utilisateurs engendre une situation appelée «équilibre de Nash» qui, dans certains cas, peut s'avérer néfaste pour tout le monde, comparée à une situation où les différents acteurs coopèrent. La différence entre les deux situations est souvent appelée «le prix de l'anarchie». Ce prix à payer en l'absence de coopération est subi par la société dans son ensemble, mais aussi par chacun des acteurs impliqués. Il est important de noter que ce phénomène s'observe dans la réalité, et pas seulement sur des exemples académiques comme présentés plus haut. YOUN, GASTNER et JEONG (2008) illustrent notamment le paradoxe de Braess et calculent le prix de l'anarchie pour des villes comme Boston, New York et Londres.

De nombreuses solutions, non basées sur l'extension des infrastructures, ont été proposées pour limiter les embouteillages. Non seulement à cause du paradoxe de Braess, mais également parce qu'il n'est pas possible d'étendre à l'infini les infrastructures de transport.



3 Faut-il penser les transports pour qu'ils soient les plus rapides possible?

Ander Audikana et Stefan Binder

La vitesse de déplacement constitue une variable clé pour tout système de mobilité. L'accroissement de la vitesse a été considéré pendant longtemps comme l'une des principales priorités des politiques de transport. Ce chapitre montre que ce type de mesure se combine désormais avec des politiques visant à réduire ou à limiter la vitesse de déplacement, notamment en milieu urbain. Dès lors, les politiques de la vitesse deviennent de plus en plus sélectives et gagnent en sophistication.

La quête de l'accroissement de la vitesse de déplacement constitue un trait caractéristique des sociétés contemporaines. La vitesse a été traditionnellement considérée comme synonyme de développement social et économique. Cette conception positive de la vitesse a conduit à l'amélioration des technologies de déplacement et à la réalisation de réseaux de transports : pour *désenclaver* et permettre le développement de l'ensemble du territoire, mais aussi pour *désengorger* les tronçons saturés et assurer la fluidité. Plus précisément, l'accroissement de la vitesse de déplacement a procuré des gains d'accessibilité très importants. Grâce à une vitesse plus élevée, de nouveaux territoires ont été rendus accessibles. Cela s'est traduit par un choix de localisation plus large en faveur des entreprises et des ménages (chap. 9). Il est souvent avancé que cette évolution résulte en un accroissement de la diversité des produits, des services et des emplois accessibles. Il est certain que l'accroissement de la vitesse a permis de gagner de l'espace, sans forcément épargner du temps, et a contribué à accroître la distance des déplacements. En milieu urbain, la « ville moderne » est la ville rapide ou la ville fluide dans laquelle la congestion (la lenteur) apparaît comme un dysfonctionnement majeur.

En Suisse, la vitesse des différents modes de transport a augmenté entre 1994 et 2010 (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2012). À l'exception du vélo (dont la vitesse reste stable à 13.4 km/h) et du motorcycle, la plupart des modes de transport connaissent un accroissement de leur vitesse respective. Pourtant, cet accroissement n'est pas distribué de manière homogène. Les vitesses moyennes du train et de la marche à pied ont augmenté respectivement d'environ 23% (passant de 50 à 60 km/h) et de 15% (de 4.2 à 4.9 km/h), alors que dans la même période les gains de vitesse de la voiture et du bus/tram se situent en dessous de 5% (de 37 à 38.6 km/h) et de 8% (16.8 à 18.1 km/h) respectivement. L'accroissement de la vitesse demeurera-t-il un objectif stratégique des politiques de transport du futur?

Dans quelle mesure d'autres éléments comme le confort, le cadencement*, la flexibilité ou la sécurité de déplacement remettent-ils en question la centralité de la vitesse en matière de planification des transports ? Les éléments présentés dans ce chapitre suggèrent que les politiques de transport seront à l'avenir plus sélectives concernant la régulation de la vitesse de déplacement en combinant des mesures d'accélération et de décélération.

3.1 Réduction de la vitesse de déplacement : une dynamique en cours

Les stratégies visant l'accroissement de la vitesse de déplacement semblent, dans certains cas, avoir atteint un degré de saturation important. En ce qui concerne la mobilité à longue distance, en raison notamment des coûts de construction des infrastructures et des coûts d'opération, certains systèmes de transport à vitesse élevée sont remis en cause (comme le développement des lignes ferroviaires à grande vitesse) ou, plus simplement, abandonnés (comme le Concorde). Un rapport de la COUR DES COMPTES (2014) française conclut qu'il n'est « aujourd'hui plus possible de poursuivre une politique de « tout TGV » a fortiori ». En Suisse, la politique d'investissement en matière de transport, comme l'a montré le débat sur le financement et l'aménagement de l'infrastructure ferroviaire en 2014, est à présent très orientée vers la résolution de problèmes de capacité et de cadencement. L'accélération de la vitesse de déplacement n'apparaît plus comme la seule grande priorité.

Qui plus est, en milieu urbain, les autorités locales semblent de plus en plus enclines à adopter des mesures de limitation de la vitesse concernant la mobilité individuelle motorisée. Alors que ce type de mesure a été initialement mis en œuvre par des

communes de petite taille, désormais ce sont des grandes métropoles comme Paris (qui songe à mettre une partie très importante de la ville en zone 30 km/h) ou New York (qui a récemment limité la vitesse de circulation à 40 km/h) qui annoncent des politiques dans cette direction. Les arguments pour justifier de telles décisions diffèrent d'un contexte à l'autre. À Paris, la limitation de la vitesse fait partie d'un programme de lutte contre la pollution atmosphérique, alors qu'à New York c'est l'argument concernant la sécurité routière qui monopolise le débat. Dans tous les cas, ces nouvelles orientations s'accordent sur le fait qu'une vitesse élevée n'est plus systématiquement considérée comme un atout.

Les études concernant la réduction de la vitesse de déplacement en milieu urbain n'ont pas toujours été systématiquement développées. La ville de Graz (Autriche) est communément considérée comme l'un des premiers exemples où des politiques de réduction de la vitesse ont été mises en œuvre (OCDE, 2002). En 1992, la ville de Graz a établi des limitations de vitesse de 30 km/h dans toutes les aires résidentielles et 50 km/h dans les principales artères. Les victimes d'accidents ont décliné de 12% dans l'ensemble de la ville. La vitesse moyenne a été réduite de 0.5 km/h entre les carrefours et de 2.5 km/h dans les carrefours. La proportion des conducteurs circulant à plus de 50 km/h s'est réduite de 7.3% à 3%. Pourtant, lorsque les mesures de coercition ont diminué, la vitesse de déplacement s'est rétablie progressivement aux niveaux originaux.

À Rotterdam (Pays-Bas), sur 3.5 km d'une autoroute traversant un territoire périurbain* (Overschie), les limitations de vitesse ont été réduites de 120 km/h à 80 km/h en 2002 (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008). Cette section d'autoroute a été sélectionnée en raison du niveau de congestion et de la proximité à des espaces résidentiels. De fortes mesures de coercition concernant les limitations de vitesse ont été adoptées. La vitesse moyenne de déplacement a été réduite de 93 km/h à 70 km/h et de 89 km/h à

72 km/h en fonction du tronçon de l'autoroute. Cette réduction a permis d'homogénéiser le trafic et de réduire la congestion. Il a également été estimé que les émissions de CO₂ ont diminué de 15% et que la qualité de l'air s'est localement améliorée. Enfin, le nombre d'accidents a décru de 60% et le niveau de bruit de 50%.

Une étude a été menée en 2002 concernant les impacts de la mise en œuvre des zones à 30 km/h (20 miles/h) à Londres (TRANSPORT FOR LONDON, 2003). La vitesse moyenne de circulation a diminué de 9 km/h au sein de ces zones. Cette étude conclut que les zones à 30 km/h ont contribué à réduire le nombre de victimes d'accidents d'environ 45% et de 57% le nombre d'accidents graves. Les flux de circulation ont diminué d'environ 15% au sein de ces zones.

Le tableau 3.1 synthétise d'autres expériences de politiques de réduction de la vitesse dans différentes villes. Globalement, les réductions de vitesse de circulation ont été constatées et ont contribué à la réduction des accidents et à renforcer le sentiment de sécurité du reste des usagers de la ville (piétons et cyclistes).

Tableau 3.1 Exemples de réductions de la vitesse en milieu urbain.

Ville (pays)	Description de la mesure	Impacts	Source
Aalborg (Danemark)	Mise en œuvre de cinq zones à vitesse limitée (30 ou 40 km/h)	Réduction de la vitesse moyenne dans les différentes zones. La proportion des personnes qui ont un sentiment d'inquiétude pour laisser les enfants marcher seuls dans la rue a diminué de 56% à 43%. Réduction de 25% du nombre d'accidents, de 30% du nombre de blessés et de 37% de morts par accident. Les émissions ont été réduites de 11% et le bruit de 3 décibels.	www.civitas.eu

Tableau 3.1 Exemples de réductions de la vitesse en milieu urbain (suite).

Ville (pays)	Description de la mesure	Impacts	Source
Barcelone (Espagne)	Mise en œuvre des limitations à 80 km/h de différents accès routiers dans la ville	Le sentiment de sécurité s'accroît après la mise en œuvre de 6.1 à 6.7 sur une échelle de 1 à 10. Une réduction de la vitesse de 3 à 8 km/h a été mesurée pendant les heures de pointe. Réduction significative des accidents.	www.eltis.org
Donostia, St Sébastien (Espagne)	Mise en œuvre des « zones sécurisées » à des vitesses maximales de 30 km/h	Réduction de la vitesse moyenne de circulation de 5.2 km/h. Cette réduction varie en fonction des zones entre 1 et 20 km/h. Réduction des blessures légères de 33%.	www.civitas.eu
Ljubljana (Slovenia)	Mise en œuvre des limitations à 30 km/h dans différentes zones de la ville et des mesures de contrôle de la vitesse	Réduction de la vitesse moyenne de circulation de 12 et 22% dans les deux aires résidentielles.	www.civitas.eu
Odense (Danemark)	Création de « zones environnementales » à vitesse réduite dans le centre d'Odense et dans deux aires résidentielles. Combinaison de mesures physiques, information et communication avec les résidents locaux	Réduction du trafic de circulation de 35%. Augmentation de 62% de la part modale* du vélo dans une des zones affectées par la mesure.	www.civitas.eu
Stockholm (Suède)	Mise en œuvre des limitations à 30 km/h dans les rues résidentielles	La vitesse moyenne de circulation et le flux de trafic demeure constant. Au contraire, la vitesse maximale de circulation diminue de façon importante.	ARCHER <i>et al.</i> (2008)

3.2 Pourquoi faut-il agir sur la vitesse de déplacement ? Une vision d'ensemble

Les études concernant la vitesse de déplacement dans les villes ont notamment mesuré les effets liés aux changements de vitesse des véhicules motorisés en matière de sécurité, de bruit, de pollution ou de congestion. Alors que certains effets semblent bien identifiés, d'autres sont traditionnellement invoqués mais difficilement prouvés.

Les effets de la vitesse urbaine des véhicules motorisés concernant la sécurité et le bruit semblent bien confirmés. La sécurité, tant du point de vue des automobilistes que des autres usagers de l'espace urbain comme les cyclistes et les piétons, dépend fortement de la vitesse de déplacement. La vitesse du trafic motorisé apparaît comme un facteur clé des accidents routiers. Il est globalement admis qu'une réduction de 1% de la vitesse moyenne de déplacement mène à une réduction de 2-3% des accidents routiers concernant le transport interurbain (OCDE, 2006). À l'inverse, un accroissement de 5% de la vitesse de déplacement contribue à un accroissement de 10% de l'ensemble des accidents et de 20% des accidents mortels. Ces relations varient en fonction de la vitesse de référence et de la qualité de la route. À une vitesse égale ou inférieure à 30 km/h, les piétons ont 90% plus de chances de survivre à un accident, alors que les chances de survivre à un impact à une vitesse égale ou supérieure à 45 km/h se réduisent à moins de 50% (RACIOPPI, ERIKSSON, TINGVALL et VILLAVECES, 2004). Les différentiels de vitesse existants entre les différents usagers, les différents poids des véhicules et le type d'équipement de sécurité sont les principaux facteurs qui influent sur les accidents routiers en milieu urbain. Les usagers les plus vulnérables comme les piétons, les cyclistes ou les conducteurs de moto en sont les principales victimes.

Le bruit est également en lien direct avec le niveau de vitesse de déplacement motorisé. Le bruit du trafic est produit par deux principales sources : le bruit du moteur du véhicule et le bruit du contact entre les roues et la surface de la route. Globalement, on considère que des vitesses réduites produisent un niveau de bruit inférieur. Pourtant, les profils de vitesse concernant les effets d'accélération et de décélération affectent également le niveau de bruit.

Les autres effets de la vitesse motorisée en milieu urbain sont plus controversés. Il est traditionnellement considéré qu'une vitesse de circulation élevée contribue à l'augmentation de la consommation de carburant, des émissions et des coûts d'entretien du véhicule. Des vitesses constantes de 40 km/h nécessitent moins de carburant que des vitesses constantes de 50 km/h, et des vitesses constantes de 50 km/h nécessitent moins de carburant que des vitesses de 60 km/h (ARCHER, 2008). Pourtant, la corrélation entre vitesse et facteurs environnementaux est complexe. Certaines études concluent que la consommation de carburant et les émissions sont plus élevées pour les vitesses réduites (TAYLOR, DYSON, WOOLLEY et ZITO, 2001). Les émissions sont minimales pour des vitesses constantes entre 40 et 90 km/h et en dessous de 20 km/h, la consommation de carburant s'accroît de façon significative (OCDE, 2006). En Suède, certaines études ont montré que des véhicules circulant à des vitesses inférieures à 20 km/h consomment une proportion de carburant plus élevée (ARCHER, 2008). Dès lors, le profil de vitesse et le style de conduite constituent des facteurs plus importants que la vitesse moyenne concernant la consommation de carburant et le niveau d'émissions.

Des bénéfices de la réduction de la vitesse motorisée en termes de qualité de vie sont également évoqués. Certains commentateurs suggèrent que la qualité de vie résultante de la réduction de la vitesse de déplacement peut améliorer l'attractivité économique des villes (HÉRAN, 2014). La lenteur urbaine est également considérée comme un aspect essentiel d'une vie saine.

Une vitesse de déplacement motorisée élevée a contribué au processus de périurbanisation dans la mesure où les familles et les entreprises utilisent les gains de temps pour se localiser plus loin des centres urbains (chap. 9). Certains chercheurs suggèrent que la réduction de la vitesse de déplacement en milieu urbain peut contribuer à limiter l'étalement (WIEL, 1999). Pourtant, cet objectif est considéré par d'autres comme peu réaliste en raison du fort niveau d'irréversibilité des dynamiques d'urbanisation (OCDE, 2006). Par ailleurs, une réduction des vitesses de déplacement permet de diminuer le temps d'arrêt en circulation (TAYLOR *et al.*, 2001), mais pas forcément d'améliorer l'efficacité du réseau (ARCHER, 2008).

3.3 Comment faut-il agir sur la vitesse de déplacement ? Deux mesures clés

Différents instruments de politique publique ont été conçus et implémentés afin de réguler la vitesse de déplacement des véhicules motorisés en milieu urbain. Ils comprennent les limitations de vitesse, les infrastructures et les aménagements urbains, les mesures d'exploitation (notamment en termes de signalisation), les mesures d'exploitation incorporées dans les véhicules, la contrainte, et la communication. Cette section présente et développe les deux premiers types d'instruments.

Limitations de vitesse

Les limitations de vitesse sont nécessaires afin de réguler la circulation dans la mesure où le choix de vitesse des conducteurs n'est pas rationnel du point de vue de l'intérêt général (ELVIK, 2010). Alors que 50% des conducteurs dépassent régulièrement les limitations de vitesse (OCDE, 2006), les conducteurs réagissent aux

possibles mesures coercitives en ajustant leur comportement et en réduisant leur vitesse (ARCHER, 2008). Pourtant, il faut rappeler qu'en milieu urbain, la vitesse moyenne de déplacement demeure globalement en dessous des limitations établies (FRITH, 2012).

Les limitations de vitesse en ville ont été introduites afin de réduire les accidents routiers. Les usagers les plus vulnérables (piétons, cyclistes, motoristes) sont ainsi les grands bénéficiaires. La création d'un environnement urbain plus convivial représente un objectif de plus en plus mentionné par les autorités, car cela permettrait entre autres le développement des modes doux*. HÉRAN (2014) montre qu'à Berlin, où les 30 km/h ont été généralisés, la part modale en faveur du vélo est passée de 2% en 1974 à 13% en 2008. Par contre, certains chercheurs concluent que les éventuels bénéfices environnementaux ne doivent pas être considérés comme l'élément déterminant pour la mise en œuvre des limitations de vitesse (INT PANIS *et al.*, 2011). Plus précisément, ces chercheurs considèrent que les limitations de vitesse en milieu urbain ne mènent pas de façon automatique à une réduction des émissions polluantes et concluent que les arguments en termes de sécurité routière devraient être les principaux arguments pour justifier de tels choix.

Les limitations de vitesse peuvent être appliquées à un large périmètre (une ville), une zone (un centre-ville) ou un axe (une rue). Les limitations de vitesse dans les principales artères urbaines se situent entre 50 km/h et 90 km/h (OCDE, 2006), et des limitations à 50 km/h dans les rues locales sont la règle dans la plupart des pays. L'OCDE (2006) promeut les limitations de vitesse à 50 km/h et à 30 km/h. Pourtant, KRÖYER (2015) suggère que les limitations de 30 km/h peuvent ne pas être suffisantes, car 30% des accidents avec blessures ont lieu dans des espaces à moins de 35 km/h.

En Suisse, la vitesse maximale générale des véhicules peut atteindre 50 km/h dans les localités, 80 km/h hors localités et 100 à 120 km/h sur les semi-autoroutes et autoroutes. L'ordonnance sur la signalisation routière (OSR) prévoit des dérogations « pour éviter ou atténuer des dangers particuliers de la circulation routière, pour réduire les atteintes excessives à l'environnement ou pour améliorer la fluidité du trafic » (OSR, Art. 108). L'OSR définit par ailleurs les zones 30 et les zones de rencontre (20 km/h) (voir la figure 3.1 pour l'évolution du nombre de ces zones dans le canton de Genève). Les premières avec une vitesse maximale de 30 km/h désignent « des routes, situées dans des quartiers ou des lotissements, sur lesquelles les conducteurs sont tenus de circuler d'une manière particulièrement prudente et prévenante » (OSR, Art. 22a). Les deuxièmes avec une vitesse maximale de 20 km/h désignent des « routes situées dans des quartiers résidentiels ou commerciaux, sur lesquelles les piétons et les utilisateurs d'engins assimilés à des véhicules peuvent utiliser toute l'aire de circulation » (OSR, Art. 22b). Comme le paragraphe suivant le montre, ces zones se caractérisent non seulement par une régulation spécifique en matière de limitations de vitesse, mais également en termes d'infrastructure et d'aménagement.

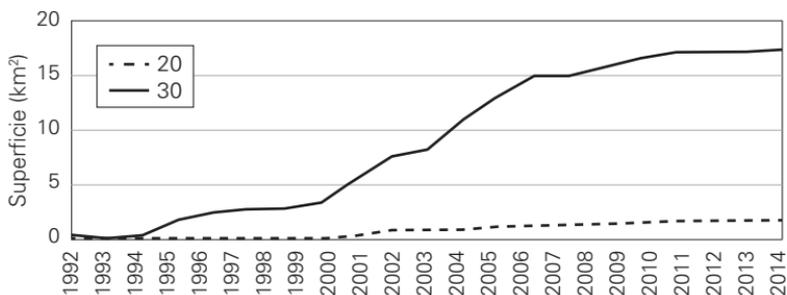


Fig. 3.1 Évolution des zones 20 et 30 km/h dans le canton de Genève (source : Système d'information du territoire de Genève (SITG)).

Infrastructures et aménagement urbains

La conception des infrastructures et des espaces publics permettant de réduire la vitesse de déplacement a une longue histoire. Les premiers efforts eurent lieu à Radburn (États-Unis) à la fin des années 1920, où les rues et les places de la ville furent reconfigurées afin de réduire la vitesse de déplacement (OCDE, 2006). Depuis les années 1960, différents pays européens ont adopté ce type de mesure. Aux Pays-Bas, le concept de *Woonerf*^{*} (qui signifie « cour vivable ») est apparu à la fin des années 1960 comme une initiative des citoyens de Delft. Dans ces espaces, les familles se sont réapproprié les rues, en créant des espaces de convivialité (SCHEPEL, 2005). Ces premières initiatives, incluant la création d'obstacles au trafic routier, ont été ensuite formalisées et régulées de telle sorte que les objectifs de sécurité ont remplacé ceux visant la sociabilité des lieux.

À partir des années 1980, les zones à 30 km/h ont été largement généralisées. Elles combinent des limitations de vitesse et des mesures techniques et physiques permettant de créer l'environnement le plus adapté pour une circulation ralentie (ELVIK et VAA, 2005). Alors que les zones 30 visent la réduction de la vitesse, elles sont souvent combinées avec des mesures permettant de réduire le volume de trafic en utilisant des rues d'une seule direction et des voies sans issues. Cet ensemble de mesures, combinées avec le contrôle de vitesse et les mesures de coercition, permettent de réduire le nombre d'accidents routiers (JANSSEN, 1991). Une revue de littérature a montré que les zones 30 avec ou sans mesures physiques d'accompagnement bénéficient à la marche à pied et au vélo en accroissant la sécurité et la perception de sécurité (TOVAR et KILBANE-DAWE, 2013).

Dans les zones de rencontre, la signalisation routière spécifique pour les piétons est interdite ou non recommandée. Une zone de rencontre se caractérise par une rue sans dénivelés, sans trottoirs

et sans marquage au sol. La priorité donnée aux piétons se traduit en effet par l'absence d'infrastructures défensives (CERTU ET CETE DE L'EST, 2009). Pourtant, certains observateurs considèrent que cette situation peut contribuer à accroître la sensation d'insécurité des piétons (REIGNER, BRENAC et HERNANDEZ, 2013).

En Suisse, la loi prévoit des aménagements routiers dans les zones 30 et les zones de rencontre. D'une part, elle établit que « le début et la fin de la zone doivent être mis en évidence par un aménagement contrasté faisant l'effet d'une porte » (Ordonnance sur les zones 30 et les zones de rencontre). D'autre part, elle signale que « d'autres mesures doivent être prises pour que la vitesse maximale prescrite soit respectée, telles que la mise en place d'éléments d'aménagement ou de modération du trafic ».

3.4 Des territoires à plusieurs vitesses ?

L'accroissement de la vitesse de déplacement en ville ne peut plus être considéré comme une tendance inexorable. Au contraire, ce chapitre a montré que les politiques de mobilité en milieu urbain sont de plus en plus sélectives en matière de gestion de la vitesse. À l'intérieur de certains périmètres, les politiques de transport visent à limiter la vitesse des modes de transport motorisés afin de favoriser la qualité de l'espace urbain et le développement des modes doux. Les effets de ce type de mesure sont loin d'être bien établis. Alors que des bénéfices en termes de diminution d'accidents et de nuisances sonores sont globalement admis, il est plus difficile de mesurer les impacts environnementaux (pollution et consommation énergétique) et ceux concernant la gestion du trafic. Dans les artères urbaines à fort trafic, la réduction de la vitesse de déplacement peut contribuer à réduire les niveaux de pollution et favoriser les flux de circulation. Dans les espaces

résidentiels, les effets concernant la sécurité et les accidents routiers sont plus facilement identifiables. Par ailleurs, dans les espaces à forte congestion, les effets de limitation de vitesse auront la plupart du temps un effet négligeable.

Afin d'atteindre les objectifs de réduction de la vitesse, il apparaît nécessaire de combiner différents instruments de politique publique. En effet, les limitations de vitesse mises en œuvre du point de vue de la régulation ne mènent pas à une réduction de la vitesse de manière automatique. Les mesures physiques en termes d'infrastructure et d'aménagement ainsi que les dispositifs technologiques jouent un rôle important afin de réduire la vitesse de circulation. De même, les mesures de coercition déterminent dans de nombreux cas l'efficacité des mesures appliquées.

Notons que des politiques plus sélectives à l'égard de la vitesse peuvent avoir des effets d'exclusion en fonction des populations. Une maîtrise différenciée de la vitesse peut favoriser la concentration des impacts négatifs en termes de bruit, accidents ou pollution sur certains groupes sociaux, alors que les espaces lents demeurent des lieux privilégiés pour les groupes les plus favorisés. Dès lors, un territoire qui combine accélération et lenteur de façon sélective risque de favoriser une distribution inégale des bénéfices et des nuisances liés à la vitesse de déplacement.



4 Quel est le prix d'une minute gagnée dans nos déplacements ?

Stefan Binder et Emmanuel Ravalet

Seriez-vous prêt à payer davantage pour réduire votre temps de trajet jusqu'à votre lieu de travail ? Si oui, combien ? Si non, pourquoi ? Votre réponse serait-elle identique s'il s'agissait du temps de trajet pour vous rendre en week-end ? L'ensemble de ces questions est relatif à la notion de valeur du temps. Ce chapitre commence par présenter des exemples illustrant le fait qu'il existe bel et bien une volonté de payer pour réduire le temps de déplacement, du moins pour une partie de la population. La recherche d'une valeur du temps ainsi motivée, il traite ensuite de la question de son calcul, et des multiples facteurs pouvant l'influencer. En conclusion, le chapitre présente les limitations associées à la notion de valeur du temps, en raison des hypothèses faites lors de son calcul.

4.1 Existe-t-il réellement une volonté de payer pour réduire notre temps de déplacement ?

En premier lieu, considérons un déplacement de Paris à Bordeaux par la route. En empruntant l'autoroute, ce trajet peut être réalisé en 5 heures et 5 minutes, alors qu'en évitant l'autoroute, le même trajet prend 6 heures et 30 minutes (les durées de trajet ont été obtenues par le site <https://www.google.ch/maps/>, et ne prennent pas en compte la congestion.). Le coût des péages autoroutiers se monte à 54.40 euros pour le trajet Paris-Bordeaux (ASSOCIATION DES SOCIÉTÉS FRANÇAISES D'AUTOROUTES, 2015). En supposant les autres coûts équivalents, on peut en conclure que l'utilisateur qui emprunte l'autoroute est prêt à payer 54.40 euros pour diminuer son temps de trajet de 1 heure et 25 minutes, soit une valeur du temps de 38.40 euros par heure de trajet gagnée. Dans cet exemple, on observe manifestement que l'utilisateur de l'autoroute est prêt à payer pour réduire son temps de déplacement entre Paris et Bordeaux. Il faut cependant noter que d'autres considérations, comme le confort de conduite sur l'autoroute ou l'incertitude liée à la traversée de petites agglomérations peuvent également être des facteurs pour lesquels l'utilisateur de l'autoroute est prêt à payer.

Ce premier exemple traitait de péages autoroutiers où le prix d'utilisation est constant. Aux États-Unis, il existe également des autoroutes où le prix d'utilisation de certaines voies rapides est variable. C'est le cas de l'autoroute I-15 au nord de San Diego, en Californie, sur laquelle le trafic pendulaire* cause régulièrement de la congestion. Pour un montant se situant entre 0.50 et 8 dollars, les automobilistes peuvent emprunter une voie rapide, en principe exempte de congestion. En effet, le prix du péage est ajusté de manière à maintenir un niveau de service acceptable (moins de 17 véhicules par kilomètre et par voie) dans la voie rapide. À partir de données d'utilisation de ces voies rapides

en 1998, BROWNSTONE, GHOSH, GOLOB, KAZIMI et VAN AMELSFORT (2003) ont calculé une valeur du temps médiane de 30 dollars par heure de déplacement gagnée. Les auteurs notent que cette volonté de payer est motivée par la réduction du temps de trajet dans la congestion, mais aussi par le fait que la conduite est considérée comme plus sûre dans les voies rapides.

Aussi, le parc d'attractions PortAventura, près de Barcelone, propose des billets d'entrée « Express » permettant de sauter la file d'attente (PORTAVENTURA, 2015) : pour un surcoût de 27 euros, il est possible de sauter la file une fois par attraction, alors que pour 48 euros de plus, toutes les attractions sont disponibles sans temps d'attente (le billet d'entrée normal pour un adulte coûte 45 euros).

4.2 Pourquoi calculer la valeur du temps ?

Ces exemples ont mis en évidence le fait qu'il existe une réelle volonté de payer pour réduire le temps de déplacement (ou d'attente), du moins chez certaines personnes. Intéressons-nous maintenant à une application où le calcul de la valeur du temps joue un rôle déterminant.

L'analyse d'impact « coût-bénéfice » pour les projets d'infrastructure est l'utilisation la plus courante de la valeur du temps dans le domaine des transports. En effet, ces projets d'envergure, en raison de leurs coûts très élevés, de leur incertitude inhérente, et de leur complexité nécessitent une évaluation approfondie, ce d'autant plus que les décisions sont souvent prises à long terme (sur plusieurs décennies). Aussi, s'il s'agit d'une infrastructure publique, il est nécessaire que l'action publique soit la plus transparente possible. À titre illustratif, le tunnel de base du Saint-Gotthard est le résultat de plus d'un demi-siècle de discussions, d'études et de travaux : la première

idée d'un tunnel de base remonte à 1947 déjà (ALPTRANSIT GOTHARD SA, 2015). Le percement du tunnel a débuté en 2004 et s'est terminé en 2011, pour une ouverture commerciale en 2016. Les coûts totaux du projet ont été estimés à environ 10 milliards de francs suisses (RTS, 2010).

L'analyse « coût-bénéfice » est un outil permettant de déterminer si les bénéfices de la construction d'une nouvelle infrastructure surpassent son coût, aidant ainsi à décider si cela vaut la peine d'investir ou non. Les termes *coût* et *bénéfice* sont à interpréter ici dans un sens très large. En effet, il s'agit des coûts d'investissements et de construction, mais aussi de maintenance, d'opération, etc. Ces coûts sont souvent très difficiles à estimer : une étude a montré que sur un échantillon de 258 projets d'infrastructure de transport (d'une valeur commune de 90 milliards de dollars), les coûts ont été sous-estimés dans 90% des cas (FLYVBJERG, HOLM et BUHL, 2002). Tous types d'infrastructures confondus (projets ferroviaires, tunnels, ponts et projets routiers), les coûts finaux des projets de l'échantillon sont 28% plus élevés que les coûts estimés lors du budget. Les auteurs notent que ce phénomène apparaît à l'échelle globale (l'échantillon couvre 20 pays sur 5 continents). Les bénéfices sont quant à eux encore plus difficiles à estimer, car ils ne sont pas tous monétaires. Il peut s'agir des gains de temps obtenus grâce à la nouvelle infrastructure, de ses impacts économiques (diminution des coûts de maintenance des véhicules, création de nouveaux emplois) ou encore de la diminution des externalités négatives* (pollution de l'air, bruit, émissions de gaz à effet de serre, accidents, etc.) suite à sa construction. Une liste exhaustive des bénéfices à considérer dans une analyse « coût-bénéfice » pour des projets d'investissements dans le domaine des transports dans l'Union Européenne est décrite dans EUROPEAN COMMISSION (2015).

On remarque que la gamme des coûts et bénéfices est extrêmement large et qu'une mesure commune est nécessaire afin de

pouvoir les comparer. Pour ce faire, les bénéfices sociaux sont transformés en unités monétaires grâce à un processus appelé *monétarisation**. Parmi les bénéfices, le gain de temps est un bénéfice social important. Le concept de valeur du temps permet de transformer le temps gagné (minutes, heures) en unités monétaires (francs suisses, euros, dollars, etc.), et ainsi de l'inclure dans l'analyse. D'autres facteurs, comme la valeur d'une tonne de CO₂ par exemple, peuvent également être pris en compte pour la monétarisation. Cet outil très puissant est couramment utilisé – en France et en Angleterre, notamment, la loi exige une analyse coût-bénéfice pour tous les nouveaux projets d'infrastructure publique. Il a néanmoins aussi des limitations, la plus marquante étant évidemment l'impossibilité de monétiser tous les bénéfices. Ainsi, il faut se souvenir que l'analyse coût-bénéfice reste un simple outil, et que celle-ci ne peut en aucun cas remplacer le débat public, ni les décisions politiques.

4.3 Modélisation du choix et calcul de la valeur du temps

La volonté de payer pour réduire son temps de déplacement, mise en évidence par les exemples au début de ce chapitre, traduit le fait qu'un compromis entre temps et coût du déplacement est recherché pour expliquer nos choix en termes de déplacements. Le concept d'utilité*, historiquement introduit par Bernoulli en 1738, permet de comprendre ce phénomène: « La détermination de la valeur d'un objet ne doit pas être basée sur son prix, mais plutôt sur l'utilité qu'il apporte. Le prix de l'objet dépend seulement de l'objet lui-même et est identique pour tout le monde. L'utilité, au contraire, dépend des circonstances particulières de la personne estimant la valeur de l'objet. » (BERNOULLI, 1954)

Modélisation du choix

Les modèles de choix (voir BEN-AKIVA et LERMAN, 1985, par exemple) sont conçus pour prédire le choix effectué par un individu dans une situation donnée. Le concept fondamental sur lequel ces modèles sont construits est le concept d'utilité. Pour reprendre le premier exemple de ce chapitre, le conducteur fait un choix entre les options « avec » et « sans » péage. Un autre exemple de choix courant dans nos déplacements est le choix du mode de transport, étant donné les caractéristiques des diverses alternatives (par exemple : bus, voiture ou vélo).

Pour modéliser la réalité, on fait l'hypothèse simplificatrice que le décideur associe une valeur, appelée *utilité*, à chaque option. L'utilité peut être interprétée comme représentant l'attractivité de chaque alternative. On fait ensuite l'hypothèse comportementale que le décideur choisit l'alternative correspondant à l'utilité maximale.

La fonction d'utilité associée à chaque option est une fonction de variables la caractérisant, et de variables décrivant le décideur ou encore le contexte de choix (comme la météo). De nombreuses variables peuvent être prises en compte : le temps de trajet et le coût, mais aussi le niveau de confort ou la possession d'un abonnement aux TP*, par exemple. Cette formulation mathématique de l'utilité écrite en fonction de variables explicatives permet de modéliser les compromis effectués par le décideur. Prenons l'exemple du choix modal* entre deux modes de transport (1 = Bus, 2 = Voiture), et faisons l'hypothèse que seuls le temps et le coût du trajet importent au décideur pour effectuer son choix. Dans ce cas, les fonctions d'utilité s'écrivent

$$V_1 = -\beta_t t_1 - \beta_c c_1, \quad V_2 = -\beta_t t_2 - \beta_c c_2,$$

où β_t et β_c sont des paramètres qui appréhendent l'importance relative de chaque variable dans la fonction d'utilité. Dans cet

exemple, il est naturel de supposer que les paramètres β_t et β_c sont strictement positifs. En effet, l'augmentation du temps de trajet ou l'augmentation de son coût aura un effet négatif sur l'utilité associée. La variable t_i représente le temps utilisé par l'option $i \in \{1, 2\}$ et la variable c_i le coût associé à l'option $i \in \{1, 2\}$. Les valeurs des paramètres β_t et β_c sont estimées à partir de données réelles. Notons encore que l'utilité est une quantité sans dimension. Dès lors, si l'on suppose que le temps est mesuré en [min] et le coût en [CHF], les unités de β_t et β_c sont $1/[\text{min}]$ et $1/[\text{CHF}]$, respectivement. Ainsi, la quantité

$$\beta = \beta_t / \beta_c$$

est mesurée en [CHF/min]; il s'agit de la *valeur du temps*. Elle représente le montant (en unités monétaires) que le décideur est prêt à payer pour économiser une unité de temps dans son déplacement. En d'autres termes, elle modélise le compromis que le décideur fait entre le temps et le coût du trajet.

Les fonctions d'utilité proposées ci-dessus sont très simplistes; elles supposent notamment que les seuls facteurs influençant le choix du décideur sont le coût et le temps du voyage. Or, en pratique, on observe qu'il est impossible de trouver une valeur du temps β unique qui expliquerait les choix de tous les décideurs. Cette observation nous amène à la conclusion que tous les usagers n'ont pas la même valeur du temps. En effet, pour l'exemple des voies rapides près de San Diego, il a été observé que les usagers ayant plus de probabilité d'utiliser les voies rapides sont « (1) les pendulaires (et non les voyageurs pour raisons professionnelles ou de loisirs), (2) les individus d'un ménage avec un revenu d'au moins 100 000 dollars, (3) les femmes, (4) les individus âgés entre 35 et 45 ans, (5) les individus avec une éducation supérieure, et (6) les propriétaires immobiliers. » (BROWNSTONE *et al.*, 2003)

Ces différences de perception de la valeur du temps sont modélisées en ajoutant d'autres variables explicatives du comportement dans la fonction d'utilité. Il existe trois types de variables qui peuvent être utilisées : celles décrivant les individus, celles caractérisant le déplacement et celles décrivant le contexte du choix. Le tableau 4.1 propose une liste non exhaustive de variables qui peuvent entrer dans la spécification d'une fonction d'utilité. En effet, on peut comprendre intuitivement que ces variables auront un effet (positif ou négatif) sur l'attractivité de l'une ou l'autre alternative.

Tableau 4.1 Variables pouvant entrer dans la spécification d'une fonction d'utilité.

Type de variables	Exemples
Variables décrivant le déplacement	Longueur du déplacement, motif du déplacement, fréquence du voyage, nombre de correspondances, confort
Variables socio-économiques	Revenu, sexe, possession d'un abonnement aux transports publics, accès à une voiture, âge
Variables décrivant le contexte de choix	Météo

Acquisition des données

L'étape suivant la définition des fonctions d'utilité est l'estimation des paramètres du modèle. En effet, une fois chaque alternative spécifiée par des variables, il s'agit de trouver les valeurs des paramètres correspondants (tels que β_t et β_c pour les variables « temps » et « coût »). Pour ce faire, le modèle est estimé sur un jeu de données. Dans un contexte de choix concernant les déplacements, les jeux de données sont de deux types : les données de *préférences déclarées** (SP, pour *Stated Preference* en anglais) et les données de *préférences révélées** (RP, pour *Revealed Preference*).

Les jeux de données SP sont obtenus en sondant un échantillon de la population à l'aide d'un questionnaire. Une situation de choix hypothétique est présentée à chaque sondé et celui-ci doit faire un choix parmi plusieurs alternatives. Le tableau 4.2 illustre une situation de choix modal, où le répondant doit choisir entre l'option « Voiture » ou « Train ». Il s'agit ainsi d'une préférence *déclarée* par le sondé dans une situation de choix donnée. En questionnant la personne sur ses choix futurs, cela permet de tester l'acceptabilité de services qui n'existent pas encore. Par ailleurs, cela permet à l'analyste de définir et de contrôler l'environnement dans lequel ce choix est effectué ainsi que ses attributs : coût, distance, durée du trajet, etc. (lire par exemple DANALET et SAHALEH, 2012).

Tableau 4.2 Exemple de situation de choix modal dans le cadre d'une expérience SP.

	Voiture	Train
Coût du trajet [CHF]	18	23
Temps de trajet [min]	30	30
Temps de trajet en cas de congestion [min]	40	–
Temps entre deux véhicules [min]	–	30
Nombre de correspondances	–	0

Or, en réalité, le sondé pourrait agir différemment si ce choix s'offrait à lui (par exemple, pour des raisons non expliquées par les variables de chaque alternative). Les données RP révèlent, quant à elles, les choix effectivement réalisés en termes de déplacements. Dans l'exemple de l'autoroute près de San Diego, les enquêteurs avaient accès à des données de type RP car les usagers empruntant les voies rapides étaient équipés d'un boîtier électronique pour le paiement du péage. Il était ainsi possible de déduire jour après jour si le conducteur avait utilisé ou non les voies rapides. De manière générale, les données RP sont plus

difficiles à obtenir que les données SP, puisqu'il ne s'agit pas seulement de répondre à un questionnaire, mais qu'il faut récolter les choix effectivement réalisés. Dans la pratique, on demande au sondé de remplir un « journal de voyage » pendant une certaine durée (typiquement plusieurs semaines). Celui-ci identifie chaque déplacement comme une série d'étapes qui correspondent à un mode de transport utilisé. En plus de la description des trajets effectués au cours d'une journée (mode(s) de transport, horaire(s), activité(s)), le questionnaire peut également contenir des questions sur les modes de remplacement possibles et l'impossibilité d'utiliser certains modes de transport. Ainsi, il s'agit pour le répondant de décrire un choix déjà effectué, ou en train d'être effectué (lire par exemple TABAKA *et al.*, 2011).

4.4 Valeur du temps en Suisse

En Suisse, la valeur du temps a été établie dans le travail de AXHAUSEN, HESS *et al.* (2008), pour différents modes de transport ainsi que pour différents motifs de déplacement*. Les valeurs sont résumées dans le tableau 4.3.

Tableau 4.3 Valeur du temps en Suisse. Le motif « professionnel » correspond à des déplacements pour rendez-vous professionnels alors que le motif « pendulaire » décrit les déplacements domicile-travail réguliers (source : AXHAUSEN, HESS *et al.*, 2008).

	Motif du déplacement			
	Professionnel	Pendulaire	Loisirs	Achats
Temps de trajet TP [CHF/h]	49.57	27.81	21.84	17.73
Temps de trajet voiture [CHF/h]	50.23	30.64	29.20	24.32
Réduction de l'écart entre deux véhicules [CHF/h]	14.88	11.18	13.38	8.48
Réduction des correspondances [CHF/correspondance]	7.85	4.89	7.32	3.52

Il s'agit de moyennes sur chaque catégorie de la population. En effet, la valeur du temps varie avec la longueur du déplacement, et avec le revenu. Les deux premières lignes représentent la valeur du temps en TP et en voiture, respectivement.

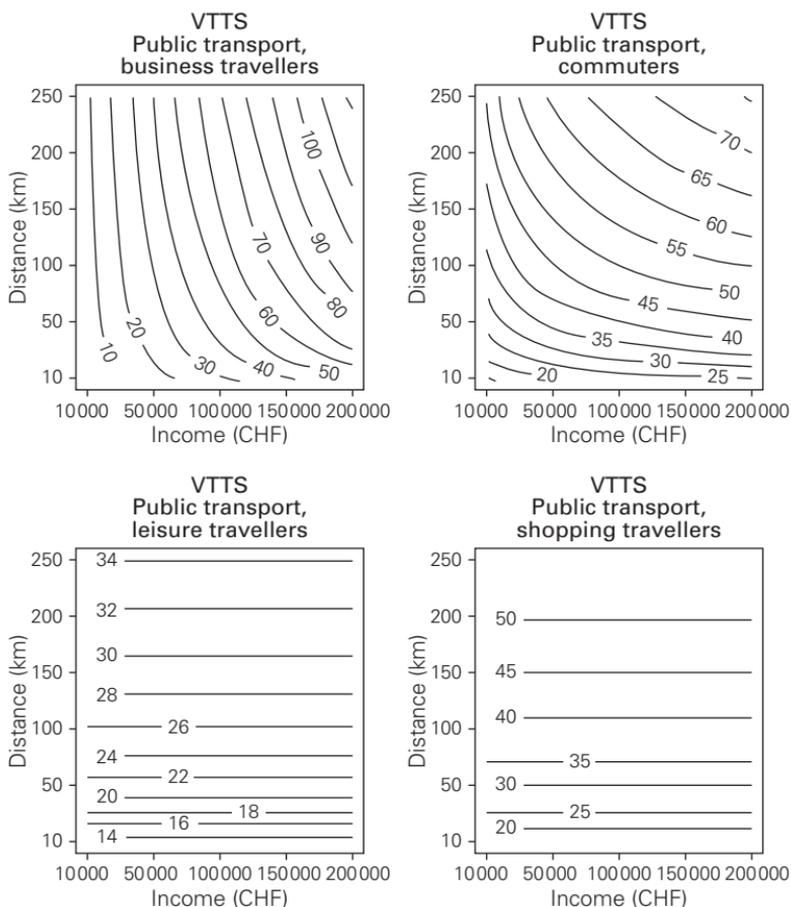


Fig. 4.1 Effet du revenu et de la longueur du déplacement sur la volonté de payer des usagers des transports publics en Suisse [CHF/h]. Les motifs de déplacements sont identiques à ceux du tableau 4.3 (source : AXHAUSEN, HESS *et al.*, 2008).

Il est également possible de calculer la valeur monétaire d'autres variables que le temps. Dans cette étude, la troisième et la quatrième ligne décrivent la volonté de payer des usagers des TP pour réduire l'écart entre deux véhicules ou le nombre de correspondances, respectivement. De manière générale, on observe que les trajets effectués pour raisons professionnelles ont la valeur du temps la plus élevée (pour les rendez-vous professionnels, en particulier). On peut également noter que les déplacements en voiture ont une valeur du temps légèrement plus élevée que les déplacements en TP. Le fait que le temps de trajet peut être « mieux » utilisé dans les TP que dans la voiture peut expliquer ces résultats.

Au-delà des valeurs moyennes, on peut analyser plus en détail l'effet du revenu et de la longueur du déplacement sur la valeur du temps des usagers des TP en Suisse. La figure 4.1 représente les courbes d'égale valeur du temps, en fonction de ces deux facteurs. On observe qu'il existe une interaction significative entre le revenu et la valeur du temps pour les déplacements pour raisons professionnelles (« Professionnel » et « Pendulaire »), alors que le revenu n'a aucune influence sur la valeur du temps associée aux trajets de loisirs ou d'achats. On peut également noter que l'influence du revenu est beaucoup moins significative pour les pendulaires que pour le motif « Professionnel ». Finalement, on observe que la valeur du temps augmente avec la distance de déplacement.

4.5 Limites et précautions

Les approches décrites ci-dessus reposent sur trois hypothèses que nous souhaitons discuter ici. La première concerne la rationalité des agents, la seconde porte sur l'antécédence des lieux sur le déplacement, la troisième sur la substituabilité des activités.

Nous avons évoqué précédemment le fait que les modèles de choix reposent sur l'hypothèse que les personnes cherchent à rationaliser les choix qu'ils font entre plusieurs alternatives, en prenant en compte divers critères. Ce choix rationnel consiste en la maximisation de l'utilité. Mais les personnes ont-elles vraiment une attitude rationnelle lorsqu'un choix s'offre à elles ? En particulier pour le choix du mode de transport ? Plusieurs recherches récentes évaluaient à 20% à Sion (RAVALET, BARANGER, ZAKHIA et KAUFMANN, 2015), 30% à Genève, 40% à Lausanne et 60% à Berne (MUNAFÒ, CHRISTIE, VINCENT-GESLIN et KAUFMANN, 2012) la part des citoyens actifs motorisés dont l'attitude vis-à-vis du choix de mode de transport était proche de celle de l'homo economicus rationnel. Ces personnes, réellement disposées à utiliser le mode de transport le plus performant pour le déplacement considéré, sont dites « multimodales » dans ces recherches. Mais qu'en est-il des autres citoyens ? Pour eux, d'autres formes de rationalités et de logiques d'action vont intervenir. Les représentations ou l'image des modes peuvent jouer un rôle considérable et mener dans certains cas à un refus très net des alternatives à un mode donné. C'est le cas, par exemple, des automobilistes exclusifs* et des alternatifs exclusifs* dans les recherches citées précédemment. Il a également été observé que les temps de déplacement en voiture particulière ont longtemps été légèrement sous-estimés par les populations occidentales, tandis que les temps de déplacement en transports collectifs étaient surestimés, reflétant une inclination culturelle envers la voiture (KAUFMANN, 2002). L'habitude et l'inertie vis-à-vis du changement vont également dans le sens d'une restriction de la rationalité économique usuelle. Ainsi, la mise en service d'une offre de transport alternative met parfois du temps à attirer les nouveaux usagers, même lorsqu'elle est plus rapide, parce qu'une partie de la population souhaite conserver ses habitudes. On n'abandonne pas sa voiture si facilement, ni même son vélo,

ou les TP lorsque l'on sait faire le déplacement de manière quasi automatique.

La seconde hypothèse que nous souhaitons évoquer ici est celle de «l'antécédence des places sur le déplacement», pour reprendre les termes d'AMAR (1993). Autrement dit, lorsque l'on fait un choix entre plusieurs alternatives qui nous permettent d'aller d'un point A à un point B, ne risque-t-on pas parfois de changer le point B? Prenons un exemple: vous faites régulièrement du squash dans une salle située à 15 minutes de chez vous en bus. Aujourd'hui, vous souhaitez faire une partie avec une amie. Mais les bus sont plus rares le samedi, et vous vous demandez si vous allez passer dans une grande surface ensuite pour faire quelques courses. Aussi, vous irez peut-être dans une autre salle, plus accessible en voiture, pour faire votre partie de squash. Dans ce cas, au-delà même de la question de la rationalité économique de la personne concernée, les options ne concernent pas uniquement le déplacement entre deux points mais portent également sur le point B lui-même. Parallèlement, on sait que pour un certain nombre de ménages, le choix du lieu de résidence repose parmi d'autres critères sur les conditions de mobilité vers ces espaces (chap. 10). Ces choix structurants vont ensuite avoir un impact sur les modes de transport qui peuvent être utilisés. Finalement, comparer le temps que prend chaque déplacement, en faisant varier le mode utilisé ou le parcours choisi, permet de mettre en évidence les portions les plus rapides ou les points sensibles d'un réseau de transport. Mais cette approche considère assez mal certains éléments liés à l'environnement construit (aménités offertes, densités, esthétique des lieux), qui peuvent pourtant jouer sur le choix du mode.

La troisième hypothèse concerne la notion de substituabilité des activités. Paradoxalement, donner une valeur au temps de transport s'est toujours décliné dans l'approche économique par une dévalorisation de ce temps, qu'il faudrait nécessairement

minimiser. L'idée est que les individus cherchent à gagner du temps sur leurs déplacements, pour le substituer par une activité autre qui peut être le travail, les loisirs, etc. Mais est-ce vraiment le cas ? La conjecture de Zahavi (ZAHAVI et TALVITIE, 1980 ; METZ, 2008), au-delà de ses faiblesses méthodologiques propres, a le mérite de poser cette question. Elle a ainsi permis de mettre en évidence qu'une partie au moins des temps de transports gagnés grâce à l'augmentation des vitesses est réinvestie en distance (et non substituée par des activités non contraintes) : « Rather than uniformly trying to minimise travel, people seek to decrease their travel if it exceeds the desired optimum, but seek to increase travel if it falls short of their ideal amount. » (MOKHTARIAN et SALOMON, 2001) Ces éléments sont plus précisément discutés dans le chapitre 3 du présent ouvrage. LYONS et URRY (2005) proposent ainsi de considérer le temps en distinguant son volume, sa valeur et son usage. Cela permet de mettre en évidence l'importance des usages et des appropriations propres aux acteurs des transports puis de tester leurs impacts potentiels sur le report modal*.

4.6 Limites des hypothèses

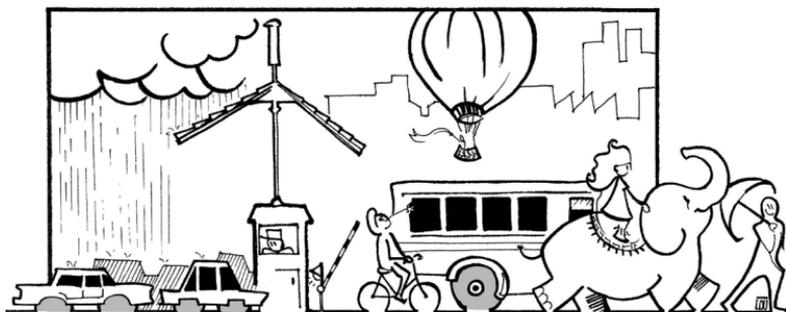
Dans ce chapitre, nous avons exploré la notion de valeur du temps dans les transports. Nous sommes arrivés à la conclusion qu'il n'existe pas une unique valeur ; en effet, la volonté de payer peut dépendre de l'individu, du type de trajet ou encore du mode de transport. Néanmoins, le calcul de cette valeur a une importance certaine, notamment pour évaluer la rentabilité socio-économique et financière de grands projets d'infrastructure.

Cependant, on peut se poser la question de la pertinence de l'hypothèse de rationalité du décideur qui est à la base du calcul de la valeur du temps. Peut-être ne veut-on pas minimiser son

temps de transport ? Le chapitre 3 discute cette hypothèse. Que se passe-t-il si les conducteurs décident de coopérer, au lieu de maximiser leur utilité personnelle ? Le chapitre 2 analyse cette possibilité. On voit ainsi que la notion de valeur du temps est très relative.

Deuxième partie

Coût



5 Le péage urbain modifie-t-il les comportements de mobilité ?

Antonin Danalet et Ander Audikana

Face aux embouteillages aux centres-villes, le péage urbain a été introduit dans certaines villes et refusé dans d'autres. On constate une baisse du trafic et une augmentation du soutien à un tel dispositif à Stockholm après introduction. Ce chapitre présente l'effet du péage urbain sur les embouteillages et les modifications de comportement qu'il induit. Il montre qu'une faible baisse du trafic peut avoir un impact important sur les embouteillages et que le péage urbain modifie profondément les habitudes de mobilité. Il peut même faire disparaître certains trajets.

Le péage urbain* consiste à faire payer l'accès au centre-ville aux automobilistes. Cette politique publique a pour objectif de réduire la congestion, en particulier à l'heure de pointe. C'est aussi un moyen pour l'État de récolter de l'argent, pour le pot commun ou pour les infrastructures de mobilité. Enfin, cela peut aussi permettre de réduire les nuisances environnementales de la voiture dans les centres-villes, par exemple en améliorant la qualité de l'air ou en réduisant la pollution sonore.

Des exemples de péages urbains existent dans plusieurs villes. Singapour a été précurseur dans ce domaine, en lançant un péage urbain dès 1975. Ont suivi Bergen (1986), Rome (2001), Durham (2002), Londres (2003), Stockholm (2006), La Vallette (2007) ou encore Milan (2008).

5.1 Faut-il introduire un péage urbain ?

À Lausanne ?

L'agglomération lausannoise compte aujourd'hui plus de 350 000 habitants. Déjà en 1956, la congestion était perçue comme problématique. Une vidéo promotionnelle des transports publics lausannois (tl) parle de « la grande offensive de midi », « ce chaos que l'on connaît si bien », où « la circulation est ralentie par des embouteillages sans nom » ; « il devient de plus en plus difficile au service public d'avancer et en définitive d'être à l'heure » (REVEL et ROCHAT, 1956).

Une *motion*, c'est-à-dire une demande d'étude à la Municipalité (exécutif de la ville), a été déposée par le Conseil communal (législatif) en 2004 (HUBLER et KNECHT, 2004). Intitulée « Un péage urbain pour financer la gratuité des tl : étude d'une solution écologique et sociale pour Lausanne », la motion oppose la gratuité de l'accès au centre-ville en TIM* et le prix de l'accès en TP*. Elle considère que la fluidité du trafic se paie et

« doit financer le transport en commun qui crée cette fluidité » (HUBLER, 2004). Comme son titre l'indique, la motion demande une étude sur l'impact écologique (baisse du trafic) et social (financement de la gratuité des tl) du péage urbain.

La ville de Lausanne a répondu à la motion en 2013 (LA MUNICIPALITÉ DE LAUSANNE, 2013). Selon elle, il n'y a pas d'engorgement notable. À titre d'exemple, un des axes principaux de la ville, route de Berne – rue du Bugnon, a vu son trafic diminuer de 20% entre 2005 et 2010. Cet exemple n'est pas choisi au hasard par la ville, puisqu'il correspond à un investissement important dans les TP: la nouvelle ligne de métro M2 a été mise en service en 2008. La ville mentionne par ailleurs que les bases légales sont insuffisantes. En effet, la Constitution suisse interdit de taxer l'utilisation des routes, et une exception ne serait possible qu'avec un vote du Parlement fédéral. La Municipalité répond encore que les coûts de mise en service du péage sont élevés. Avec des coûts annuels de 10 à 30 millions, les revenus annuels de 35 à 90 millions de francs suisses ne permettraient de dégager des bénéfices que de l'ordre de 25 à 60 millions, en dessous des bénéfices de la billetterie des tl, de l'ordre de 75 millions par année. Le péage urbain ne permettrait donc pas de financer la gratuité des TP comme demandé par la motion, tout cela sans compter un financement initial de 20 à 80 millions pour la mise en place de l'infrastructure. Elle conseille donc d'abandonner le projet, arguant pour conclure que cette taxe a des effets sociaux négatifs et qu'il n'y a pas d'effet environnemental prouvé.

L'opinion des citoyens suisses par rapport aux problèmes de congestion urbaine est ambiguë. Selon les villes, entre 50 et plus de 80% des habitants des agglomérations de Zurich, Berne et Genève sont partiellement ou tout à fait d'accord que la congestion est un problème. Dans toutes ces agglomérations, cette proportion a augmenté entre 1999 et 2006. Cependant, si le principe de causalité « pollueur-payeur* » est soutenu par 75% de la

population, seule environ 40% de la population accepte l'instauration d'une redevance pour l'utilisation des routes (RAPP, 2007).

À Stockholm ?

La question de l'acceptabilité du péage urbain s'est aussi posée à Stockholm, sous la forme d'un référendum lancé par ses opposants. Après une période d'essai d'un an et avant le référendum pour ou contre sa réintroduction, le chef du bureau en charge du péage urbain l'a décrit comme «la manière la plus chère jamais conçue pour commettre un suicide politique». Cependant et malgré ce pessimisme, le jour du vote, 53% des habitants de Stockholm ont soutenu le péage, et en mai 2011, un sondage indiquait un soutien de 70%. Comment expliquer ce revirement de l'opinion ? Comment le paiement d'une redevance pour un service auparavant gratuit peut-il être soutenu par 70% de la population ?

Stockholm est une ville de 2 millions d'habitants. Ses 14 îles et ses 57 ponts isolent le centre-ville, ce qui crée à la fois de la congestion et permet aussi de définir très simplement un cordon pour la mise en œuvre du péage. Le tarif d'accès et de sortie du périmètre s'élève à 2 euros à l'heure de pointe (7h 30-8h 30 et 16h-17h 30), 1.50 euros 30 minutes avant et après et 1 euro le reste du temps, entre 6h 30 et 18h30. Le passage est gratuit la nuit et en soirée (18h 30-6h 30), et un maximum de 6 euros est facturé par jour.

À l'origine (2004-2005), le soutien au péage était de 40% (BÖRJESSON, ELIASSON, HUGOSSON et BRUNDELL-FREIJ, 2012), et donc similaire à ce que l'on peut observer en Suisse aujourd'hui. Juste avant l'essai, il a baissé à 36% (RAPP, 2007). Pendant l'essai, il est remonté et a atteint 53% le jour du vote (31 juillet 2006). En août 2009, 56% des habitants de Stockholm étaient favorables au maintien du prix du péage, 26% des habitants étaient pour le baisser, et 18% des habitants souhaitaient même voir ce prix augmenter (BÖRJESSON *et al.*, 2012).

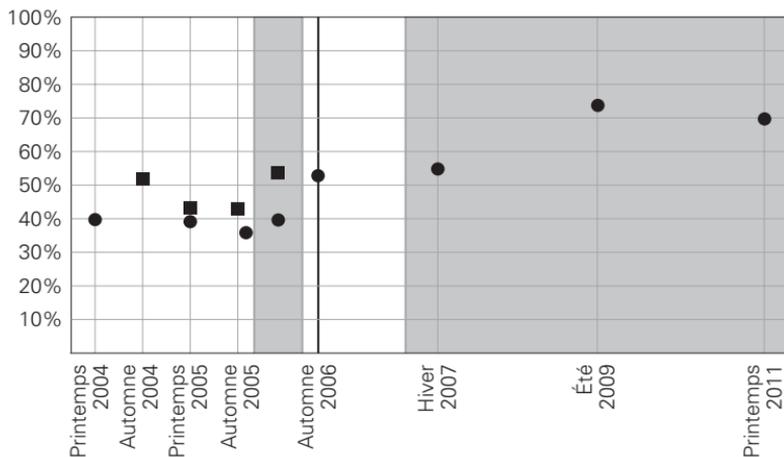


Fig. 5.1 L'acceptabilité du péage urbain à Stockholm. Les zones grises représentent les périodes temporelles avec péage urbain ; on observe l'essai de 2006 et la réintroduction du péage urbain en 2007. La ligne verticale fine représente la votation sur le péage urbain, en septembre 2006 (sources : cercles BÖRJESSON, ELIASSON, HUGOSSON et BRUNDELL-FREIJ, 2012 ; carrés WINSLOTT-HISELIUS, BRUNDELL-FREIJ, VAGLAND et BYSTRÖM, 2009).

Malgré une variation des mesures d'acceptabilité présentées sur la figure 5.1, qui proviennent de plusieurs sources et correspondent à des questions légèrement différentes, on observe clairement une augmentation du soutien au péage urbain. Non seulement le soutien au péage augmente, mais les habitants de Stockholm ont oublié qu'ils étaient contre avant son introduction. En 2006, 35% des gens affirmaient avoir changé d'avis sur le péage urbain pendant l'essai ; en 2007, soit après la réintroduction du péage, seuls 22% affirment avoir changé d'avis, pour la même question. Environ un tiers de ceux ayant changé d'avis avaient simplement oublié qu'ils avaient changé d'avis (ELIASSON, 2008).

La raison d'un tel soutien est double. D'abord, sur le court terme, une légère baisse du trafic implique un gain important en fluidité pour les automobilistes qui n'ont pas changé leurs

habitudes. Ensuite, sur le long terme, une modification des choix de mobilité permet aux habitants de s'adapter à la nouvelle offre sans nécessairement perdre en qualité de vie, voire sans se rendre compte qu'ils ont changé leurs habitudes.

5.2 Effet à court terme : un peu moins de trafic, beaucoup plus de fluidité

Sur le court terme, le soutien s'explique principalement par l'effet du péage urbain : le trafic a baissé de 20% à son introduction (fig. 5.2).

Dans un contexte congestionné, une baisse de 20% du trafic peut faire passer le système d'une situation congestionnée à une situation de fluidité. Le concept du *diagramme fondamental** permet de mieux comprendre le lien entre le flux de trafic (c'est-à-dire le nombre de véhicules empruntant le tronçon de route) et la densité de trafic (c'est-à-dire le nombre de véhicules sur ce même tronçon) (fig. 5.3) :

- Lorsque la densité est faible et que peu de véhicules circulent sur l'axe, le flux est bas : peu de véhicules traversent cet axe chaque heure.

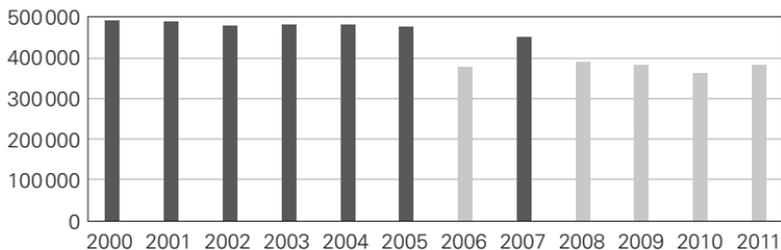


Fig. 5.2 Le trafic à Stockholm (nombre de véhicules par année) En foncé : sans péage urbain. En clair : avec péage urbain (source : ELIASSON, 2012).

- Lorsque la densité correspond à la capacité de la route, le flux est élevé : de nombreux véhicules traversent l'axe chaque heure.
- Lorsque la densité est trop élevée et dépasse la capacité de la route, un phénomène de congestion émerge : très peu de véhicules traversent l'axe chaque heure, leur vitesse diminue et les flux de véhicules sont bloqués sur la route et n'en sortent plus.

Ce diagramme permet de prévoir le temps de trajet en fonction du trafic. Imaginons une route dont la durée de parcours en voiture est de 10 minutes. Jusqu'à un certain seuil, la durée de parcours ne changera pas. Avec 500, 1000 ou 1500 véhicules par heure sur ce tronçon, le trajet sera toujours de 10 minutes. Une fois ce seuil dépassé, lorsque la densité dépasse la capacité de la route et que la courbe rouge de la figure 5.3 commence à

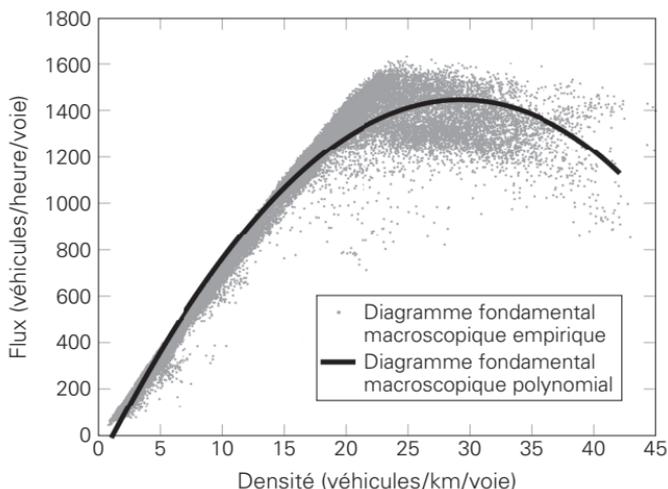


Fig. 5.3 Le diagramme fondamental flot-densité. En clair, les observations, et en foncé un polynôme de degré 3 ajusté aux données (source : YILDIRIMOGLU, LIMNIATI et GEROLIMINIS, 2015).



Fig. 5.4 «Habitants de Stockholm, où êtes-vous allés?», article d'un journal suédois À gauche: le trafic le lundi 2 janvier 2006 à 16 h 30, avant l'introduction du péage. Au centre et à droite, le trafic les mardi 3 et lundi 9 janvier 2006, après l'introduction du péage (source: ELIASSON, 2012).

redescendre, le temps de trajet croît rapidement. Le lien entre volume de trafic et temps de trajet n'est pas linéaire. Comme on peut l'observer sur la Une d'un journal suédois (fig. 5.4), une baisse de 20% du trafic ne correspond pas à 20% de voitures en moins sur la route, mais à la disparition totale des engorgements.

Certains automobilistes ont donc renoncé à leur trajet à l'heure de pointe, libérant ainsi le trafic. En 2007, après l'année d'essai et avant que le système soit définitivement réintroduit, l'accès au centre-ville de Stockholm est devenu à nouveau gratuit. Le niveau de trafic a immédiatement augmenté, mais tout en restant plus bas qu'avant l'essai (fig. 5.2). On observe une hystérésis*, soit un maintien des habitudes et des pratiques de mobilité prises pendant l'essai, alors même que celui-ci est terminé. Cela peut laisser penser qu'il y a des effets d'adaptation à long terme.

5.3 Effet à long terme : des choix de mobilité différents

À Stockholm, le trafic a baissé de 20% suite à l'introduction du péage urbain et un effet résiduel sur les comportements de mobilité a été observé lors de l'abandon temporaire de la taxe. À Lausanne, les effets écologiques, sociaux et économiques d'un péage ont donné lieu à un débat durant près de 10 ans. Pour mieux comprendre les observations suédoises et afin de mieux prédire l'effet qu'aurait un tel système en Suisse, les chercheurs s'appuient traditionnellement sur des données de choix (sect. 4.3). Les données de choix permettent de mettre en évidence les compromis que les individus sont prêts à faire dans une situation de choix. Traditionnellement, on considère que l'introduction d'un péage urbain modifie le choix d'itinéraire, le choix de l'heure de départ et le choix modal* (VRTIC, SCHUESSLER, ERATH et AXHAUSEN, 2010).

Choix d'itinéraire

Dans le contexte du choix d'itinéraire, le voyageur est principalement sensible au temps de trajet: s'il a le choix entre deux chemins, il prendra probablement le plus court des deux. Cela pose la question de la mesure du temps de trajet. Le temps de trajet peut être mesuré très précisément par l'analyste, mais sera peut-être perçu différemment par l'utilisateur (chap. 4). Le choix d'itinéraire peut être par ailleurs influencé par la longueur du trajet, son coût, en particulier s'il y a un péage, par la vue ou le paysage, le nombre de feux de circulation ou de stops, le niveau de congestion, ou encore les limites de vitesse des différents tronçons (chap. 3). Dans le cas du choix d'itinéraire en TP, le nombre de changements, le temps de marche et d'attente et la fréquence de service influenceront le plus probablement le voyageur.

La règle de décision la plus simple à appliquer consiste à supposer que les voyageurs choisissent toujours le chemin le plus court. Elle peut être appliquée à la seule distance, ou généralisée en définissant un coût par chemin associé à plusieurs des facteurs individuels et spécifiques au trajet présentés ci-dessus. Ce coût généralisé est appelé *utilité** et a été défini au chapitre 4. Cette approche déterministe nécessite uniquement le calcul du plus court chemin dans un réseau, une procédure simple et rapide en mathématiques. Cependant, elle est limitée d'un point de vue comportemental.

Les modèles de choix proposent une règle de décision probabiliste. Ils font toujours l'hypothèse que l'individu est capable de choisir l'option avec l'utilité la plus élevée, mais abandonnent l'hypothèse d'un comportement déterministe et ajoutent un terme d'erreur dans l'expression de l'utilité. Ce comportement en partie aléatoire peut s'expliquer d'une part par la nature humaine. Dans le même contexte de choix, un même individu peut faire des choix différents. Cette approche, dite à *utilité constante*, pense le terme d'erreur comme l'expression de choix sous-optimaux par l'individu. D'autre part, même si l'on suppose que l'être humain est déterministe dans son choix et rationnel, le modèle contiendra toujours des erreurs de mesure par l'analyste. Le calcul de l'utilité n'est pas parfait et on considère l'utilité comme une variable aléatoire. C'est l'approche de *l'utilité aléatoire*. Les modèles de choix sont décrits plus en détail au chapitre 4.

De tels modèles ont notamment été développés en Suisse (VRTIC *et al.*, 2010 sur la tarification routière) et à Stockholm (ELIASSON et MATTSSON, 2006 ; ELIASSON, 2008 ; ELIASSON, HULTKRANTZ, NERHAGEN et ROSQVIST, 2009 ; KARLSTRÖM et FRANKLIN, 2009 ; BÖRJESSON *et al.*, 2012 sur le péage urbain). En Suisse, les choix d'itinéraires seraient principalement modifiés si l'on devait introduire une redevance sur l'utilisation des routes nationales et des autoroutes

en fonction des distances (environ 5000 kilomètres de route concernés en Suisse) ou une redevance couvrant tout le territoire national pour l'utilisation des routes au prorata des distances. En particulier, on observerait un report sur des trajets de contournement dans les pays étrangers voisins (RAPP, 2007). À Stockholm, seul 1% des personnes se rendant au travail a changé d'itinéraire pour éviter le cordon (BÖRJESSON *et al.*, 2012).

Choix de l'heure de départ

Le choix de l'heure de départ est principalement influencé par l'heure préférée (ou obligée) d'arrivée à destination de l'individu (BEN-AKIVA et BIERLAIRE, 2003). Le voyageur fixe d'abord cette heure, puis estime le temps de trajet, en comptant une marge de sécurité, afin de finalement définir son heure de départ. La marge de sécurité dépend de la variation du temps de trajet. Le choix de l'heure de départ est aussi influencé par la sensibilité de l'individu au retard par rapport à l'horaire : en fonction du contexte, certains retards sont tolérables et d'autres ne le sont pas. Finalement, le voyageur peut pénaliser les heures de départ qui s'éloignent trop de son habitude.

Un modèle de choix de départ a été estimé en Suisse. Ce modèle étudie l'impact hypothétique d'un péage urbain à l'heure de pointe. Une forte modification des comportements serait observée au petit matin : le nombre de trajets entre 5 h et 6 h le matin pourrait augmenter de 40% face à une redevance de 4 francs suisses (RAPP, 2007).

À Stockholm, l'analyse des volumes de trafic suggère que l'heure de départ du travail en fin de journée est plus flexible que l'heure d'arrivée au travail le matin (ELIASSON *et al.*, 2009). La proportion de changements d'heure de départ est relativement faible : 20 à 30% de la population n'ont pas du tout changé d'heure de départ et 65% de la population n'ont pas

changé leur heure de départ au travail de plus de 15 minutes. La flexibilité des heures de début et de fin de travail dépend du salaire: parmi la population la plus pauvre, seuls 20% ont des horaires flexibles, contrairement aux plus riches, qui sont 61% à pouvoir modifier leur horaire de travail (KARLSTRÖM et FRANKLIN, 2009). Cela pose naturellement la question de savoir si les avantages (la fluidité du trafic) et les inconvénients (la taxe) sont équitablement distribués dans la population. Parmi ceux qui ont changé d'heure de départ, ce choix est influencé par la flexibilité de leur horaire de travail, mais pas par leur revenu. Ainsi, on peut dire qu'il n'y a pas d'effet direct du revenu sur les comportements en lien avec le péage. Il faut cependant garder en tête que la flexibilité des horaires de travail, significative dans le comportement, est liée au revenu et au niveau de formation.

Choix modal

L'utilisation des différents moyens de transports, le choix modal, n'est pas décidé quotidiennement. L'achat d'une voiture ou d'un abonnement aux TP est une décision que l'on prend pour une longue période. Mathématiquement, c'est souvent en faisant l'hypothèse d'un choix renouvelé chaque matin que l'on va modéliser cette pratique modale*. Ce choix est principalement influencé par le coût et la durée du trajet pour chacun des modes de transports disponibles. Un exemple d'un tel choix modal est présenté au chapitre 4.

En Suisse, l'introduction d'un péage urbain induirait une baisse de 4% de la distance parcourue en voiture et de 6% des heures passées en voiture sur les routes en localité. Par ailleurs, cela augmenterait de 7% le nombre de kilomètres parcourus en train et de 9% le nombre de kilomètres parcourus en bus (RAPP, 2007).

À Stockholm, 25% des automobilistes qui traversent le cordon du péage ont changé de mode pour voyager en TP, contre seulement 10% parmi les automobilistes qui ne traversent pas le cordon (KARLSTRÖM et FRANKLIN, 2009). Il est intéressant de noter que 7 à 8% des utilisateurs des TP ont, à l'inverse, changé de mode pour la voiture entre 2004 et 2006.

Choix d'activité : Et si ce trajet n'était pas vraiment nécessaire ?

On considère traditionnellement qu'un péage urbain modifie uniquement le choix d'itinéraire, le choix de l'heure de départ et le choix modal (VRTIC *et al.*, 2010). Une observation vient mettre en doute l'exhaustivité de ces choix pour la compréhension des comportements de mobilité. À Stockholm, 22% des trajets de loisir ont simplement disparu (BÖRJESSON *et al.*, 2012). Ils n'ont changé ni d'horaire, ni de mode de transport, ni d'itinéraire. En conséquence, ils devraient toujours avoir lieu si l'on considère uniquement les choix précédemment cités.

Lors de l'introduction d'un péage urbain, on change l'heure de départ, l'itinéraire et le choix modal, mais pas seulement. Le nombre de trajets effectués dans la journée n'est pas aussi fixe qu'il n'y paraît. La structure des activités dans la journée n'est pas stable et varie en fonction du contexte. La localisation des activités varie en fonction du mode de transport. En suivant des individus à l'aide d'un GPS dans la région de Lausanne, sans péage urbain, on observe sur la carte que les automobilistes tissent des toiles d'activités distantes alors que les utilisateurs des TP dessinent des grappes d'activité denses (fig. 5.5). Un automobiliste sera plus prompt à faire ses achats dans un supermarché en banlieue, proche d'une sortie d'autoroute, tandis qu'un utilisateur du train utilisera le commerce dans ou proche de la gare, entre deux trains. Un modèle comportemental qui souhaite expliquer



Fig. 5.5 Les grappes d'activité d'un voyageur qui utilise au quotidien les transports publics et la voiture. Lorsqu'il est en transports publics, on observe que ses activités sont regroupées (cercles verts) (source : DOYEN, POCHON et KAUFMANN, 2010).

pourquoi les trajets de loisirs disparaissent lors de l'introduction d'un péage urbain doit inclure le choix de la séquence d'activité parmi les comportements modifiés par un péage urbain.

5.4 Payer (ou être payé) pour mieux choisir collectivement

Ce chapitre montre que les comportements sont influencés par le péage urbain de quatre manières. Le voyageur changera peut-être de mode de transport, pour s'orienter vers son vélo ou les TP. Il changera éventuellement son itinéraire, pour éviter le tronçon payant et donc diminuera le trafic sur cet axe congestionné. Il choisira peut-être de partir plus tôt ou plus tard au travail, aplattissant ainsi le pic de trafic de l'heure de pointe. Enfin, il regroupera peut-être ses activités dans la même zone géographique, supprimant ainsi certains trajets. Et si ce voyageur ne change

rien, il paiera le droit d'utiliser une route décongestionnée pour s'assurer un temps de trajet plus court. Le succès dépend donc de la qualité de l'offre de TP (influant sur le choix modal) et du niveau initial de congestion (ELIASSON et MATTSSON, 2006).

Avant l'introduction du péage, les citoyens sous-estiment les bénéfices du système. Le nom lui-même, péage urbain, fait penser à la taxe qu'il faut payer, mais pas aux bénéfices. Une solution pour combler ce déficit d'image consisterait à introduire un péage négatif, soit distribuer de l'argent aux voyageurs au comportement vertueux, qui voyagent hors des heures de pointe. Un tel système a été testé aux Pays-Bas (voir BEN-ELIA et ETTEMA, 2011).

En pratique, une fois que le péage est introduit, les utilisateurs pensent que cela vaut la peine de payer, que le temps économisé vaut ce prix. ELIASSON (2008) mentionne trois éléments qui expliquent l'enthousiasme inattendu des Suédois pour le péage urbain. Premièrement, la congestion se propage dans le réseau. Même les automobilistes qui ne passent pas par le centre-ville peuvent subir les conséquences des embouteillages au centre-ville, et donc subir les effets positifs du péage urbain s'il y en a un. Deuxièmement, les modèles standards ne tiennent pas compte de l'effet du péage sur l'environnement urbain. La diminution du trafic automobile au centre-ville contribue au développement du vélo et de la marche, ainsi que d'autres effets de confort sur la qualité de vie au centre-ville. Troisièmement, les voyageurs vont pouvoir « trier » leurs trajets. Pour leurs trajets importants, avec une haute valeur du temps, pour une urgence ou pour aller au travail, ils vont décider de payer et s'assurer d'éviter les embouteillages. Pour les trajets moins importants, avec une valeur du temps basse, ils vont décider de ne pas payer et donc avoir une forme de rabais (voir chapitre 4 pour plus d'information sur la valeur du temps). Les individus peuvent donc choisir, pour chacun de leurs trajets, quel prix ils sont prêts à mettre et quel service ils peuvent attendre.

Il semble donc que le péage urbain peut faire baisser le trafic dans certains contextes, lorsqu'il y a à l'origine une forte congestion dans un périmètre suffisamment grand et une bonne offre de TP. Il peut modifier les comportements de mobilité, les itinéraires, les heures de départ et les modes de transport. Il peut inciter les automobilistes à regrouper leurs activités, tout comme le font déjà les utilisateurs des TP. Tous ces changements de comportements vont faire baisser un peu le trafic et avoir un grand impact sur les embouteillages.



6 La disponibilité de places de stationnement a-t-elle un effet sur l'usage de la voiture ?

Daniel Baehler et Vincent Kaufmann

Tout déplacement en voiture nécessite par définition deux places de stationnement : l'une au départ, l'autre à destination. Les conditions de stationnement ont donc une influence décisive sur l'usage de la voiture. C'est pourquoi le stationnement est aujourd'hui considéré comme l'un des principaux leviers des politiques de déplacements urbains, notamment pour favoriser un report modal de la voiture vers d'autres modes de transports. Mais, comme le montrent différents exemples, la régulation du stationnement n'aura pas les mêmes effets partout et ce n'est pas le seul facteur pris en compte lors du choix modal.*

6.1 Importance du stationnement dans les politiques de mobilité

Le stationnement prend différentes formes, selon le lieu et le type d'activité. Deux exemples particulièrement importants pour les politiques de mobilité sont présentés : le stationnement sur le lieu de travail et le stationnement résidentiel.

Stationnement sur le lieu de travail

Une grande enquête sur les logiques d'action sous-jacentes aux pratiques modales* dans différentes agglomérations suisses et françaises (Berne, Genève, Lausanne, Besançon, Grenoble et Toulouse) a permis de démontrer l'importance du stationnement dans le choix modal pour les déplacements domicile-travail (KAUFMANN et GUIDEZ, 1998). Pour ce faire, un échantillon représentatif de 500 personnes a été interrogé par téléphone dans chaque agglomération. Il s'agissait d'individus en situation (théorique) de choix, disposant d'une voiture personnelle et d'un accès à une bonne offre de TP* (c'est-à-dire habitant à moins de six minutes d'une ligne efficace qui dessert le centre-ville).

Pour les déplacements domicile-travail, il apparaît dans cette étude que la disponibilité d'un stationnement assuré sur le lieu de travail est le facteur principal pour expliquer le choix de la voiture parmi les individus disposant personnellement d'une voiture, quelle que soit la qualité des alternatives à l'utilisation de l'automobile. Il s'avère que lorsqu'une place de stationnement réservée et/ou en parking d'entreprise (payante ou gratuite) est disponible, plus de 90% des pendulaires* utilisent la voiture pour se rendre sur leur lieu de travail (tableau 6.1).

Dans le cas inverse, c'est-à-dire lorsque le stationnement au lieu de travail n'est pas assuré, il y a par contre de très grandes différences entre les agglomérations : 54% des actifs de Grenoble

Tableau 6.1 Part modale de la voiture pour les déplacements liés au travail, en fonction des conditions de stationnement sur le lieu de travail (source: KAUFMANN et GUIDEZ, 1998).

	Part modale de la voiture quand le stationnement	
	est assuré sur le lieu de travail	n'est pas assuré sur le lieu de travail
Grenoble	94%	54%
Besançon	90%	46%
Toulouse	99%	41%
Genève	93%	36%
Lausanne	94%	35%
Berne	95%	13%

se rendent au travail en voiture, tandis qu'ils ne sont que 13% à faire ce choix à Berne. Les autres villes se situent entre-deux (tableau 6.1). Ces différences montrent que la disponibilité du stationnement ne constitue donc pas l'unique facteur explicatif du choix modal, puisqu'en son absence, nous constatons des cas de figure très variés. Les conditions de stationnement reflètent, en effet, la facilité de trouver une place de stationnement dans l'espace public dans ces six agglomérations ainsi que la localisation des lieux de travail et la politique de contrôle du stationnement.

Les différences que nous venons d'évoquer se retrouvent également dans la part modale* de la voiture pour les déplacements liés au travail (tableau 6.2): celle-ci est nettement plus élevée dans les agglomérations françaises (75-78%) que dans les agglomérations romandes (60-65%) tandis que Berne se démarque avec moins de la moitié des déplacements effectués en voiture (43%). Ces différences s'expliquent en partie par les proportions très différentes de personnes disposant d'un stationnement sur leur lieu de travail parmi les personnes actives des agglomérations étudiées: tandis qu'à Berne, elle se situe autour d'un tiers,

elle est de 54 à 61% pour Grenoble, Toulouse et Besançon ; Lausanne et Genève se situant à nouveau entre-deux. La localisation des lieux de travail explique notamment ces écarts. Genève et Berne sont caractérisées par une forte concentration spatiale des emplois dans la ville-centre dans un souci de maintenir une ville compacte. Cependant, les autres villes reflètent plutôt le développement d'une urbanisation autour des infrastructures routières dans la périphérie de l'agglomération – une autre politique d'aménagement du territoire menée depuis les années 1960.

Tableau 6.2 Part modale de la voiture pour les déplacements liés au travail et part des populations disposant d'un stationnement sur le lieu de travail (source : KAUFMANN et GUIDEZ, 1998).

	Part modale de la voiture pour les déplacements liés au travail	Part des populations disposant d'un stationnement sur le lieu de travail
Toulouse	78%	54%
Besançon	75%	61%
Grenoble	75%	55%
Lausanne	65%	46%
Genève	60%	37%
Berne	43%	32%

L'importance du stationnement dans le choix d'utiliser la voiture pour se rendre au travail est confirmée par différentes autres études (MARSDEN, 2006). En Suisse, les données du dernier Microrecensement Mobilité et Transports* de 2010 montrent que parmi les actifs qui utilisent la voiture comme moyen de transport principal pour se rendre au travail, 68% ont une place de stationnement gratuite disponible au lieu de travail, 17% une place payante. Parmi ceux qui ont une voiture à disposition mais ne l'utilisent pas pour les déplacements domicile-travail, 36% auraient une place gratuite à disposition et 13%

une place payante (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2012). Ces résultats montrent aussi que la disponibilité d'une place de stationnement n'entraîne pas mécaniquement l'utilisation de la voiture mais que d'autres facteurs sont pris en compte lors du choix modal. Une comparaison des résultats des Microrecensements Mobilité et Transports de 2005 et 2010 pour les cantons de Genève et Vaud a également confirmé ces liens forts entre disponibilité du stationnement assuré sur le lieu de travail et choix de la voiture comme mode de transport dominant (KAUFMANN et MUNAFÒ, 2014). Dans le canton de Vaud l'on constate une diminution de la disponibilité d'une place de stationnement (gratuite ou payante) de 70% à 60% des automobilistes, dans le canton de Genève cette proportion baisse de 56% à 42%. En même temps, l'on constate dans les deux cantons une diminution de la part modale de la voiture individuelle pour le motif de déplacement* travail au profit des TP et de la mobilité douce*.

Stationnement résidentiel

C'est en général à domicile que les voitures sont stationnées pour des longues durées. Ne pas disposer de stationnement assuré à son domicile rend la possession et l'utilisation de l'automobile problématiques dans la vie quotidienne. En effet, en l'absence de parking privé à domicile, la facilité de trouver une place sur voirie en retournant au lieu de résidence influence le choix modal. Cependant, ne pas disposer de stationnement assuré peut aussi obliger à garer sa voiture sur voirie de manière illégale et donc à l'utiliser plus souvent pour éviter de cumuler les contraventions. Comme le détaillera le chapitre 10, différents facteurs relatifs à la mobilité peuvent être pris en compte lors du choix résidentiel. La disponibilité d'une place de stationnement au lieu de résidence constitue un élément important pour des personnes dont la mobilité est axée sur l'utilisation de la voiture.

Une enquête française dans les aires urbaines de Saint-Etienne, Lyon et Dijon s'est intéressée au poids du stationnement dans les stratégies du choix résidentiel des automobilistes (GANTELET, 2004). Il en ressort qu'une part importante des ménages interrogés ont pris en compte le stationnement lors de leur choix: entre 40% (ménages habitant l'hypercentre* de la ville respective) et 66% (dans les secteurs qui ne posent pas de problèmes majeurs de stationnement aux résident-e-s). Cependant, uniquement 5% des répondant-e-s ont évoqué le stationnement spontanément en réponse à la question de justifier leur choix de logement. Les résultats relèvent que le facteur du parking n'est donc pas prépondérant, mais que, par exemple, la desserte en TP ou l'environnement social du quartier sont plus importants (voir aussi chap. 10, tableau 10.1).

Cette étude montre également l'importance de la proximité de la place du stationnement pour l'utilisation de la voiture: avec la distance croissante par rapport au logement, la fréquence hebdomadaire d'utilisation de la voiture diminue (elle est ainsi de 3.71 fois à moins de 50 mètres contre 2.91 fois à plus de 500 mètres); un constat qui plaide pour la mutualisation du stationnement résidentiel. Par contre, le seul fait de disposer d'une place de stationnement au domicile a un lien moins évident avec la fréquence d'utilisation. Cette dernière dépend plutôt du type de quartier de résidence: dans l'hypercentre où le stationnement sur voirie est contraint, les habitant-e-s utilisent moins leur voiture dans l'optique de conserver leur emplacement. En revanche, dans les quartiers non contraints (périphériques), c'est la disposition d'un emplacement privé qui aurait plutôt tendance à freiner l'usage de la voiture, qu'il faut sortir et manœuvrer à chaque utilisation.

6.2 Agir sur le choix modal avec le stationnement

Ces études présentées dans les exemples qui précèdent relèvent des sciences sociales. Elles sont basées sur des enquêtes qui interrogent les individus sur leurs pratiques de mobilité à l'aide d'entretiens ou de questionnaires notamment. Comme nous l'avons vu, elles montrent que la disponibilité d'un stationnement n'est pas le seul facteur qui explique le choix modal de la voiture. D'autres éléments relatifs au stationnement ont une importance – les coûts et le temps de recherche en particulier. Ces deux facteurs font l'objet de modélisations en ingénierie des transports.

La modélisation des comportements de déplacements a longtemps été conduite à partir d'approches simples comparant les temps de déplacements et les prix. Ce n'est que suite à des études de sciences sociales qui ont démontré l'importance des conditions de stationnement dans les choix modaux que cet aspect a été reconnu comme un des facteurs déterminants et intégré dans les modèles (HASIAK, MERLE et VERRY, 2011). Pour modéliser, des aspects quantifiables sont nécessaires. C'est ainsi que, en plus de la disponibilité du stationnement, les coûts et le temps de recherche ont été intégrés dans des modèles afin de mesurer l'influence d'une hausse du prix du stationnement ou l'augmentation du temps de recherche d'une place sur le choix modal.

Une étude d'ingénieurs des transports de l'EPF de Zurich permet d'illustrer cette manière de procéder (WEIS, VRTIC, WIDMER et AXHAUSEN, 2013; WIDMER, 2012). Cette étude montre que l'offre de stationnement influence le comportement de mobilité à court terme, c'est-à-dire le choix de la place de stationnement, du moyen de transport et de la destination. Elle est basée sur un sondage auprès de 988 personnes d'un panel* en ligne, représentatif de la population suisse, et repose sur la méthode combinée des enquêtes de « préférences révélées* » et

de «préférences déclarées*» (sect. 4.3). Pour les premières, ont été relevés les lieux souvent visités pour le travail, les achats et les loisirs, le choix modal relatif et les stratégies de recherche de place de stationnement en ville. Pour les préférences déclarées, quatre scénarios ont été soumis à la personne enquêtée qui devait choisir l'une des options proposées : choix de la place de stationnement ; choix de destination ; choix du moyen de transport ; et choix du lieu de travail. Les résultats montrent que les caractéristiques du stationnement tels que les coûts, le temps de recherche d'une place et le type de stationnement influencent de manière significative les choix. L'offre de stationnement influence donc les pratiques de mobilité à court terme. Le choix du lieu de travail (comme exemple pour une pratique à long terme) n'est, par contre, que faiblement influencé par le stationnement.

En appliquant leur modèle à la ville de Winterthour, les chercheurs ont calculé des différences pour trois scénarios de changements de la situation du stationnement : (1) le temps de recherche d'une place augmente de 50% ; (2) le coût du stationnement augmente de 150% ; (3) augmentation (1) et (2) cumulés. Les résultats du modèle pour la répartition modale* montrent que les déplacements en TIM* diminuent dans tous les scénarios, tandis que ceux des autres modes augmentent (tableau 6.3).

Tableau 6.3 Effets de différents scénarios relatifs au stationnement sur les différents modes de déplacements en ville de Winterthour (source : WIDMER, 2012).

	en TIM	en TP	à pied	à vélo
(1) Temps de recherche d'une place +50%	-3%	3%	3%	3%
(2) Coût du stationnement +150%	-6%	5%	4%	5%
(3) Temps de recherche d'une place +50% et coût du stationnement +150%	-9%	8%	6%	8%

Leur modèle permet aussi de calculer l'influence sur le choix des destinations: lorsque le temps de recherche d'une place de stationnement augmente de 50% (scénario 1), les déplacements en TIM à et de Winterthour diminuent de 2% (dont 17% sont déviés sur les TP, les autres choisissant une destination différente en dehors de la ville ou restent à Winterthour en TIM ou autre moyen de transport). Lorsque les coûts de stationnement augmentent de 150% (scénario 2), il résulte une réduction de 5%, dont 15% sont répercutés sur les TP et 85% choisissent une autre destination. Si l'on cumule les deux changements (scénario 3), les trajets en TIM diminuent de 7% dont 23% vont aux TP et le reste choisit une autre destination. Ces modélisations montrent donc que des changements de l'offre de stationnement entraînent non seulement un report modal* mais aussi que la majorité des individus choisiraient une destination différente, pour des motifs de déplacement tels que les achats qui peuvent également être satisfaits dans des endroits accessibles en voiture comme les centres commerciaux en périphérie.

De plus, pour cette étude basée sur l'approche des préférences déclarées, il faut tenir compte du fait qu'il ne s'agit pas de comportements effectifs et que nous ne savons pas si ces personnes feraient effectivement ce choix dans la réalité. L'influence de facteurs autres que les deux aspects du temps et des coûts ne ressort pas non plus de ce type d'étude.

Le stationnement n'explique donc pas à lui tout seul le choix de la voiture pour se déplacer, comme nous l'avons vu à plusieurs reprises. Il n'en reste qu'il représente un des facteurs les plus importants du choix modal, il est notamment plus important que la comparaison des temps de déplacements (BUHLER, 2015; KAUFMANN, 2002). Et ce n'est pas le temps gagné grâce à une place de stationnement réservée au lieu de travail qui influence le choix du moyen de transport (chap. 4). Au contraire, il s'avère que lorsque le stationnement est assuré sur leur lieu de travail,

les pendulaires se déplacent en voiture, qu'elle soit plus rapide que les TP ou non (tableau 6.4).

Tableau 6.4 Part modale de la voiture en fonction des temps de déplacement comparés et des conditions de stationnement sur le lieu de travail (source : KAUFMANN, 2002).

	Part modale de la voiture quand le stationnement		Ensemble
	est assuré sur le lieu de travail	n'est pas assuré sur le lieu de travail	
Automobile plus rapide	94%	38%	74%
Temps comparable ou TP plus rapides	95%	15%	26%

Nous avons vu à propos du stationnement que les éléments situationnels ne sont pas les seuls facteurs à influencer le choix modal de la voiture et qu'il en existe bien d'autres à prendre en compte. En effet, ces dernières décennies, des études en sciences sociales ont démontré que d'autres éléments doivent être pris en compte pour comprendre le choix modal. D'une part, des facteurs extérieurs à l'individu tels que les conditions-cadres économiques et juridiques, le revenu, les accessibilités, les infrastructures, la disponibilité de moyens de transport ou encore l'âge et les structures spatiales. D'autre part, des facteurs propres aux individus : les valeurs, les normes ou les préférences ainsi que les représentations des différents moyens de transport ou les habitudes qui influencent leur comportement.

Les deux approches, sciences sociales et ingénierie, contiennent donc un certain nombre d'avantages et d'inconvénients. Il y a une complémentarité entre les deux, mais il faut également constater que ces deux champs de recherche s'ignorent (encore) trop souvent et devraient davantage travailler ensemble pour comprendre et prévoir les pratiques de mobilités urbaines.

6.3 Le stationnement comme instrument de régulation

Vu son importance pour l'utilisation de la voiture, le stationnement est devenu un outil de régulation de la demande de déplacement en milieu urbain. Nous retracerons brièvement son historique avant de présenter les politiques actuelles par rapport à différents types de stationnement : sur le domaine public, sur les lieux de travail et au domicile.

Régulation du stationnement public

La régulation du stationnement s'est faite de manière progressive, dans un premier temps en réaction à l'évolution de la mobilité automobile. Suite à la motorisation de masse apparue dans l'après-guerre en Europe de l'Ouest, les villes ont de plus en plus été envahies par des voitures cherchant, après avoir circulé, une place de stationnement. Pendant longtemps, le stationnement n'était pas réglementé, des places gratuites sur voirie ou sur des places publiques étaient la norme. Quand l'espace en surface n'était plus suffisant pour répondre à la demande croissante, des parkings souterrains ou en silo ont été bâtis. En même temps, des routes ont été construites et les villes ont été adaptées à la voiture, c'est ainsi que les périphéries des agglomérations se sont développées autour des réseaux routiers. Cependant, de plus en plus de problèmes sont apparus et ont rendu nécessaire une prise en compte du stationnement dans le cadre de politiques de déplacements urbains. Cette évolution de la régulation peut être résumée en trois phases (MINGARDO, VAN WEE et RYE, 2015) : dans une première phase a été instaurée une régulation de l'espace de stationnement et des restrictions de temps de stationnement ont été mis en place. La deuxième phase a vu l'introduction de tarifs de stationnement dans les centres-villes puis son extension à des

zones plus vastes. Enfin, dans une troisième phase, le stationnement a été intégré aux politiques de gestion de la demande de mobilité, notamment sous forme de limitation de l'accessibilité automobile aux centres et par la création de parkings-relais aux limites des villes ou agglomérations.

Un P+R* est, selon la Commission française de terminologie des transports, un « lieu aménagé à proximité d'un arrêt de TP destiné à inciter un automobiliste à garer son véhicule pour emprunter ensuite un moyen de transport collectif. » (CETE DE LYON, 2010). Ces équipements visent donc à encourager l'intermodalité, et ainsi un report modal pour les déplacements à destination du centre-ville, notamment pour les personnes habitant au-delà des arrêts de TP urbains. Les P+R se situent généralement en zone sub- ou périurbaine. Pour être attractifs, ils doivent être bien accessibles en voiture, par exemple à une sortie d'autoroute, et permettre de se rendre facilement au centre de l'agglomération, par des TP performants, donc rapides et circulant à des fréquences élevées. Une tarification qui intègre le stationnement et le prix du déplacement en TP est également nécessaire. Le succès d'un P+R dépendra aussi des contraintes imposées à la voiture pour atteindre le centre-ville, des conditions et du prix du stationnement.

Au-delà de cet exemple d'infrastructure, les acteurs publics locaux ont une grande marge de manœuvre pour agir sur le stationnement public et son usage. Actuellement, les politiques urbaines de stationnement visent généralement (1) à dissuader les pendulaires d'utiliser la voiture, (2) à faciliter le stationnement des résident-e-s pour éviter qu'ils utilisent la voiture, et (3) à favoriser le stationnement de rotation (client-e-s des activités économiques et administratives). Aujourd'hui, les formes de stationnement (mutualisé dans les parcs ou partagé sur voirie) composent avec ces différentes cibles d'usages. Ainsi, plutôt que de réglementer chaque usage de la voiture, les politiques

jouent avec leurs différentes temporalités, ce qui répond à des enjeux économiques (moindre coût pour l'exploitant et l'utilisateur), fonctionnels (optimisation des places), territoriaux (gain d'espace) et sociaux (temporalité des différents motifs de déplacement). La solution retenue consiste donc souvent en une forte augmentation du tarif de stationnement, voire une interdiction du stationnement de longue durée, à l'exception des résident-e-s qui peuvent se garer pour des sommes très modestes (macarons pour résident-e-s). Pourtant, ces mesures nécessitent des sanctions et un contrôle assez fort pour être dissuasives.

Ce modèle de politique de mobilité urbaine s'est progressivement imposé dans de nombreuses villes européennes telles que Zurich, Berne, Bologne, Milan ou Strasbourg. Et il s'est avéré efficace: souvent, un net recul de l'automobile a été constaté. Mais pour que ces politiques de stationnement soient effectives, il faut également les accompagner d'un développement suffisant des offres de mobilité alternatives à la voiture, accessibles à toutes les populations. Autrement, le risque est grand que les automobilistes adaptent leurs destinations et non leur mode de transport, surtout pour les déplacements non contraints comme les loisirs et les achats. En effet, la limitation du stationnement et l'introduction de tarifs rencontraient une acceptabilité limitée dans beaucoup de villes, surtout de la part des milieux économiques, qui craignaient de voir arriver moins de clientèle. Cette politique a, en effet, dans certains cas pu entraîner la dynamisation des périphéries où tout est facilement accessible en voiture (KAUFMANN, JEMELIN et GUIDEZ, 2001). Cependant, pour ce qui est de la Suisse, l'attractivité de la plupart des villes ne semble pas avoir diminué, au contraire: les espaces rendus aux piétons ont permis d'augmenter la qualité de vie et de séjour et ainsi été bénéfiques aux commerces, restaurants et cafés installés dans les centres-villes.

La question du stationnement est, en effet, aussi une question de partage de l'espace public. L'espace étant restreint en milieu urbain, le stationnement se trouve donc en concurrence avec d'autres usages – d'autant plus que les voitures sont stationnées 95% du temps. Tout comme l'espace nécessaire à la circulation, celui dédié au stationnement prend des proportions importantes. À titre d'exemple, une étude dans la ville de Graz a relevé que la part des TIM de l'espace public pour le stationnement atteint 92%, uniquement 2% sont dédiés aux vélos, 3% aux espaces de repos des piéton-ne-s (bancs, terrasses de café dans l'espace public, etc.) et 3% aux TP (gares et arrêts) – tandis que la part modale de la voiture atteint 47% dans cette ville autrichienne (RYE *et al.*, 2015).

De ce fait, l'espace réservé au stationnement se voit souvent restreint afin d'encourager d'autres utilisations de l'espace public. Les effets négatifs de la voiture, la pollution sonore et de l'air ainsi que le risque de sécurité pour les autres utilisatrices et utilisateurs de la route, ont poussé de plus en plus de villes à se servir du stationnement comme levier pour agir sur le trafic individuel motorisé et encourager une mobilité plus durable. Cette reconquête de l'espace public peut être illustrée notamment par la Place fédérale à Berne : ce n'est qu'en 2004 qu'elle a été transformée d'une aire de stationnement en place publique dédiée aux piéton-ne-s (fig. 6.1).



Fig. 6.1 La Place fédérale à Berne avant la transformation et depuis 2004
(source : <http://www.parlament.ch>).

Régulation du stationnement lié au travail

Les autorités ont non seulement à disposition des outils permettant de réguler le stationnement sur le domaine public, mais elles peuvent également agir sur le stationnement dans le domaine privé. C'est le cas lors de nouvelles constructions ou de changements d'affectation, mais aussi en tant qu'employeurs eux-mêmes ou encore par des mesures d'incitation telles que les plans de déplacements d'entreprises, qui se sont considérablement développés ces dernières années.

Tentative originale de jongler entre les différents usages tout en adoptant une approche sociale, une expérience menée à l'université de Sheffield en Angleterre essaie de proposer des offres de stationnement différentes en fonction de la personne, afin que la tarification en vigueur soit la plus juste possible (DARBÉRA, 2001). Trois différentes aires de stationnement sont distinguées : une pour les visiteuses et visiteurs, avec une tarification à la demi-journée; une pour les étudiant-e-s et le personnel avec un système d'abonnement au prix du marché; et une autre pour le personnel et les étudiant-e-s avec un prix d'abonnement en dessous du marché, variant en fonction du revenu et dont les places sont attribuées au cas par cas (en fonction de la desserte TP sur le trajet domicile-travail de la personne, de son besoin de déposer ses enfants le matin, etc.). Cette gestion, certes complexe, témoigne d'une volonté de prendre en compte les spécificités de chaque usagère et usager, et d'une recherche d'équité et d'acceptabilité sociale. Elle permet aussi d'inciter ceux pour qui l'utilisation des TP serait a priori la plus facile, à changer de pratiques.

Le stationnement au lieu de travail est, en effet, un des instruments principaux de régulation des pratiques modales puisqu'il s'agit d'une forme de mobilité contrainte où les destinations ne peuvent pas être adaptées facilement, comme c'est le cas notamment pour les loisirs ou les achats. Alors que dans les

viles françaises, comme nous l'avons vu ci-dessus, les proportions de places de stationnement assurées sur le lieu de travail sont relativement élevées, les villes suisses ont adopté des politiques plus restrictives depuis un certain temps. À Lausanne, par exemple, une politique de stationnement payant est en vigueur autant pour les employé-e-s des administrations publiques que pour les étudiant-e-s et le personnel sur le campus de l'Université et de l'EPFL. Dans les cantons de Genève et Vaud, la diminution de la proportion d'actifs disposant d'une place de stationnement sur leur lieu de travail est un résultat de la politique du stationnement qui vise à limiter la part modale des TIM dans le trafic pendulaire et confirme donc l'importance de ce levier (KAUFMANN et MUNAFO, 2014). Ces mesures ne représentent bien entendu qu'un élément de la politique de mobilité, car, en même temps, l'offre de TP a été fortement développée pour permettre un report modal, en particulier la (re)construction du réseau de tram à Genève, une nouvelle ligne de métro à Lausanne et la mise en place du RER Vaud.

Régulation du stationnement résidentiel

Comme nous l'avons vu, la disponibilité d'une place de stationnement n'a pas uniquement son importance à la destination, mais également au lieu de résidence. Il s'agit là d'un autre domaine de gestion du stationnement, peu mobilisé par les politiques publiques jusque-là (MARSDEN, 2006). Une mesure possible dans ce domaine est celle des parkings mutualisés qui limitent le nombre de places de stationnement et créent une distance dissuasive avec le domicile, encourageant ainsi le report vers d'autres modes tels que l'autopartage*, les TP ou le vélo. L'efficacité de cette mesure a notamment été confirmée par l'étude sur les villes de Lyon, Saint-Etienne et Dijon (sect. 6.1) où les ménages disposant d'une place de stationnement éloignée

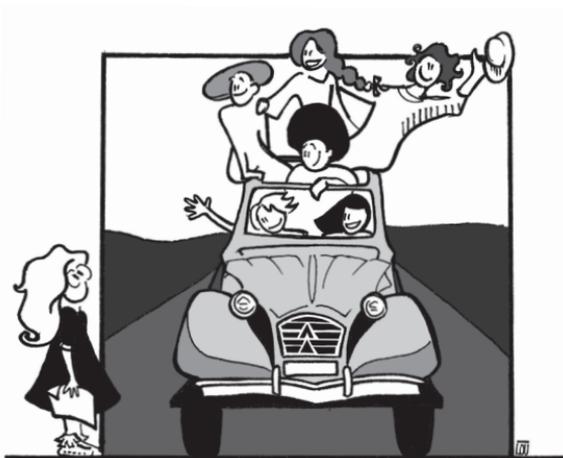
de leur domicile utilisent moins souvent leur voiture (GANTELET, 2004). Pour aller un pas plus loin, ces dernières années, ont été développés des projets d'habitation sans ou avec un nombre restreint de places de stationnement pour les résident-e-s qui s'adressent à des ménages sans voiture, notamment en Suisse (PLATEFORME HABITAT À MOBILITÉ DURABLE, 2014). Cependant, ils se heurtent encore souvent au cadre légal, mis en place dans le contexte de l'essor de la voiture, qui demande un certain nombre de places de stationnement lorsque l'on construit de nouveaux logements. Comme la proportion de ménages sans voiture ne cesse d'augmenter dans les grandes villes suisses (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2012), cette évolution devra être prise en compte par la législation. Le canton de Berne a, par exemple, déjà adapté l'ordonnance sur les constructions et autorise aujourd'hui cette forme d'habitation, sous condition notamment d'un concept de mobilité permettant de démontrer comment la mobilité des habitant-e-s est assurée sans voitures privées – l'autopartage faisant partie des alternatives mises à disposition.

De manière générale, les villes et agglomérations ont non seulement la possibilité d'agir sur l'offre de stationnement existante ou les projets de construction, mais aussi en amont, de penser le développement urbain autour des axes de TP, et de prévoir des aménagements pour la mobilité douce et une certaine densité et mixité qui rendent possible une « ville des courtes distances » (chap. 9 et 10).

6.4 Le stationnement, un outil efficace sous conditions

Nous l'avons vu tout au long de ce chapitre, la disponibilité d'une place de stationnement a un impact important sur l'usage de la

voiture car elle constitue une condition sine qua non à son utilisation. En particulier pour les déplacements domicile-travail, un stationnement assuré à la destination entraîne dans la quasi-totalité des cas l'usage de la voiture. Cependant, le stationnement assuré, ou son absence, n'expliquent pas tout. Ainsi, dans des agglomérations différentes, les structures spatiales et les alternatives à disposition influencent également le choix modal en faveur de la voiture ou non. La gestion du stationnement s'avère donc un outil efficace afin d'agir sur les TIM dans les villes, surtout pour des déplacements contraints comme la mobilité liée au travail. Il faut toutefois veiller à ne pas uniquement restreindre le stationnement mais à proposer des alternatives attractives pour ne pas simplement dévier les automobilistes vers d'autres destinations, mais les inciter à changer de mode de transport. En effet, les automobilistes, comme tous les individus faisant un choix pour leur mobilité quotidienne*, ne fondent pas uniquement leurs décisions sur les coûts, mais sont guidés par de nombreux autres éléments comme leurs représentations, leurs valeurs ou leurs différentes activités. C'est pourquoi il est important de combiner des approches de sciences sociales et d'ingénierie des transports pour comprendre et agir dans le domaine du stationnement.



7 Combien une voiture partagée remplace-t-elle de voitures privées ?

Marie Mundler et Vincent Kaufmann

Du covoiturage à l'autopartage, en passant par les services de transport avec chauffeur, la voiture partagée a le vent en poupe et transforme incontestablement notre mobilité. Ce chapitre s'intéresse au lien entre ces pratiques et la possession d'une voiture privée et son utilisation. Il montre que ces liens varient considérablement d'un système à l'autre, en fonction du mode de transport auquel la voiture partagée se substitue, du renoncement à posséder une voiture privée et de la mobilité induite par le partage de voiture. Ce chapitre insiste aussi sur l'importance de prendre en compte les évolutions à plus long terme des habitudes de mobilité, et de penser les différents systèmes de partage comme complémentaires et ayant ensemble la capacité d'apporter une solution de mobilité flexible et efficace.

Partager une voiture est une pratique fréquente lorsque l'accès à l'automobile est difficile et dans de nombreux pays, les formes de partage plus ou moins spontanées sont donc nombreuses (VINCENT-GESLIN, 2010). Cependant, lorsque l'accès à l'automobile devient financièrement abordable et se démocratise, il est très difficile d'amener les gens à partager la possession ou l'usage d'un véhicule. Dans la plupart des pays européens, la possession d'un véhicule est ainsi devenue un symbole de réussite sociale et de liberté (URRY, 2004) et l'*autosolisme** s'est établi comme modèle dominant; le partage ne réapparaissant qu'en temps de crise (guerre, choc pétrolier, grèves des transports, etc.), comme l'illustre l'histoire du covoiturage* aux États-Unis et en France. En effet, les principales périodes de développement du covoiturage aux États-Unis correspondent à la Seconde Guerre mondiale et au choc pétrolier de 1974 (CHAN et SHAHEEN, 2012), tandis qu'en France l'utilisation du covoiturage s'est diffusée durant les grandes grèves des transports de 1995 (CERTU, 2007).

Ces dernières années, le rapport à l'automobile a cependant évolué en Europe. Le partage, bien que vraisemblablement stimulé par la crise économique (COLIN *et al.*, 2015), s'est progressivement transformé en pratique valorisée, comme en témoigne le succès du covoiturage, de l'autopartage* et même du vélo en libre-service.

Il devient dès lors d'autant plus important de comprendre ce qu'est une voiture partagée et de quelle manière le partage impacte les usages de la voiture individuelle. Il existe plusieurs manières de partager une voiture, que ce soit dans sa possession ou dans son usage, entre particuliers ou au sein d'un système institutionnalisé. On distingue quatre formes de partage: la copropriété, la location (autopartage en trace directe, autopartage en boucle, location de courte durée, location entre particuliers), le covoiturage (régulier, occasionnel, informel, dynamique, auto-stop) et les voitures avec chauffeur (taxis ou STC*

de type Uber). Parmi ces différents systèmes de partage, nous nous intéresserons en particulier à trois modèles qui connaissent un développement important depuis le début des années 2010 : la location de type autopartage, le covoiturage et les STC.

7.1 Trois exemples : l'autopartage, le covoiturage et les services de transport avec chauffeur

Autopartage

Une voiture d'autopartage remplacerait neuf voitures privées. C'est en tout cas le résultat d'une étude effectuée par le bureau de recherche 6T en 2013 (6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2013). L'autopartage se définit comme un « service de mobilité qui consiste à disposer d'une voiture "à la carte" moyennant adhésion préalable au service », ce qui signifie que les « membres d'un service d'autopartage se partagent [...] l'usage d'un parc de véhicules ». « Le service d'autopartage est adapté pour des trajets de courte durée (inférieurs à la journée) sur la base d'une tarification proportionnelle à la durée d'utilisation et au kilométrage réalisé. » (CERTU, 2008)

L'étude de 6t repose sur une enquête Internet effectuée auprès de 2090 usagers de différents services d'autopartage en France. Les services d'autopartage concernés par cette enquête sont principalement des services dits « en boucle », ce qui implique une réservation et signifie que la voiture doit être retournée à la station de départ ; néanmoins quelques-uns sont des services « en trace directe », ce qui signifie que la voiture peut être retournée dans une station différente de celle où elle a été empruntée, et ce sans réservation (c'est le cas du système Autolib' à Paris par exemple).

Cette étude montre que suite à leur adoption de l'autopartage, les répondants possèdent 896 voitures de moins qu'auparavant. Par conséquent, les 96 voitures que se partagent les 2090 répondants « remplacent » 896 voitures privées, ce qui représente environ une voiture d'autopartage pour neuf privées. Il s'agit là d'une estimation basse, car d'après leurs résultats, 43% des répondants affirment que l'autopartage leur a permis de renoncer à l'achat d'un véhicule, ce qui n'est pas pris en compte dans ce premier chiffre.

Globalement, l'autopartage semble donc faire diminuer le taux de motorisation* des ménages. Si 61% des répondants possédaient au moins une voiture avant d'adhérer à un service d'autopartage, seuls 22% en possèdent une après. Les quelques répondants (4%) ayant acquis une voiture suite à leur adhésion à l'autopartage l'ont fait en majorité suite à un changement de mode de vie et non pour des raisons liées à leur utilisation de l'autopartage.

Ces résultats sont corroborés par les données disponibles pour le système suisse Mobility Car Sharing. La Suisse, souvent considérée comme berceau de l'autopartage (FLAMM, 2008), possède en effet un réseau important, composé d'une flotte de 2700 véhicules implantés sur l'ensemble du territoire suisse. Ce système fonctionne en boucle et a la particularité d'être national, contrairement à beaucoup d'opérateurs qui se sont développés dans d'autres pays à l'échelle locale. De plus, ce système est pensé en complémentarité des TP*, ce qui implique une bonne localisation des voitures dans les gares. D'après les calculs de l'entreprise elle-même, une voiture Mobility remplacerait neuf voitures privées (MOBILITY CAR SHARING, 2015). Une enquête en ligne réalisée par le bureau Interface auprès des clients Mobility montre des résultats comparables : ainsi 70% des clients privés ne possèdent aucun véhicule aujourd'hui, contre 54% avant l'adhésion à Mobility. Par ailleurs, 22% des

clients privés affirment qu'ils auraient acheté un véhicule (supplémentaire) si l'offre Mobility n'existait pas. Ils calculent ainsi que, si Mobility n'existait pas, l'ensemble des clients (privés et commerciaux) ajouterait 23 000 véhicules au parc automobile suisse (INTERFACE, 2013).

D'après cette même étude d'Interface, le système d'autopartage Mobility permettrait aussi d'économiser en Suisse 35 000 places de parc, soit l'équivalent de 135 terrains de football (INTERFACE, 2013). Ce gain d'espace est bien entendu important, particulièrement dans des villes denses où l'espace est précieux. En effet, au-delà des enjeux liés à la congestion et à la pollution, le modèle basé sur la voiture individuelle pose un réel problème d'espace qui est bien visible dans la plupart des villes aujourd'hui (chap. 5).

Cependant, une autre étude également réalisée par 6t amène à nuancer quelque peu ces résultats (6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2014), notamment dans le cas de l'autopartage en trace directe. Cette étude compare les usages et les impacts de deux systèmes d'autopartage parisiens: Autolib' et Mobizen, le premier étant un système en trace directe tandis que le second est un système en boucle.

D'après les calculs réalisés dans le cadre de cette étude, si une voiture Mobizen remplace sept voitures particulières, une voiture Autolib' quant à elle, n'en remplace que deux. En effet, leurs résultats montrent que le parc automobile des utilisateurs de Mobizen a diminué de 67%, tandis que celui des utilisateurs d'Autolib' n'a diminué que de 23% (fig. 7.1). Or, une seconde étude réalisée un an après la première, auprès d'un panel* de suivi tend à montrer que cette démotorisation n'évolue pas à moyen terme (ADEME – 6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2015).

Par ailleurs, cette même étude montre aussi que le nombre de kilomètres parcourus en voiture individuelle diminue nettement moins pour les utilisateurs d'Autolib' (-11%) que pour

ceux de Mobizen (-45%) (ADEME-6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2014). En effet, le nombre de kilomètres parcourus par mois en automobile augmente pour les abonnés jusque-là non motorisés, confirmant les résultats d'autres recherches sur les impacts de l'autopartage effectués en Europe et en Amérique du Nord (MILLARD-BALL, MURRAY, SCHURE, FOX et BURKHARDT, 2005).

Or, dans le cas de l'autopartage en boucle, cette augmentation est largement compensée par la baisse du nombre de kilomètres parcourus par les utilisateurs autrefois motorisés et ayant abandonné leur véhicule ; et ce d'autant plus que, comme cela a déjà été relevé, l'autopartage permet à des personnes non motorisées de renoncer à l'achat d'un véhicule. Mais dans le cas de l'autopartage en trace directe, les impacts sont plus ambigus.

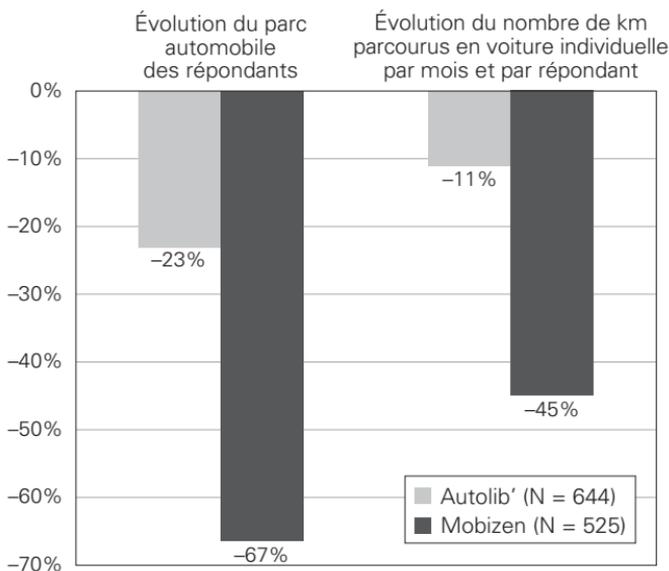


Fig. 7.1 Impact de Mobizen et Autolib' sur la possession et l'utilisation automobile (source : 6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2014).

Ainsi, les utilisateurs de Mobizen parcourent en moyenne 127 km de moins par mois, contre seulement 43 km de moins pour les utilisateurs d'Autolib' (fig. 7.1). Et l'étude effectuée auprès du panel de suivi montre qu'après un an, l'impact d'Autolib' sur le nombre de kilomètres parcourus en voiture évolue peu, car, bien que les distances effectuées avec le système Autolib' diminuent, les utilisateurs qui sont toujours motorisés semblent reprendre goût à l'usage de la voiture personnelle et le nombre de kilomètres parcourus avec ce mode augmente de 9% (6T-BUREAU DE RECHERCHE, 2014).

Si l'impact de l'autopartage sur la possession et l'utilisation de l'automobile semble donc globalement positif, les différences qui existent entre les systèmes en boucles et ceux en trace directe posent un certain nombre de questions et rendent discutables les bénéfices induits par ces derniers. Certains éléments de contexte méritent cependant d'être mis en avant pour mieux comprendre ces différences. En effet, comme le montre le tableau 7.1, l'ampleur de ces deux services est difficilement comparable. Par ailleurs, leur public et usage sont également différents. Ainsi, les Autolib'eurs ont une préférence plus marquée pour la voiture et une image plus négative des transports en commun et Autolib' est utilisé plutôt pour des déplacements à l'intérieur de Paris, et donc sur des durées courtes, tandis que Mobizen est utilisé plutôt pour se rendre à l'extérieur de Paris avec des trajets plus long.

Tableau 7.1 Description des systèmes Autolib' et Mobizen.

	Autolib'	Mobizen
Nombre d'abonnés	43 000	2427
Nombre de stations	869	115
Nombre de voitures	2000	112
Durée moyenne de la location	40 minutes	5 heures

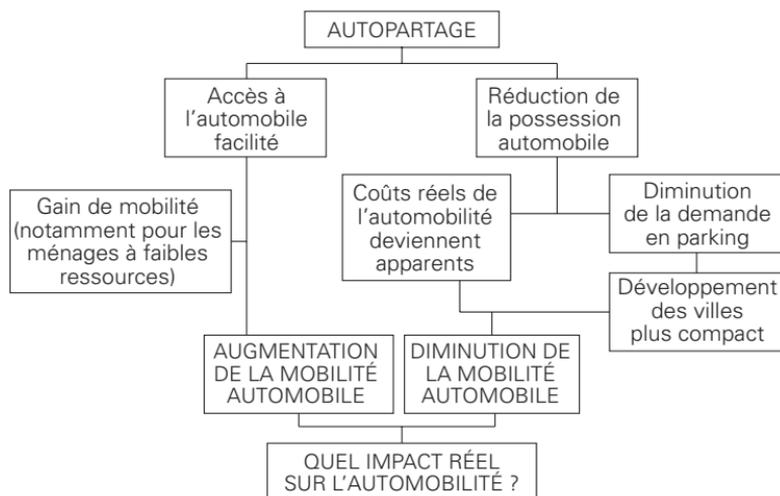


Fig. 7.2 Les effets de l'autopartage.

Ces différences mettent en lumière des mécanismes permettant de mieux comprendre les impacts de l'autopartage. Ceux-ci sont synthétisés dans le schéma de la figure 7.2, inspiré de MILLARD-BALL *et al.* (2005).

Ce schéma théorise les impacts de l'autopartage à plus ou moins long terme. Il permet de comprendre d'éventuels effets indésirables de l'autopartage, notamment liés au fait que le report modal* se fait en partie depuis les transports en commun et que l'autopartage a tendance à induire de la mobilité automobile en facilitant l'accès à celle-ci, particulièrement parmi les ménages qui jusque-là n'étaient pas motorisés (MILLARD-BALL *et al.*, 2005).

Explorer ces mécanismes permet de mieux comprendre les différences considérables qui existent d'un système à l'autre. En effet, un article paru en 2009 recense les résultats de plusieurs recherches et montre que ceux-ci peuvent varier de moins de 5 à près de 20 voitures privées remplacées par une voiture d'autopartage (TAL, 2009). Cependant, l'ensemble des recherches

existantes semblent s'accorder sur le fait que l'autopartage induit une baisse de la motorisation des ménages, ou contribue au moins à freiner celle-ci, en permettant à certains ménages de renoncer à l'achat d'un véhicule.

Covoiturage

Il est difficile d'évaluer de manière précise l'impact du covoiturage sur la possession et l'utilisation automobile, principalement en raison de la diversité de ses formes. En effet, on rassemble sous le nom de covoiturage toutes les pratiques qui consistent en « l'utilisation commune d'un véhicule par un conducteur non professionnel et un (ou plusieurs) passager(s) dans le but d'effectuer tout ou une partie d'un trajet commun » (CERTU, 2007). Le covoiturage comprend donc des pratiques aussi variées que l'auto-stop, le covoiturage domicile-travail organisé par les entreprises, le covoiturage informel avec la famille/les amis/voisins/collègues, le covoiturage dynamique (ou en temps réel) ou encore le covoiturage organisé par le biais de plateformes internet.

Il est d'autant plus problématique de saisir les impacts du covoiturage, qu'il existe très peu de données au sujet des pratiques les plus informelles, telles que l'auto-stop ou le covoiturage avec des proches ou collègues. Or, ce type de pratiques représenterait deux tiers du covoiturage en France (OBSOCO et CHRONOS, 2014).

Pendant, deux études réalisées en 2015 pour le compte de l'Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise d'Énergie (ADEME) et qui traitent respectivement du covoiturage de longue distance (par le biais de plateforme Internet) et du covoiturage de courte distance (utilisant les aires de covoiturage) permettent d'en savoir un peu plus sur l'impact des différentes formes de covoiturage.

La première, est basée sur une enquête réalisée auprès de 1393 utilisateurs de BlaBlaCar (ADEME et 6T-BUREAU DE RECHERCHE,

2015). Ce type de covoiturage est principalement utilisé sur des longues distances (en moyenne 364km) et est donc très peu lié aux déplacements domicile-travail. Cette enquête montre d'une part une différence entre conducteurs et passagers pour ce qui est du report modal. Ainsi, 67% des conducteurs auraient utilisé la voiture si le covoiturage n'existait pas, contre seulement 16% pour les passagers, qui auraient quant à eux utilisé à 69% le train. D'autre part, cette étude met également en lumière une certaine mobilité induite*, puisque 8% des trajets n'auraient pas été effectués pour les conducteurs et 12% pour les passagers. Il y aurait donc, d'après leur calcul une très légère économie en kilomètres parcourus en voiture particulière grâce au covoiturage, à hauteur de 0.04 km d'économie par kilomètre covoituré. Par ailleurs, cette étude montre également un impact du covoiturage de longue distance sur la motorisation des ménages. Ainsi, 13% des passagers estiment que le covoiturage leur a permis de retarder le passage du permis de conduire ou l'achat d'un véhicule, tandis que 3% de l'ensemble des répondants déclarent que la pratique du covoiturage les a amenés à se séparer d'une voiture.

La seconde de ces études traite quant à elle du covoiturage de courte distance, puisqu'elle est basée sur une enquête effectuée auprès d'utilisateurs des aires de covoiturage (ADEME, 2015). Les aires de covoiturage sont des points de rendez-vous situés à des endroits stratégiques et offrant la possibilité de se stationner, de manière à ce que les covoitureurs puissent se regrouper dans un véhicule. Il s'agit donc en grande partie d'un covoiturage domicile-travail, qui s'effectue sur des distances relativement courtes (43km en moyenne dans le cas de cette enquête). D'après les résultats de cette étude, 90% des répondants effectueraient le trajet seul en voiture s'ils ne pouvaient plus covoiturer et moins de 3% d'entre eux ne feraient pas le déplacement. Ce type de covoiturage semble donc avoir un impact assez fort sur l'utilisation de la voiture. En revanche, il est important de

noter ici que dans 85% des cas, les covoitureurs rejoignent cette aire de covoiturage en voiture, ce qui implique un faible effet de cette pratique sur la possession automobile.

On peut, par conséquent, observer une différence assez nette entre ces deux types de covoiturage, l'un étant plutôt destiné à des trajets occasionnels et de longue distance effectués avec des inconnus, tandis que l'autre est destiné à des trajets domicile-travail relativement courts partagés avec des collègues. Bien que les impacts de ces deux types de covoiturage sur la motorisation et l'utilisation d'un véhicule motorisé soient vraisemblablement positifs, un certain nombre de différences importantes doivent être prises en compte, notamment en termes de mobilité induite et de report modal, pour saisir l'impact du covoiturage sur la mobilité automobile.

Services de transport avec chauffeur

Un dernier type de partage que nous souhaitons aborder ici est celui des services de transport avec chauffeur ou STC, de type Uber, appelés en anglais «ridesourcing» ou «transportation network companies» (TNC).

La société Uber, née à San Francisco, est sans doute la plus connue des plateformes de STC à travers le monde, notamment en raison de sa présence récurrente dans l'actualité; il en existe cependant d'autres (Heetch ou Djump par exemple). Ces systèmes fonctionnent grâce à des applications mobiles, permettant de mettre en relation des passagers et des chauffeurs, qui, dans certains cas ne disposent pas d'une licence spécifique et conduisent leur propre voiture. Contrairement au covoiturage, cette pratique pose beaucoup de problèmes d'un point de vue légal car il s'agit pour les chauffeurs d'une source de revenu. Le paiement est ainsi effectué directement par le biais de l'application mobile et une partie de la somme est reversée au chauffeur.

Il n'existe que très peu de données sur ces STC à l'heure actuelle, cependant une étude portant sur leurs usages et leurs impacts a été réalisée en 2014 dans la ville de San Francisco par l'University of California Transportation Center (RAYLE, DAI, CHAN, CERVERO et SHAHEEN, 2016). Cette étude est basée sur une enquête réalisée auprès de 380 utilisateurs des STC. D'après les résultats de cette enquête, les STC remplacent des trajets en voiture personnelle (6% du report modal), mais ont aussi pour effet d'induire de la mobilité (8% des trajets n'auraient pas été effectués en l'absence des systèmes). Leur effet sur le volume de trafic est donc incertain. De plus, 43% du report modal se fait depuis les TP et les mobilités douces*, ce qui implique une augmentation du trafic.

Cependant, le report modal se fait aussi à 39% du taxi, ce qui suggère d'éventuels effets positifs sur le trafic, étant donné que ces STC présenteraient un taux de remplissage des voitures plus élevé (2.1 passagers contre 1.1 pour les taxis d'après leur échantillonnage).

Cette tendance semble corroborée par une étude réalisée par le MIT, Cornell University, et l'Institut d'Informatique et Télématique du Conseil National de la Recherche Italien, basée sur l'observation de 150 millions de trajets effectués en taxi à New York. D'après les résultats de cette étude, 95% de ces trajets auraient pu être partagés dans la mesure où les passagers auraient accepté d'attendre cinq minutes (SANTI *et al.*, 2014). Or cette option de partage peut être offerte par les STC, ce qui ouvre des possibilités intéressantes.

Cependant, l'enquête réalisée à San Francisco montre que, bien que les utilisateurs des STC soient moins motorisés que la moyenne, 90% de ceux possédant un véhicule n'ont pas changé leur niveau de motorisation depuis qu'ils ont commencé à utiliser le système. Ces services ne semblent donc pas avoir d'effet à court terme sur la motorisation (ou possession automobile) et il est difficile d'évaluer leur impact à plus long terme en raison de leur nouveauté.

7.2 Des systèmes qui doivent être pensés dans leur complémentarité

Comme on peut le voir au travers de ces différents cas d'étude, l'impact des systèmes de partage sur la possession et l'usage automobile est variable et complexe à mesurer. Le schéma de la figure 7.2 constitue une base intéressante pour penser les impacts de l'autopartage, mais également des autres formes de mobilité partagée. Il décrit la manière dont chacun de ces systèmes a pour effet de faciliter l'accès à l'automobile et potentiellement d'induire de la mobilité, faisant alors augmenter la mobilité automobile, tout en ayant la capacité de diminuer cette mobilité automobile en réduisant la possession de voitures ou en augmentant le taux de remplissage de celles-ci par exemple. Dès lors, l'impact réel d'un système donné dépend de l'équilibre qui se crée entre ces deux mécanismes, ainsi que des possibilités offertes par les autres modes de transport. Les analyses présentées jusqu'ici dans ce chapitre le montrent : la question qui en constitue la trame, soit « combien une voiture partagée remplace-t-elle de voitures privées ? » n'a de sens que si elle est appréhendée de façon multimodale. En effet, les systèmes de partage d'automobile doivent être pensés non pas séparément mais comme des ingrédients d'un système de transport alternatif à l'automobile privée. Ainsi, tenter de mesurer individuellement l'impact de l'autopartage, du covoiturage et des STC ne permet pas d'appréhender leur impact réel, car celui-ci dépend de leur complémentarité et des autres ingrédients du système, en particulier de la qualité des TP aux différentes échelles. Face à ce constat, on pourrait alors reformuler la question de cette manière : « combien faut-il de voitures partagées pour remplacer une voiture privée ? » ; mettant ainsi en lumière le fait qu'un système de partage à lui seul peut difficilement changer profondément nos habitudes de mobilité.

Cette idée est mise en avant par DENNIS et URRY (2009) dans le cadre de leur réflexion sur un système post-voiture. Pour eux, en effet, c'est à l'automobile, non en tant qu'objet mais en tant que système qu'il faut proposer une alternative. Et cela passe automatiquement par un ensemble de mesures technologiques et organisationnelles, dont le partage fait partie.

Cette transition de la possession vers le partage, ou plus globalement vers l'accès représente une tendance forte dans le monde occidental. Théorisée dès 1986 par GIARINI et STAHEL (1989) sous le nom d'« économie de la fonctionnalité », et plus récemment par RIFKIN (2001) sous le nom d'« âge de l'accès », elle correspond au fait de prioriser l'usage sur la possession ou de préférer le service plutôt que le bien. Or cette tendance est visible dans de nombreux secteurs, la mobilité n'étant qu'un exemple parmi d'autres. Cependant, dans le cas de la voiture, cette évolution revêt une importance symbolique particulière, puisque l'automobile représente, encore aujourd'hui, bien plus qu'un simple moyen de se déplacer. La voiture reste, dans les imaginaires collectifs, un symbole de liberté et de réussite sociale, et elle est aussi pour beaucoup, une prolongation de l'espace privé dans l'espace public, voire une prolongation de notre propre corps, offrant un sentiment de confort et de sécurité (URRY, 2007).

Le fait que peu à peu le partage de la voiture devienne acceptable et même enviable, traduit donc un important changement culturel. D'autres indicateurs semblent d'ailleurs montrer la même tendance d'une forme de prise de distance vis-à-vis de la mobilité automobile et de l'objet voiture ; par exemple, le fait que les jeunes passent leur permis de conduire de plus en plus tardivement. Ainsi, en Suisse, d'après les résultats du Microrecensement Mobilité et Transports*, 71% des jeunes ayant entre 18 et 24 ans possédaient le permis de conduire en 1994 contre seulement 59% en 2010 (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2012).

En offrant une alternative à la voiture privée, et en mettant en avant le coût réel de la mobilité automobile, les voitures partagées peuvent donc contribuer à modifier notre rapport à la voiture et nos habitudes de mobilité.

7.3 La réalisation d'un potentiel

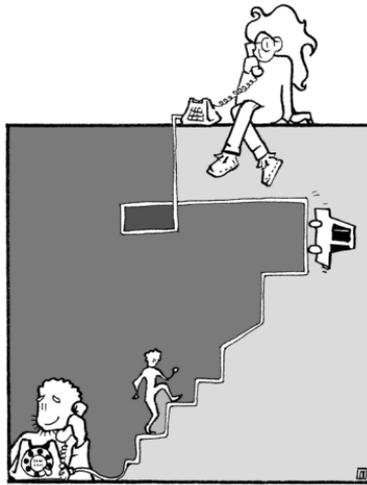
Les pratiques de partage ne sont pas nouvelles. Comme évoqué en introduction, le covoiturage, par exemple, est une pratique aussi vieille que l'automobile. Cependant, les TIC*, et en particulier les applications pour smartphone et la géolocalisation ont permis à ces systèmes de partage de se développer rapidement et à une échelle jusque-là inimaginable, notamment en leur permettant de surmonter le problème de la masse critique*, c'est-à-dire en leur permettant d'avoir un nombre suffisant d'utilisateurs pour pouvoir fonctionner. Les perspectives offertes par ces technologies pour la mobilité partagée sont par conséquent immenses et se traduisent par le succès considérable de cette dernière.

Ce succès rend crucial de mieux comprendre l'impact de ces voitures partagées sur la mobilité automobile. Les différentes études de cas que nous avons présentées dans ce chapitre montrent qu'il est difficile d'évaluer précisément l'impact de tels systèmes sur la possession et l'utilisation d'un véhicule automobile, car d'une part, cette évaluation nécessite de prendre en compte des éléments tels que la mobilité induite, difficiles à évaluer objectivement; et d'autre part, car cet impact varie beaucoup d'un système à l'autre. Malgré tout, l'ensemble des résultats recensés dans ce chapitre montre que les voitures partagées tendent à faire diminuer l'usage et la possession de voitures personnelles; même si c'est parfois dans des proportions assez faibles.

Par ailleurs, les différents impacts identifiés ici, même combinés, ne permettent pas d'évaluer l'impact réel de ces modes de partage sur la mobilité automobile, car ils ne tiennent compte ni des complémentarités de ces systèmes entre eux, ni des autres ingrédients du système de mobilité dont ils ont besoin pour être efficaces, comme la qualité des TP. Une plateforme de covoiturage ou d'autopartage peut difficilement à elle seule faire évoluer notre rapport à la mobilité automobile. En revanche, lorsque ces solutions de mobilité partagée font système, elles sont susceptibles d'avoir un impact important sur la mobilité.

Troisième partie

Territoire



8 Les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles limiter nos déplacements ?

Emmanuel Ravalet et Patrick Rérat

Le développement des technologies de l'information et de la communication (TIC) pose directement la question de la manière dont on peut réaliser certaines des activités du quotidien sans se déplacer : travailler depuis chez soi, faire ses courses devant son écran d'ordinateur, ou s'acquitter de diverses tâches administratives en quelques clics par exemple. Dans ce chapitre, nous faisons le point sur le télétravail et la manière dont celui-ci peut permettre de limiter les déplacements pendulaires et les nuisances environnementales qui y sont associées. Autour d'une expérience menée par deux entreprises, nous présentons les leviers possibles et les limites souvent trop peu évoquées quant aux perspectives du télétravail pour l'environnement.

La question est ancienne et les espoirs sont grands. À l'arrivée du téléphone (fixe), alors même que les enjeux environnementaux étaient moins forts qu'ils ne le sont aujourd'hui, l'idée d'une substitution des déplacements dans l'espace par des échanges téléphoniques était évoquée. Lorsque les téléphones portables ont commencé à se diffuser, les mêmes espoirs sont réapparus. Pourtant, les déplacements ont continué d'augmenter. Le développement du réseau Internet et des équipements connectés de type smartphone, tablette, ordinateur portable, etc. est une nouvelle occasion de questionner le potentiel de substitution de déplacements dans l'espace par des échanges et déplacements virtuels. Les possibilités sont de fait extrêmement variées aujourd'hui : organiser des visioconférences plutôt que de regrouper plusieurs personnes en un même lieu, faire ses courses sur Internet et attendre la livraison plutôt que de se déplacer vers un lieu de vente, faire des démarches administratives en ligne plutôt que dans les locaux des institutions concernées, ou encore télétravailler chez soi, dans les transports, ou ailleurs (télécentres* et autres tiers-lieux* dédiés ou non dédiés) plutôt que d'aller au bureau tous les jours.

Mais alors, la solution aux problèmes de pollution portés par les transports ne se trouve-t-elle pas dans les TIC* ? Essayons d'y regarder de plus près, en nous concentrant sur le domaine le plus prometteur en la matière : le télétravail*.

8.1 Définition du télétravail

Le télétravail recouvre des réalités très variées (THOMSIN, 2002 ; SULLIVAN, 2003). En 1991, P. MOKHTARIAN proposait la définition suivante : « L'utilisation des technologies de communication pour travailler depuis le logement ou dans un autre lieu proche du domicile, aux heures de travail habituelles, au lieu de se déplacer vers le lieu de travail conventionnel à une heure conventionnelle. »

L'utilisation des TIC est un premier point important, que l'on retrouve systématiquement dans les approches du télétravail. L'enjeu est ensuite de ne pas considérer les personnes qui travaillent chez elles en tant qu'indépendants ou ont une activité décentralisée comme télétravailleurs (SULLIVAN, 2003). C'est la raison pour laquelle l'approche du télétravail est souvent circonscrite aux cas où il existe un lieu de travail conventionnel hors logement, et où les personnes concernées sont salariées (AGUILERA, LETHIAIS, PROULHAC et RALLET, 2016). Cette même définition, citée plus haut, évoque le travail à la maison ou proche de la maison, évitant ou réduisant ainsi les pendularités* domicile-travail. Cette approche est lacunaire au sens où le télétravail peut être exercé dans des lieux éloignés du domicile principal (hors lieu de travail conventionnel), par exemple pour les personnes dont le travail nécessite des déplacements fréquents. De ce point de vue, le développement d'Internet et du smartphone constitue une évolution majeure récente dans la possibilité de recourir au télétravail itinérant. Trois réalités relativement différentes du télétravail peuvent aujourd'hui être distinguées (THOMSIN, 2002) : (1) le télétravail à domicile ; (2) le télétravail dans un tiers-lieu dédié (télécentre, par exemple) ; le télétravail itinérant, nomade, dans des lieux non dédiés (cafés, chambres d'hôtel, trains, etc.).

Le télétravail est largement informel aujourd'hui et si les pratiques en question sont généralement autorisées par l'employeur, elles ne font que rarement l'objet d'une convention ou d'un document formalisant la procédure (TASKIN et VENDRAMIN, 2004 ; SONG, 2009). Bien que télétravail et flexibilité du temps de travail ne soient pas nécessairement liés, le développement du télétravail informel va souvent de pair avec la flexibilité du travail (TASKIN et SCHOTS, 2005 ; ERNST, 2003). SULLIVAN (2003) évoque également la nécessité d'associer à tout télétravailleur un pourcentage de temps de travail télétravaillé, à l'échelle de la semaine. PARENT-THIRION, MACIAS, HURLEY et VERMEYLEN (2007)

évaluent à 20% la part des employés européens travaillant au moins un quart de leur temps de travail chez eux, contre moins de 3% travaillant tout le temps ou presque chez eux (les indépendants exceptés).

8.2 Présentation de l'étude CFF et Swisscom sur les potentialités du télétravail

Début 2013, 264 personnes, travaillant pour Swisscom ou les Chemins de Fer Fédéraux (CFF), ont testé pendant deux mois les possibilités offertes par une flexibilité maximale du travail (pour plus de précisions sur cette étude, le lecteur est invité à se référer au rapport produit par Swisscom et les CFF et disponible gratuitement sur demande à l'adresse suivante : www.swisscom.ch/workanywhere-study). Pas d'obligation de se rendre sur le lieu de travail si aucune réunion ne l'imposait, et les jours où les employés concernés venaient travailler au bureau, aucun horaire ne leur était imposé. Il était alors demandé aux participants d'essayer d'organiser leurs journées de manière à ce qu'ils évitent, tant que faire se peut, de se déplacer pendant les heures de pointe.

Quatre méthodes ont été utilisées à l'occasion de l'étude WorkAnywhere :

- un questionnaire remis aux participants avant le début de l'expérience ;
- un carnet de bord rempli quotidiennement par les participants et recensant les trajets et les lieux dans lesquels ils travaillaient ;
- un second questionnaire après les deux mois d'essai ;
- des entretiens semi-directifs avec quelques participants, à savoir 12 entretiens individuels et 3 entretiens en groupe.

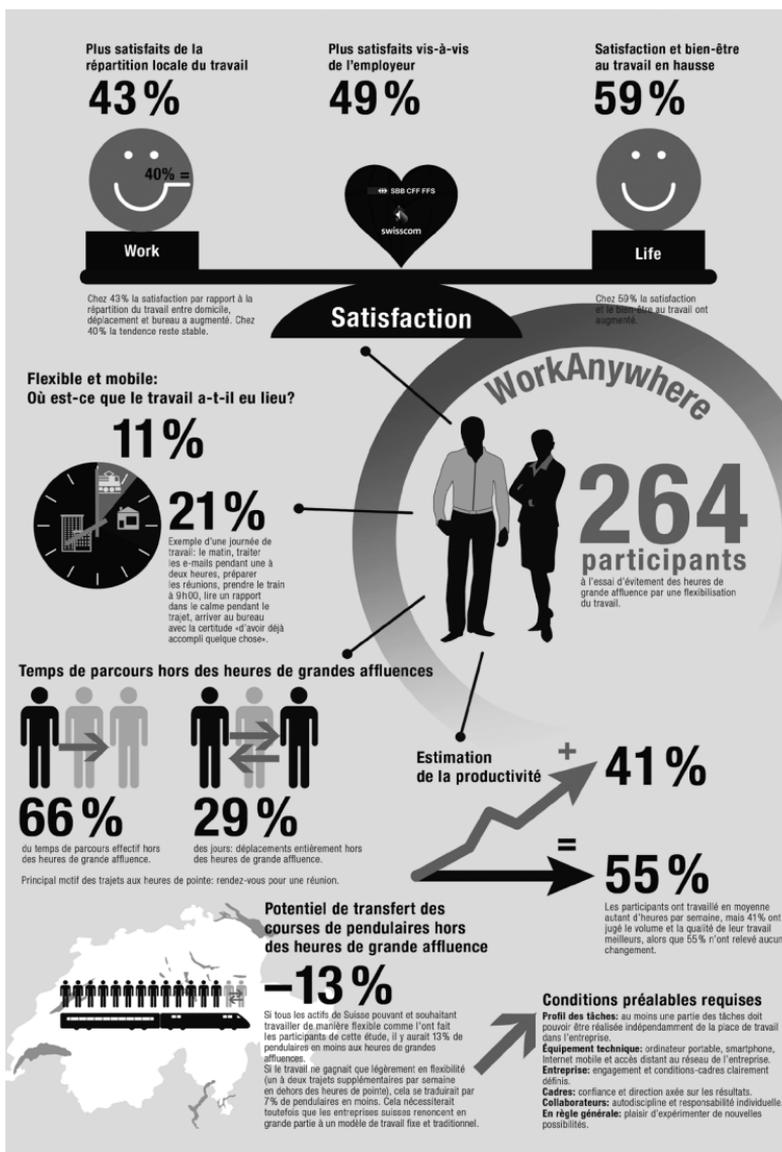


Fig. 8.1 Résultats de l'étude WorkAnywhere (source: Swisscom, CFF, 2013, Rapport WorkAnywhere).

Sur les 264 participants, 228 ont rempli les deux questionnaires et le carnet de bord. Les résultats sont basés sur leurs réponses. Ils sont synthétisés sur la figure 8.1. Nous retiendrons les éléments suivants :

- La satisfaction parmi les personnes qui ont réalisé le test est élevée, elle concerne à la fois la satisfaction au travail, le bien-être personnel, la motivation, la productivité au travail, la satisfaction vis-à-vis de l'employeur et l'équilibre entre les sphères professionnelles et privées.
- Les déplacements recensés font état d'un taux de télétravail au domicile proche d'un jour par semaine, jour pendant lequel le déplacement domicile-travail n'a par définition pas eu lieu.
- De nombreux participants ont profité du train pris hors des heures de pointe pour travailler, en privilégiant certaines activités professionnelles telles que le traitement des courriels.

Les résultats sont très largement positifs sur le télétravail et son effet sur les déplacements. Nous proposons cependant de pointer quelques éléments indispensables aux lecteurs de ce type d'étude pour mieux apprécier les résultats et leur portée.

Tout d'abord, l'échantillon est relativement faible pour une étude quantitative. Avec 228 personnes, il est difficile de mener des analyses précises des effets portés par le genre, le positionnement hiérarchique ou la présence d'enfants au domicile. De fait, aucun de ces effets n'a pu être mesuré dans le cadre de cette étude.

Le nombre de participants au début de l'étude et à la fin n'est pas le même. Ainsi, le taux de réponse est de 86%, ce qui veut dire que 14% des personnes qui ont commencé (ou totalement réalisé le test) n'ont pas répondu au questionnaire final. Il est important dans ce type de situation de connaître les raisons pour lesquelles ces personnes ont renoncé à participer à l'enquête. Dans la mesure où l'étude était portée et financée par

Swisscom et les CFF, deux acteurs qui ont grand intérêt à voir se développer ce type d'organisation flexible du travail, et que les participants sont des employés de ces deux groupes, on pourrait imaginer que ce sont des personnes dont l'expérience s'est révélée moins positive, et qu'ils ne souhaitent pas partager leur expérience dans ce contexte. Rien ne permet cependant de confirmer cette hypothèse.

Les participants au test étaient des personnes ayant une bonne expérience du travail flexible et ils s'inscrivaient dans un cadre hiérarchique très favorable, ce qui a très certainement joué en faveur d'une organisation plus facile de leur part et nécessité un temps d'adaptation plus court. Ce point est mentionné dans le rapport.

Dernier point, et c'est certainement le plus important, la participation au programme WorkAnywhere et donc à l'échantillon de l'étude était basée sur le volontariat, c'est-à-dire que les participants sont des personnes qui avaient un intérêt, voire un souhait pour ce type d'organisation du travail et pour le télétravail en général. En d'autres termes, cette expérience répondait à leurs attentes. En ce sens, la satisfaction élevée est très compréhensible et l'on peut imaginer qu'elle serait plus faible avec un échantillon plus large, composé de personnes pas nécessairement intéressées. En ce sens, l'échantillon n'est représentatif d'aucune population précise (les salariés, ou les salariés dans le secteur tertiaire), ce qui rend difficile la généralisation des résultats. Ces éléments invitent à lire les résultats de manière un peu différente, à savoir que l'évitement des heures de pointe et les niveaux de satisfaction seraient élevés si les entreprises privées et institutions publiques offraient plus de flexibilité dans les horaires de travail et la possibilité de télétravailler aux personnes qui en faisaient la demande.

Enfin, que nous dit cette étude sur les potentialités du télétravail en matière de gestion des mobilités et est-ce en accord avec le reste de la littérature sur le sujet ?

8.3 Promesses du télétravail

Dans les sphères politiques, en Suisse et dans la plupart des pays occidentaux, le télétravail est défendu de manière presque unanime pour les vertus environnementales, sociales et économiques qui lui sont prêtées. Cet enthousiasme tranche avec la faible précision des connaissances scientifiques en la matière. Quelques universitaires nord-américains, parmi lesquels Mokhtarian, ont contribué à mieux comprendre le rôle que peut jouer le télétravail dans la vie quotidienne des actifs, mais ses impacts sur les territoires sont moins bien connus. Plus généralement, peu de travaux sont portés par des démonstrations solides, appuyées par des enquêtes de terrain. La recherche européenne est très en retrait aujourd'hui sur ces questions et les contributions sur le télétravail en Suisse sont rares. Cette situation s'explique en partie par le fait que celui-ci a beaucoup évolué ces dernières années. Le développement du réseau Internet et la démocratisation des smartphones ont permis de multiplier les possibilités de travail dans des tiers-lieux, qu'il s'agisse de lieux dédiés (comme les télécentres) ou non dédiés (bars, hôtels, trains, etc.). Le télétravail sous sa forme itinérante ou nomade se développe, sans qu'il soit possible d'en préciser exactement l'ampleur, ni même les retombées sociales ou environnementales que l'on peut lui attribuer (THOMSON, 2002).

L'expérimentation de Swisscom et des CFF met très clairement en avant un objectif d'évitement des heures de pointe. Le télétravail s'inscrit effectivement dans un contexte de flexibilité du travail, qui pourrait permettre de décaler les horaires d'arrivée au travail le matin et de départ vers la maison le soir. Les enjeux sont d'importance à ce niveau puisque les routes sont aujourd'hui fortement encombrées aux heures de pointe, et les réseaux ferroviaires peinent à répondre à la demande croissante des pendulaires*. Il est utile de ce point de vue de distinguer les différentes formes de télétravail.

En premier lieu, le télétravail à la maison, qui est la forme la plus ancienne et la plus développée, est une pratique qui s'inscrit souvent sur une partie seulement de la semaine (PARENT-THIRION *et al.*, 2007). Elle s'inscrit parallèlement dans des organisations souvent informelles et des accords oraux entre employeurs et employés (TASKIN et SCHOTS, 2005). Dans l'étude Swisscom/CFE, les personnes qui ont participé à l'expérimentation ne restaient chez elles qu'une journée par semaine en moyenne. Cette tendance est connue et l'on sait même que les jours de télétravail sont plus le mercredi et le vendredi que les autres jours. Le télétravail à la maison permet donc de limiter la saturation des réseaux certains jours plus que d'autres.

En second lieu, le télétravail dans des télécentres ou espaces de *coworking* est une pratique émergente qui s'inscrit souvent sur plusieurs journées de la semaine (MORISSET, 2010). Son organisation passe plus largement par des conventions ou des accords formels. Ces espaces de travail, lorsqu'ils sont situés à proximité du logement, permettent au télétravailleur d'éviter de se déplacer aux heures de pointe. Lorsqu'ils s'inscrivent dans des parcours spatiaux plus complexes, ils permettent surtout à la personne concernée d'optimiser ses déplacements et d'augmenter son temps de travail dans de bonnes conditions.

Enfin, le télétravail itinérant ou nomade, dans les transports, se développe beaucoup ces dernières années. Dans une récente étude sur les grandes mobilités liées au travail (RAVALET, VINCENT-GESLIN, KAUFMANN, VIRY et DUBOIS, 2015), le fait de travailler dans les transports apparaît en augmentation de 7% par an de 2007 à 2012. Les impacts sur l'heure de pointe sont plus difficiles à évaluer parce que ces pratiques peuvent concerner des pendulaires qui se déplacent sur des temps importants et des grandes distances. Ces personnes cherchent alors à optimiser leur temps de déplacement sans nécessairement éviter les heures de pointe. Souvent, ce temps n'est pas reconnu par l'employeur comme du

temps de travail. Dans le cas de l'étude Swisscom/CFF, ce qui est proposé est la flexibilisation des horaires de travail. En ce sens et dans ce contexte, il est plus probable effectivement que le temps de travail dans le train puisse permettre de décaler les horaires des déplacements. Le développement de cette pratique et son intérêt vis-à-vis de la saturation des transports aux heures de pointe repose donc non pas sur un développement du télétravail en tant que tel, mais plutôt un accord autour de la flexibilité des horaires de travail et une évaluation des employés basée sur leur production sans que la présence au bureau soit nécessaire (au moins en partie).

Toujours concernant la pratique d'une activité professionnelle dans les TP*, il y a aujourd'hui une marge de manœuvre importante pour désynchroniser les horaires de travail et limiter les pointes. Les transports collectifs (et le train en particulier) jouissent (du moins jusqu'à la démocratisation de la voiture autonome) d'un avantage comparatif important sur la voiture, lié à la possibilité plus grande de télétravailler. Ainsi, pour les déplacements pendulaires les plus longs, la part modale* s'oriente vers les transports collectifs au détriment de la voiture (GRIMAL, 2010; OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2015).

Plusieurs recherches ont parallèlement montré que l'appropriation des temps de transport était facilitée dans les transports collectifs (VINCENT, 2008; BELTON-CHEVALLIER, 2010) en opposition aux trajets réalisés en voiture durant lesquels le voyageur doit se concentrer sur la conduite. De fait, les travailleurs utilisent de plus en plus fréquemment leur temps de transport pour travailler (LAURIER, LORIMER et BROWN, 2007; TIMMERMANS et VAN DER WAERDEN, 2008; RAVALET, VINCENT-GESLIN *et al.*, 2015). Pour autant, les opportunités nouvelles d'optimiser le temps de déplacement en travaillant ne sont pas saisies par tous de la même manière. La personne qui se déplace, et plus précisément son profil socio-économique, ses préférences, ses perceptions

sensorielles ou encore ses compétences jouent un rôle dans la manière dont elle va utiliser son temps de transport. VAN DER WAERDEN, TIMMERMANS et VAN NEERVEN (2009) montrent par exemple que les plus jeunes développent davantage que les voyageurs plus âgés des activités durant leurs trajets.

8.4 Limites des études actuelles

Beaucoup de travaux sur le télétravail, dont l'étude Swisscom/CFF, s'inscrivent dans une perspective transversale, ou de court terme. Dans ce cadre, les pratiques, les représentations, les ressentis des télétravailleurs ou des actifs sont souvent appréhendés à un moment donné : le moment où l'enquête est réalisée. Pourtant, un certain nombre d'enjeux portés par le télétravail méritent d'être approchés sur le long terme. En ce sens, il est nécessaire de mieux comprendre dans quelle mesure le choix de télétravailler est lié aux choix de localisation résidentielle et de localisation du lieu de travail.

Les comportements de mobilité à un moment donné s'expliquent en partie par des choix anciens (choix d'un emploi, d'un logement, mise en couple, enfants, etc.), qui structurent le quotidien des personnes. En essayant de préciser le rôle du télétravail dans les choix de localisations et les pendularités, il est nécessaire d'analyser les processus de décisions sur le temps long.

En effet, plusieurs productions scientifiques pointent le rôle du télétravail (à la maison ou dans un lieu proche de la maison) sur l'augmentation des temps de déplacement moyens entre domicile et travail. En France, HUBERT (2009) met en évidence que les temps et les distances moyennes de ces trajets augmentent, et que leur fréquence diminue (grâce au télétravail?). Les retours à la maison le midi se raréfient et télétravailler un ou deux jours par semaine permet de limiter le nombre d'allers-retours vers le

travail. Ainsi, dès le début des années 1990, on retrouve l'hypothèse d'un éloignement des personnes de leur lieu de travail qui serait permis par la possibilité de télétravailler (JANELLE, 1986; NILLES, 1991). La vérification de cette hypothèse n'a été que partielle depuis cette date. Ainsi, il apparaît que les personnes qui télétravaillent au domicile une partie de la semaine sont plus éloignées de leur lieu de travail principal que ne le sont les autres (HELMINEN et RISTIMÄKI, 2007). Il est d'ailleurs très intéressant de noter que la population analysée dans l'étude Swisscom/CFF met en moyenne 63 minutes pour parcourir la distance entre le domicile et le travail, contre 30 minutes en moyenne en 2013 pour l'ensemble de la population suisse (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2015).

Ce lien n'est pas le signe d'une volonté des personnes d'aller habiter loin de leur lieu de travail du fait de leur possibilité de télétravailler. Cela peut avoir été négocié avec l'employeur dans une temporalité totalement différente de celle du choix résidentiel. À notre connaissance, la seule recherche portant sur le lien direct entre télétravail et déménagement ne porte que sur 200 personnes en Californie (ORY et MOKHTARIAN, 2006). Elle met en évidence que le télétravail suivrait plutôt que précéderait le déménagement plus lointain. Bien que le télétravail existe depuis très longtemps, il se développe beaucoup ces dernières années et il est possible que les ménages d'aujourd'hui intègrent plus largement le télétravail dans l'équation de leur choix résidentiel. Parallèlement, on peut faire l'hypothèse que la possibilité de télétravailler donnée aux personnes qui résident loin de leur travail participe à leur bien-être, et permet donc en partie au moins la pérennité de cet éloignement.

L'avantage environnemental à tirer du télétravail doit intégrer l'ensemble des déplacements réalisés par les personnes concernées, et pas seulement ceux qui permettent de relier le domicile au travail. Ainsi, les déplacements pour des motifs extraprofessionnels

sont plus importants les jours télétravaillés, et même si ces déplacements sont souvent plutôt courts, ils peuvent limiter le gain environnemental global selon les moyens de transport utilisés. Parallèlement, la grande distance domicile-travail est souvent associée à une localisation dans des zones peu denses, ce qui incite au recours à la voiture pour les déplacements annexes. Nous souhaitons finalement évoquer un autre point de la littérature scientifique sur le télétravail qui vient en contradiction partielle des conclusions obtenues par l'étude Swisscom/CFE, à savoir la satisfaction liée au télétravail. Les taux de satisfaction extrêmement élevés obtenus dans cette étude mériteraient sans doute d'être relativisés et ne pas être trop hâtivement généralisés. Les personnes qui se sont retirées de l'expérimentation et la technique d'échantillonnage basé sur le volontariat (éléments déjà évoqués précédemment) expliquent sans doute en partie ces chiffres très élevés. Dans la littérature, on relève deux tendances opposées :

1. Le télétravail permet de libérer du temps au domicile, ce qui permet par effet de ricochet de faciliter la conciliation famille/travail (RUMLEY, BUSER, POSCHET et PULVER, 2000; TREMBLAY, PAQUET et NAJEM, 2006). Ces résultats ont été récemment mis en doute par NÄTTI, TAMMELIN, ANTTILA et OJALA (2011), qui montrent que les salariés finlandais qui télétravaillent une partie de la semaine chez eux ne passent pas significativement plus de temps à s'occuper des enfants que les salariés qui ne télétravaillent pas.
2. Le télétravail est cependant associé à une plus grande inter-pénétration des temps sociaux, ou dit autrement des sphères familiale et professionnelle dans le quotidien des personnes concernées (TREMBLAY *et al.*, 2006; DUMAS et RUILLER, 2014).

Du point de vue méthodologique, nous pouvons une fois de plus conclure sur l'idée que les analyses et les discours sur la satisfaction et la conciliation domicile/travail méritent de s'inscrire

dans une perspective de long terme. Sur quelques semaines, il est difficile d'évaluer l'apport éventuel que le télétravail peut avoir sur le bien-être au domicile.

8.5 Le télétravail comme outil de gestion de la mobilité?

À travers l'exemple du télétravail, nous avons souhaité dans ce chapitre discuter des impacts que peuvent avoir les TIC sur les déplacements des personnes. Tout comme le développement du téléphone portable ou des techniques de vidéoconférence ne semblent pas nécessairement limiter les déplacements des personnes qui les utilisent (ils permettent le développement et le maintien de relations à distance et génèrent autant qu'évitent les mobilités spatiales), les effets du télétravail peuvent être mitigés.

Sur le plan de la lutte contre la saturation des transports aux heures de pointe, les pratiques de télétravail sont prometteuses. Elles permettent, comme le montre bien l'étude Swisscom/CFF, de désynchroniser une partie des déplacements et lisser au moins partiellement les heures de pointe. Pour autant, les personnes ne télétravaillent souvent qu'un jour ou deux, plus souvent le mercredi et le vendredi, ce qui fait que la désaturation des réseaux par le télétravail est plus limitée les autres jours.

Au-delà, les effets du télétravail sont plus difficiles à évaluer. Pendant plusieurs décennies, les politiques de transport ont participé, en travaillant autour d'une accélération des déplacements, à un éloignement des personnes et des activités des centres les plus denses (ZAHAVI ET TALVITIE, 1980). Aujourd'hui, le télétravail pourrait lui aussi jouer dans le sens d'un éloignement des travailleurs de leur lieu de travail, ce qui pourrait jouer en faveur de l'étalement urbain. Un autre effet collatéral pourrait être de faire croître la surface habitable demandée,

qui constitue d'ailleurs un des moteurs majeurs de l'étalement urbain, de manière à disposer de bonnes conditions de travail au domicile (une pièce consacrée au bureau par exemple).

Cela ne veut pas dire que le télétravail et plus généralement les TIC ne sont pas prometteurs pour une limitation des consommations énergétiques liées à la mobilité. Pour autant, la prise en compte de la complexité des modes de vie et des comportements, à court et long terme, se révèle indispensable pour que le développement du télétravail soit associé à des politiques qui tiennent compte des aspirations résidentielles des populations. Du point de vue méthodologique, nous soulignons finalement l'importance et la nécessité de s'intéresser aux personnes et leurs stratégies sur le long terme. Les politiques de l'offre de télétravail doivent donc se faire de concert avec des politiques de demande de télétravail, aujourd'hui presque inexistantes.



9 La densité urbaine permet-elle de favoriser une mobilité plus durable ?

Sébastien Munafò et Michel Bierlaire

Tant chez les scientifiques que chez les urbanistes, un large consensus prévaut à propos de la densité urbaine en tant que forme territoriale la plus à même de générer une mobilité plus durable, c'est-à-dire une mobilité essentiellement basée sur des courtes distances et sur une utilisation réduite de la voiture. Face à la croissance des mobilités de loisirs, certains auteurs ont émis des doutes à ce propos. Ils évoquent en particulier les comportements des citoyens qui auraient certes une faible mobilité locale, mais qui réaliseraient de très nombreux et longs voyages durant leurs week-ends et vacances. Une mobilité longue distance qui, selon eux, pourrait être mise sur le compte d'environnements urbains trop denses qui ne seraient pas favorables à la détente et au calme. Les résidents des centres fuiraient ainsi ces environnements dès qu'ils en ont la possibilité.

L'objectif de ce chapitre est d'explorer ce débat en montrant notamment comment des concepts bien définis et une méthodologie détaillée permettent d'y apporter des éléments de réponse.

9.1 Études de cas

Les études de cas montrant à quel point la densité est associée à des comportements de mobilité considérés comme plus durables sont aujourd'hui particulièrement nombreuses. La plus célèbre d'entre elles est sans aucun doute celle de NEWMAN et KENWORTHY (1988, 1989) qui traite spécifiquement de la consommation énergétique relative à la mobilité automobile en lien avec la densité de plus de 30 villes du monde. Ils montrent ainsi que plus la ville est dense, plus la consommation de carburant par habitant est faible. Représenté graphiquement, ce lien fait très nettement ressortir une courbe qui a marqué les esprits (fig. 9.1). Les deux chercheurs montrent ainsi que des villes très étalées, telles que Houston ou Phoenix se démarquent par des consommations particulièrement élevées alors que les villes européennes ou asiatiques, bien plus denses, comptabilisent une consommation de carburant bien plus faible par habitant.

Il existe aujourd'hui un grand nombre d'études qui montrent des résultats convergents (FOUCHIER, 1995, 1997; NAESS, 1995, 2005; TROIN et DUPUY, 2000). Que cela soit observé à l'échelle des agglomérations ou à l'échelle intra-urbaine, les territoires les moins denses sont associés avec des déplacements plus nombreux, plus longs, et plus fréquemment réalisés avec des TIM*. Inversement, les influences positives de la densité sur la réduction des distances et l'utilisation des TP*, de la marche ou du vélo ont été soulignées par de nombreux auteurs. En Suisse, les analyses statistiques soulignent le même genre de relation.

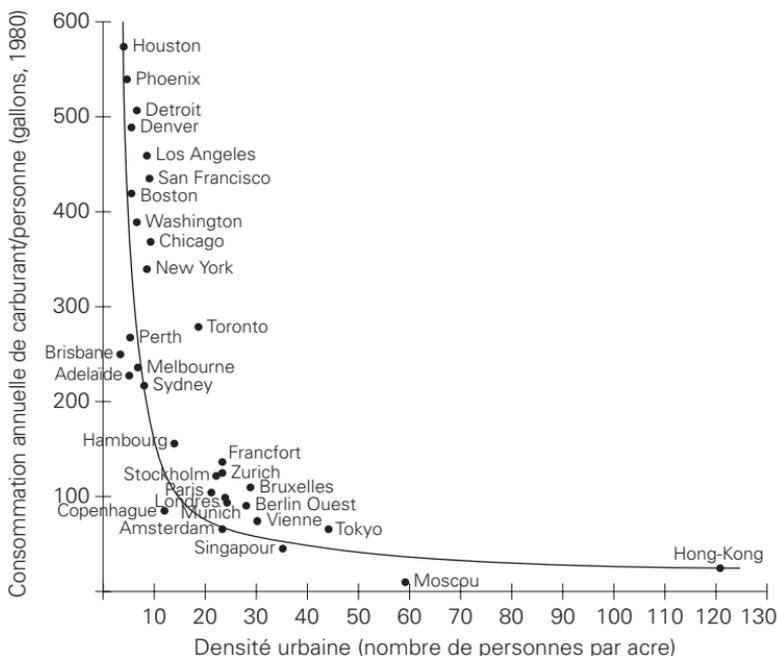


Fig. 9.1 Lien densité-consommation énergétique par NEWMAN et KENWORTHY (1989).

Les Microrecensements Mobilité et Transports* 2005 et 2010 mettent par exemple très bien en évidence le lien entre le type de territoire et le nombre d'étapes réalisées avec différents moyens de transport (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2007, 2012). Les habitants des communes-centres des agglomérations, qui sont également les territoires les plus denses, se distinguent ainsi par une utilisation nettement plus importante des TP et des modes doux*.

Sur la base de ces nombreuses observations empiriques, la forme dense de la ville est logiquement apparue comme la forme urbaine la plus à même de générer une mobilité plus durable.

Un large consensus prévaut aujourd'hui parmi les scientifiques et les urbanistes. La ville dense est devenue un idéal de planification très ancré dans les discours et les pratiques (POUYANNE, 2004).

9.2 Les mécanismes derrière les vertus de la densité

Quels sont les mécanismes qui expliquent ces associations fortes si fréquemment mises en évidence? Les vertus de la densité urbaine en matière de mobilité se réfèrent en réalité, à deux influences majeures: celle sur les distances des déplacements quotidiens et celle sur l'utilisation différenciée des moyens de transport.

Tout d'abord la ville dense offre, par définition, des courtes distances entre les habitants et les opportunités ainsi qu'entre les acteurs en interaction dans ces contextes. Ces courtes distances constituent la raison même de la ville. En effet, cette forme particulière d'habitat est née au néolithique de la volonté de faciliter, par la coprésence, les échanges entre des individus devenus interdépendants en raison de la division du travail. La ville constitue, dans ce sens, la forme spatiale la plus efficace pour mettre en relation les fonctions productives, administratives, militaires ou spirituelles des sociétés humaines. Elle suppose par essence la compacité (LÉVY et LUSSAULT, 2003).

L'autre influence majeure des territoires sur la mobilité relève des facilités ou, au contraire, des difficultés qu'ils impliquent quant à l'utilisation des différents moyens de transport. La ville dense rend tout d'abord les modes doux, marche et vélo, particulièrement efficaces pour la réalisation des programmes d'activité des citoyens. Extrêmement bon marché et ne nécessitant qu'un nombre très réduit d'infrastructures, ces modes ont un avantage comparatif majeur dans les contextes denses. Ensuite, elle rend la desserte par les TP plus facile et aussi plus rentable.

Un certain nombre d'études montrent ainsi que plus la densité est élevée, plus le taux de remplissage des véhicules, le nombre de voyages par habitant ou encore le taux de couverture des dépenses sont eux aussi élevés (EMANGARD, 1994; KENWORTHY et LAUBE, 1999). La demande importante envers ces services dans les cœurs d'agglomération implique aussi une offre plus importante qui stimule en retour la demande. Enfin, il est admis que la densité urbaine implique des obstacles conséquents pour l'utilisation de la voiture individuelle. Des obstacles essentiellement dus à la rareté de l'espace dans ce type de territoire qui donne aux moyens de transport les plus consommateurs de cette ressource un désavantage très clair. Cette concurrence pour l'espace est bien reflétée dans les deux principales contraintes de la circulation automobile en ville: la congestion et le manque de places de stationnement (chap 5).

La combinaison de cette double influence, sur les distances et sur l'utilisation des moyens de transport a des conséquences directes sur la génération d'externalités négatives* liées aux déplacements. Sous ce terme, il faut entendre l'ensemble des coûts qui ne sont pas pris en charge par les personnes qui se déplacent, mais par la collectivité ou les générations futures (OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL (ARE), 2007). Entrent dans ce cas de figure les accidents, la pollution atmosphérique, le bruit, la congestion, l'occupation du sol, etc. En réalité, chaque déplacement génère de tels coûts, mais tous ne le font pas dans les mêmes proportions. Toutes les estimations faites à ce jour mettent ainsi très clairement en évidence que la mobilité réalisée par les TIM est davantage source d'externalités négatives que celle réalisée avec les autres moyens de transport. À titre d'exemple, le tableau 9.1 montre des estimations de coûts externes* dus aux transports en Suisse.

Les principes du développement durable appliqués au domaine de la mobilité impliquent un objectif de réduction de ces coûts externes. Ceci de par 1) le principe d'équité (qui

comprend entre autres celui du pollueur-payeur*), 2) l'attention devant être portée aux équilibres des écosystèmes et 3) l'efficacité économique (utilisation optimale des ressources). Dès lors, le concept de mobilité durable va de pair avec des déplacements réalisés avec les moyens de transport les moins générateurs de ce type de nuisances.

On le comprend, à travers leurs influences sur la propension à utiliser certains moyens de transport au détriment d'autres et à créer des distances plus ou moins importantes, les formes territoriales peuvent donc avoir un impact significatif dans le sens d'une plus ou moins grande durabilité en matière de mobilité.

Tableau 9.1 Estimation des coûts externes absolus dus aux transports en Suisse (en millions de francs suisses) (source : ECOPLAN et INFRAS, 2014).

	Route			Rail	Avion	Bateau	TOTAL
	TIM*	MD*	TP*				
Santé (pollution de l'air)	1444	–	60	185	37	29	1756
Bâtiments (pollution de l'air)	297	–	12	38	8	6	362
Pertes agricoles (pollution de l'air)	52	–	4	1	2	1	59
Forêts (pollution de l'air)	45	–	3	1	1	1	51
Biodiversité (pollution de l'air)	134	–	7	2	3	3	148
Bruit	1427	–	37	269	66	0	1799
Climat	1234	–	26	4	686	8	1959
Nature et paysage	750	10	10	119	6	5	900
Dégâts aux sols (substances toxiques)	113	–	5	24	0	0	142

Tableau 9.1 Estimation des coûts externes absolus dus aux transports en Suisse (en millions de francs suisses) (source: ECOPLAN et INFRAS, 2014) (suite).

	Route			Rail	Avion	Bateau	TOTAL
	TIM*	MD*	TP*				
Accidents	980	856	7	4	2	0	1850
Coûts supplémentaires espaces urbains	109	–	3	32	0	0	144
Déduction par RPLP*	–720	–	–	–	–	–	–720
TOTAL	6570	900	194	727	919	57	9637
Bénéfice santé	–	–1281	–	–	–	–	–

TIM: Transports individuels motorisés: voiture et deux-roues motorisés

TP: Transports publics

MD: Mobilité douce: marche, vélo, trottinette, rollers, etc.

RPLP: Redevance poids lourds liée aux prestations

9.3 Les mobilités de loisirs remettent-elles en cause les vertus de la ville dense ?

Aujourd'hui, l'équation entre densité et durabilité des mobilités est réinterrogée. Cette remise en cause relève essentiellement d'une absence souvent soulignée dans cette formule simple, celle de la mobilité de loisirs dont une grande partie se réalise durant les week-ends ou les vacances. Jean-Pierre Orfeuil est un des chercheurs ayant pointé cette lacune. Il souligne ainsi que la majorité des constatations empiriques sur le sujet ne prennent en considération que les déplacements réalisés durant les jours ouvrables et pas les fins de semaine (ORFEUIL, 1999). De plus, les rares cas où les week-ends sont pris en compte, c'est la mobilité de longue distance (par exemple pour les vacances), plus coûteuse en énergie, qui n'est pas recensée (PIRON, 2004).

Or aujourd'hui, un constat s'impose dans beaucoup de pays occidentaux: la mobilité pour motif loisirs constitue le principal motif de déplacement*, tant en nombre de déplacements qu'en distances parcourues. En Suisse, ce motif représente, en 2010, 37% des déplacements, contre 23% pour le travail et 22% pour les achats. En termes de distances, cette part est encore plus importante puisqu'elle représente 40.2% des kilomètres parcourus par les résidents suisses, ce qui représente plus de 10 000 kilomètres par année (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2012). Cette importance de la mobilité de loisirs est liée à plusieurs facteurs:

- la quantité d'activités très nombreuses et variées que les loisirs regroupent, telles que les visites à des amis ou de la famille, la fréquentation de restaurants et de bars, les activités culturelles ou sportives, les randonnées, le bénévolat, etc.
- de manière générale, la diminution du temps de travail et l'augmentation des revenus de la population depuis 50 ans;
- l'augmentation de l'espérance de vie et, par conséquent, de la part représentée par les non actifs, dans la population;
- l'évolution des modes de vie et l'individualisation qui ont comme corollaire un investissement croissant de la sphère des loisirs comme source d'épanouissement;
- l'imbrication croissante des sphères du travail et des loisirs, notamment dans une économie basée sur les services;
- les améliorations des conditions de transport et la réduction massive des coûts;
- la dispersion spatiale des réseaux sociaux et des membres des familles et communautés.

Outre son importance croissante, les recherches empiriques sur les mobilités de loisirs montrent que les moyens de transport utilisés pour ce motif, majoritairement la voiture et l'avion, sont particulièrement générateurs d'externalités négatives. En outre, ces moyens de transport sont aussi largement utilisés par les per-

sonnes qui ne les utilisent que peu pour les motifs de déplacement contraints au quotidien, notamment les urbains centraux. Ces deux constats – 1) une mobilité très importante et 2) très largement réalisée avec des moyens polluants – invitent logiquement à remettre en cause certaines des vertus que l'on associe systématiquement à la ville dense en matière de mobilité durable. En effet, certains chercheurs constatent qu'à revenu identique, les habitants des centres-villes qui se déplacent peu localement ont tendance à se déplacer plus souvent et plus loin les week-ends et durant les vacances en comparaison avec les habitants des zones plus périurbaines (ORFEUIL et SOLEYRET, 2002).

Une hypothèse formulée pour expliquer cet écart suggère que les habitants du périurbain*, souvent des propriétaires de maisons individuelles, peuvent plus facilement profiter de leur temps libre dans leur environnement résidentiel, par exemple dans leur jardin, autour du barbecue. D'un autre côté, les habitants des centres-villes seraient davantage contraints à se déplacer pour profiter du calme et de la détente dont ils ne bénéficieraient pas forcément dans leur environnement immédiat. Certains parlent ainsi d'effet de compensation ou d'« effet barbecue » (MASSOT et ORFEUIL, 2007) pour signifier cette hypothèse. Dans certains cas, ce phénomène serait à même de remettre en cause les vertus de la ville dense. Si ce type d'environnement génère finalement un grand nombre de déplacements très polluants durant le temps libre et que les territoires périurbains sédentarisent davantage leurs habitants, il est, en effet, probable que le lien entre densité et mobilité durable soit inversé. Selon cette hypothèse, si toutes les mobilités étaient prises en compte, la courbe de Newman et Kenworthy aurait en réalité une autre forme: la consommation énergétique totale par habitant serait croissante en fonction de la densité (fig. 9.2). Dès lors, est-ce que les environnements urbains les plus durables en termes de mobilité ne seraient pas finalement ceux qui réduisent le plus la mobilité devenue la plus importante, celle de notre temps libre?

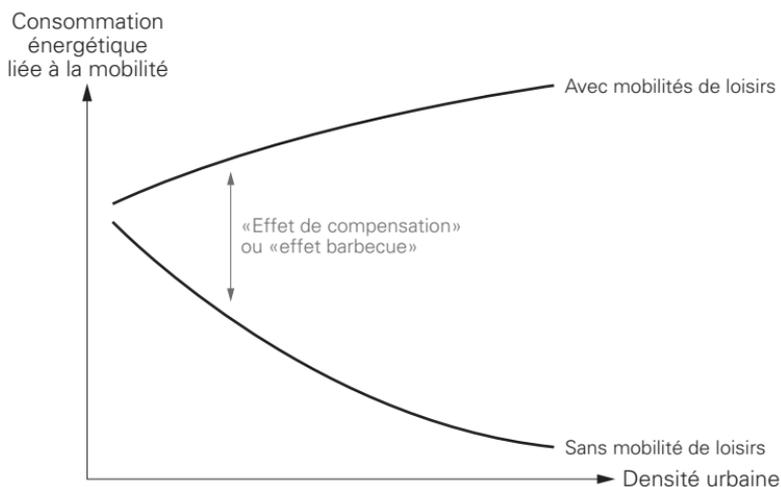


Fig. 9.2 Représentation schématique théorique du lien entre densité et consommation énergétique avec et sans prise en compte de la mobilité de loisirs selon l'hypothèse de compensation.

9.4 Des apports théoriques et méthodologiques pour éviter les pièges d'interprétations trop rapides

L'hypothèse de compensation, tout à fait contre-intuitive et source potentielle d'enseignements renouvelés en urbanisme, a poussé certains chercheurs à creuser plus en profondeur la question du lien entre forme urbaine et mobilité de loisirs afin de confirmer ou infirmer empiriquement cette hypothèse et de mieux comprendre les mécanismes en jeu dans ce domaine. Cet objet de recherche nécessite cependant une approche, des données et une méthodologie conséquente et rigoureuse pour dépasser les postulats parfois fragiles, les interprétations trop rapides et les manques de preuves solides qui fondent les discours des tenants de cette hypothèse.

Tout d'abord, il s'agit d'obtenir des données renseignant *toutes les formes de mobilités, quelle que soit leur temporalité*. Celles inscrites dans les programmes d'activité routiniers des individus, mais aussi celles qui concernent des activités occasionnelles, voire tout à fait exceptionnelles. En outre, il s'agit d'obtenir ces informations sur une large période d'observation pour éviter les biais dus aux aléas saisonniers. Examiner ce lien suppose, en effet, une estimation de la mobilité totale qui peut être mise sur le compte de chacun à l'échelle annuelle. La rareté ou la grande difficulté de récolte de ce type de données constitue un obstacle majeur aux recherches sur ce sujet. Elle explique le très faible nombre d'études ayant pu reposer sur des observations empiriques vraiment solides et n'ayant pas formulé d'approximations grossières dans leurs estimations.

L'objet de recherche implique ensuite la disposition d'information détaillée concernant les activités à la base des déplacements routiniers ou occasionnels, c'est-à-dire *leurs motifs*. Les agrégations fréquemment utilisées en statistique regroupent sous le terme «loisirs» une très grande variété d'activités. Dès lors, il est fréquent de voir assimilée à ces activités la seule recherche de détente, de calme, de plaisir et donc de nature. Si ce type d'arguments représente effectivement une part importante des loisirs, ils ne sont de loin pas les seuls facteurs entrants en compte. Les sociabilités, la fréquentation de bars et de restaurants, les activités culturelles ou festives, le bénévolat ou encore la religion structurent tout autant le temps libre et donc la mobilité. Or pour ces activités, on peut légitimement penser que l'habitat en ville dense comporte les mêmes avantages que pour d'autres activités contraintes, c'est-à-dire qu'il est associé à des déplacements plutôt courts et en partie réalisés avec les modes doux ou les TP. Cette nuance qui distingue des loisirs selon les avantages ou non que la ville dense peut comporter pour leur réalisation est quasiment toujours absente des études menées à ce jour.

Autre point crucial, toute recherche désireuse de faire la lumière sur la délicate question de l'effet de compensation doit se baser sur des *informations fines concernant le territoire* de résidence des citoyens. Cerner les mécanismes en jeu nécessite, en effet, d'identifier le rôle des différents attributs du territoire: la densité est-elle vraiment la seule en jeu? Si oui, s'agit-il de celle de la population ou celle du bâti, celle des emplois? La proximité d'une gare a-t-elle une influence sur la répartition modale* de ces déplacements? Quel rôle joue la composante sociale des environnements urbains? La présence d'espaces verts ou de jardins est-elle à même de réduire certains déplacements de loisirs? À l'inverse, un sentiment d'insécurité est-il à même de générer des déplacements occasionnels pour échapper à un environnement jugé peu agréable? Toutes ces dimensions constituantes de l'urbain doivent être considérées.

Enfin, il est indispensable de recueillir et comprendre les *représentations, pratiques et discours des acteurs*. On l'oublie fréquemment, la ville est choisie, construite, habitée et investie par des hommes et des femmes ayant des modes de vie spécifiques. Même si l'environnement construit représente une série de ressources ou de contraintes dont l'influence peut être très forte sur les projets individuels, il n'impose en aucun cas des comportements prédéfinis qui dépassent les acteurs. Il s'agit, par conséquent, de s'éloigner le plus possible des points de vue déterministes très fréquemment sous-jacents aux études portant sur les liens entre forme urbaine et mobilités pour apporter des réponses pertinentes aux questions posées. L'apport des méthodes qualitatives est très précieux dans ce domaine. Elles permettent de mieux interpréter les associations quantitatives qui peuvent être observées en introduisant les dimensions des parcours de vie, des critères de choix résidentiel, des programmes d'activités quotidiens et les besoins, motivations et pratiques de loisirs: est-ce que les citoyens centraux compensent vraiment le manque de nature

dans leur environnement ou est-ce que d'autres logiques sont à l'œuvre? Que cherchent-ils durant leurs week-ends et vacances? Diffèrent-ils vraiment des périurbains sur ce point?

9.5 Quelques constatations faites en Suisse

Avec l'ambition d'être en phase avec les défis méthodologiques que nous venons de mentionner, une recherche portant sur cette question a été menée en Suisse et permet de poser quelques éléments de réponse (MUNAFÒ, 2015).

Grâce à une analyse fine des données du Microrecensement Mobilité et Transports 2010 qui permet une estimation fiable de la mobilité annuelle d'un échantillon important de résidents suisses (n = 18 897) et la mise en relation de ces données avec différents attributs de leur lieu de résidence, on constate effectivement l'existence de deux logiques différentes en lien avec la densité (fig. 9.3).

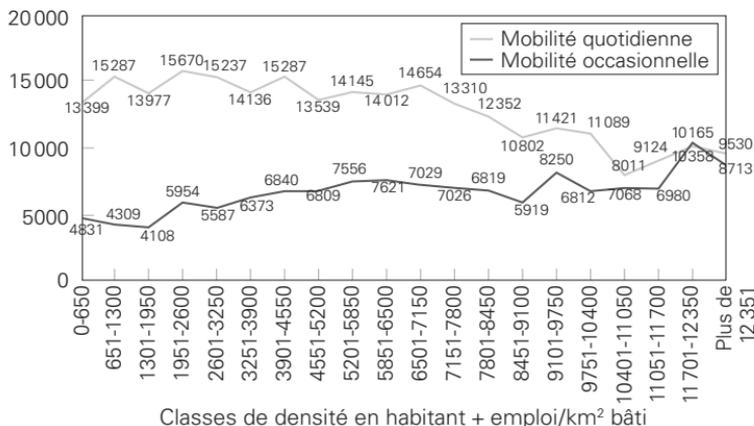


Fig. 9.3 Distances annuelles moyennes parcourues par personne dans le cadre de la mobilité quotidienne et occasionnelle, en km, en fonction de la classe de densité d'activité humaine (emplois + habitants) par surface bâtie (classes d'égale amplitude à partir des données du Microrecensement Mobilité et Transport).

Concernant la mobilité quotidienne*, on identifie très bien un lien négatif : plus la densité du lieu de résidence augmente, plus les distances moyennes parcourues pour ces déplacements sont réduites, c'est ce lien qui est mis en évidence par la plupart des études que nous avons évoquées à la section 9.1. Concernant la mobilité occasionnelle, on constate un lien inverse surprenant : plus la densité augmente et plus les distances parcourues dans le cadre d'excursions et de voyages augmentent elles aussi. Les habitants des territoires les plus denses, c'est-à-dire les centres-villes, ont donc effectivement tendance à être beaucoup plus consommateurs de déplacements occasionnels que ceux des espaces plus périphériques ou ruraux. Ce solde important de mobilité occasionnel, oublié dans la plupart des études, tend ainsi à réduire significativement l'écart qui oppose les différents types de résidents. Cette approche remet fondamentalement en cause l'équation simple ville compacte = courtes distances. Parmi les habitants de la classe de densité la plus élevée, on identifie même une propension à parcourir des distances pour les déplacements quotidiens et pour la mobilité occasionnelle dans des proportions quasi équivalentes. Ce constat est finalement le même que celui souligné par Orfeuil à propos du rapport entre mobilités locales et longues distances chez les Français.

Au premier abord, les chiffres suisses semblent donc plutôt confirmer l'existence de l'hypothèse qu'Orfeuil formule concernant l'hypothèse de compensation ou l'« effet barbecue ». Trois autres résultats importants issus des analyses tendent cependant à infirmer cette hypothèse et les mécanismes explicatifs qu'elle sous-entend.

Tout d'abord, une nuance très importante doit être apportée et concerne les motifs de déplacement. Les données indiquent ainsi que la mobilité occasionnelle croissante avec la densité est loin d'être uniquement constituée de loisirs. Les déplacements professionnels, l'accompagnement ou les achats représentent

ainsi 17% des distances de ce type de mobilité et cette part tend à croître avec la densité. Ensuite, parmi les loisirs, tous ne relèvent pas d'une recherche spécifique de nature, de calme ou de plein air. La moitié des distances parcourues pour les loisirs occasionnels relèvent ainsi plutôt de visites à la famille, de séjours touristiques dans les villes ou encore de fréquentation d'infrastructures culturelles ou sportives. Autant d'activités qui ne sont pas fondamentalement liées à des espaces naturels et pour lesquels la densité urbaine ne représente pas un désavantage particulier en matière de localisation. Les habitants des centres-villes sont par ailleurs de plus grands consommateurs de ce type d'activités plutôt associées à l'environnement urbain et ses aménités que les résidents des zones périphériques ou rurales.

Même si la mobilité occasionnelle apparaît plus importante en distance selon la densité, son impact environnemental est nettement plus réduit chez les urbains centraux que chez les autres types de résidents, notamment en raison d'une utilisation plus fréquente du train et moindre de la voiture pour les longues distances. C'est la deuxième grande nuance. Dès lors, même en tenant compte du solde de mobilité occasionnelle important, la courbe de consommation énergétique relative à la mobilité selon les classes de densité du territoire ne s'inverse pas et montre toujours un lien très clairement négatif : les plus grands consommateurs restent les habitants des territoires périurbains ou ruraux (fig. 9.4).

En outre, il est important de souligner dans ce débat qu'il est sans doute erroné de résumer le caractère durable des mobilités à travers la seule variable de dépense énergétique. Si celle-ci traduit très bien les enjeux cruciaux de consommation de ressources non renouvelables et de changement climatique à l'échelle globale, elle ne rend pas bien compte des enjeux plus locaux liés à la qualité de vie. Elle ne rend par exemple pas compte de la pollution de l'air, du bruit ou de la congestion, dont on a vu plus haut qu'ils sont synonymes d'importantes externalités négatives.

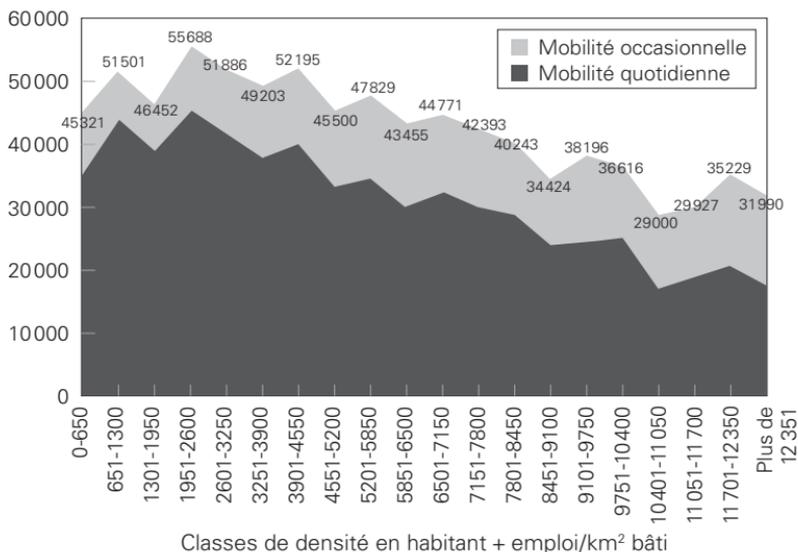


Fig. 9.4 Énergie primaire consommée pour la mobilité quotidienne (en MJ) en fonction de la classe de densité d'activité humaine (emplois + habitants) par surface bâtie, en Suisse.

Or, dans ce domaine, l'utilisation plus importante des modes doux et des TP par les habitants des centres-villes donne à leur mobilité un caractère incontestablement moins nuisible que celle des résidents de territoires moins denses qui est très orientée vers l'utilisation de la voiture individuelle.

Enfin, troisième nuance, les *motivations* des acteurs doivent être prises en compte. Les éléments recueillis grâce aux enquêtes qualitatives menées dans des secteurs centraux, suburbains* et périurbains à Genève et à Zurich montrent, en effet, que la motivation des urbains centraux à parcourir d'importantes distances durant leur temps libre, même pour se rendre en pleine nature, ne relève aucunement d'un besoin de compensation et de fuite des contextes urbains denses pour profiter d'environnements plus favorables, comme cela est suggéré par l'hypothèse

de compensation. Pour beaucoup, les attributs urbains centraux sont même très recherchés pour les activités de temps libre (sorties, bars, culture, ambiance urbaine, flânerie, etc.). Par ailleurs, on montre aussi, chez les périurbains, un goût très prononcé pour des déplacements longs vers des environnements calmes et verdoyants dont on suppose qu'ils devraient davantage profiter autour de leur domicile. En d'autres termes, leur cadre de vie paisible ne semble aucunement les sédentariser plus que d'autres types de citoyens. Ce résultat est à mettre en perspective avec les parcours résidentiels et les modes de vie de chacun. Les citoyens arbitrent pour une localisation résidentielle aussi en fonction des activités de loisirs qu'ils favorisent : habiter au centre-ville c'est apprécier l'intensité urbaine tout comme habiter en bordure de l'espace rural c'est aimer les attributs de ce type de territoire. Ces goûts se traduisent ensuite par des activités et déplacements de loisirs spécifiques. Les deux types de citoyens se déplacent alors aussi sur de longues distances pour profiter d'aménités qu'ils apprécient par ailleurs au quotidien dans leur environnement résidentiel proche.

9.6 Les vertus de la ville dense

La densité urbaine se caractérise par des influences très fortes sur les configurations des mobilités des citoyens, cela essentiellement en raison de sa propension à générer des déplacements de courtes distances au quotidien et à faciliter l'utilisation de moyens de transport moins polluants que la voiture. Pour beaucoup, la ville dense est devenue un idéal de planification à encourager en vue de favoriser une mobilité plus durable. Les transformations sociétales profondes donnant au temps libre une importance croissante dans les sociétés occidentales réinterrogent cependant cette équation simple et maintes fois démontrée.

Les mobilités de loisirs qui sont beaucoup moins contraintes que les déplacements fonctionnels, et qui ont pour beaucoup une dimension occasionnelle, ont souvent été exclues de ces considérations. Elles ont cependant un impact environnemental très important. Il semble dès lors injustifié de les exclure.

Pour comprendre les phénomènes en jeu, il est indispensable de prendre en compte l'ensemble de la mobilité dans l'examen des associations entre territoires et mobilité. Cette prise en compte met effectivement en évidence des logiques peu connues, en particulier un lien positif entre la part de mobilité occasionnelle et la densité urbaine. L'appui d'une approche rigoureuse et fine est cependant nécessaire pour comprendre les phénomènes en jeu et éviter des interprétations trop rapides et peu fondées à partir de ce constat. Cela nécessite une méthodologie rigoureuse qui décortique correctement les temporalités et les motifs de déplacement, qui s'appuie sur un calcul précis des distances et des consommations énergétiques. Il est aussi indispensable d'analyser les parcours, les discours et les motivations des acteurs, nous constatons que la ville dense reste une forme urbaine associée à une mobilité plus durable en comparaison avec des territoires plus étalés et qu'elle ne pousse pas ses habitants à la fuir durant leur temps libre. Même face à une mobilité de loisirs croissante, ses avantages comparatifs en matière de mobilité durable persistent. N'en déplaise à ceux qui trouvaient dans l'hypothèse de l'« effet barbecue » l'occasion de remettre profondément en cause ce type de forme urbaine.



10 Les déplacements pendulaires font-ils partie du choix d'un lieu d'habitation ?

Patrick Rérat et Michel Bierlaire

La croissance du trafic pendulaire représente une tendance de fond depuis plusieurs décennies. Ce chapitre discute les effets que pourrait avoir une plus grande mixité fonctionnelle (habitat et travail) des territoires. En analysant les manières dont les ménages choisissent leur lieu de domicile, il montre l'importance de la mixité fonctionnelle comme instrument de gestion de la mobilité mais en souligne aussi les limites. Le choix résidentiel est en effet complexe et résulte de l'arbitrage entre de nombreux éléments.

10.1 Les enjeux de la répartition spatiale de l'habitat et de l'emploi

Une des tendances marquantes de l'évolution de la mobilité quotidienne* est sans conteste l'allongement des trajets entre lieu de domicile et lieu de travail. Les médias font régulièrement état de l'augmentation du trafic pendulaire* et des problèmes de congestion lors des heures de pointe sur les principaux axes routiers et ferroviaires. Cette tendance pourrait-elle être inversée par un rapprochement entre habitat et emploi?

C'est ce que postule le principe de mixité fonctionnelle qui s'est imposé dans les débats urbanistiques parallèlement à la question de l'augmentation de la densité (voir également le chap. 9). Ce principe prône, en particulier dans le cas des projets de nouveaux quartiers ou d'opérations de rénovation urbaine, la cohabitation entre logements, activités, commerces et équipements. L'objectif est de modifier les pratiques de mobilité et de favoriser une «ville des trajets courts». Il prend ainsi le contre-pied de la Charte d'Athènes (LE CORBUSIER, 1957), manifeste de l'urbanisme moderne et fonctionnaliste, qui a consacré le concept de zonage et la spécialisation des espaces urbains selon les quatre fonctions que sont habiter, travailler, se divertir et circuler.

Quel est le potentiel d'une démarche plus inclusive et de mesures visant à rapprocher lieux de domicile et lieux de travail? Quelle est la marge de manœuvre de l'organisation du territoire dans l'optique de diminuer les trajets pendulaires? La mixité fonctionnelle permettrait-elle de réduire ce type de mobilité? Ces questions relatives à la politique de développement territorial en appellent d'autres quant aux pratiques des ménages. Comment tiennent-ils compte des lieux de travail dans leur choix résidentiel? Cherchent-ils à minimiser leurs trajets pendulaires?

Afin de donner quelques éléments de réponse à ces interrogations, ce chapitre procède en cinq étapes. Tout d'abord, des chiffres sont présentés quant à l'importance des trajets pendulaires et à leur évolution. Sont ensuite abordés les principaux facteurs du relâchement des liens entre mobilité quotidienne (soit les déplacements effectués de manière régulière) et mobilité résidentielle* (soit les changements de domicile des ménages). La partie suivante appréhende les manières dont la mobilité quotidienne est intégrée dans les choix résidentiels. Sur cette base, des enjeux méthodologiques sont identifiés pour la recherche. La conclusion discute de la pertinence de la mixité fonctionnelle et des mesures urbanistiques dans la gestion de la mobilité pendulaire.

10.2 Les trajets pendulaires en perspective

En Suisse, la proportion de pendulaires, définis ici comme les personnes quittant leur commune de domicile pour se rendre à leur travail, a augmenté de près de 10 points à chaque décennie ces cinquante dernières années (SCHULER *et al.*, 2007). En 1960, 22.5% des actifs franchissent une frontière communale pour rejoindre leur emploi. Ils représentent plus de la moitié de la population active dans une petite minorité de communes (un septième). Ces dernières sont essentiellement situées à proximité de centres urbains ou de communes industrielles. La part des pendulaires augmente ensuite pour atteindre 31% en 1970, 40.4% en 1980, 49.4% en 1990 et 57.3% en 2000. À cette date, les pendulaires sont majoritaires dans huit communes sur neuf. Seuls font exception les centres urbains ainsi que certaines stations touristiques alpines, des localités industrielles de l'Arc jurassien et quelques communes demeurées très agricoles. Les données pour l'année 2012 confirment cette tendance avec une valeur s'élevant à 68% (MICROGIS, 2015).

La pendularité* intercommunale est ainsi devenue en quelques décennies la règle pour la majorité des personnes actives.

Les données concernant la durée des trajets sont elles aussi spectaculaires.

Selon MICROGIS (2015), entre les années 1960 et 1990, les temps de parcours moyens des pendulaires restent stables – de l'ordre de 20 minutes par trajet. Avec le recensement 2000 est constatée une légère augmentation (22.8 minutes). Cette tendance s'amplifie ensuite nettement avec une valeur atteignant 29.4 minutes en 2012.

L'évolution des flux pendulaires est marquante et leur concentration aux heures de pointe les rend particulièrement visibles. Leur importance est néanmoins à mettre en perspective dans le total des déplacements (voir également le chapitre 9). Selon le Microrecensement Mobilité et Transports* de 2010 (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE, OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL, 2012), les trajets domicile-travail ne représentent en réalité qu'un quart des distances parcourues sur le territoire national (fig. 10.1). Ce sont les loisirs qui occupent la première

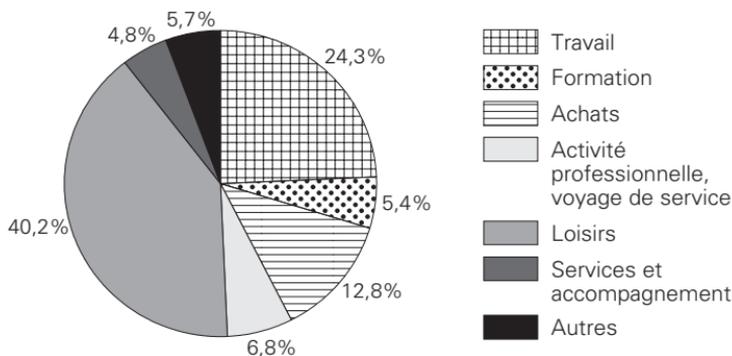


Fig. 10.1 Part des motifs de déplacement à la distance journalière en Suisse, 2010 (source : OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE, OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL, 2012).

place avec une part de 40%. Il convient toutefois de préciser que la catégorie loisirs réunit des activités très hétérogènes (visites à la famille, sorties, activités sportives, manifestations culturelles, etc.) et concerne l'ensemble de la population (alors que les déplacements pendulaires excluent par définition enfants, étudiants, chômeurs, personnes au foyer, retraités, etc.). Si l'on ne prend en compte que les actifs, les déplacements domicile-travail occupent un poids similaire aux loisirs (33.7% vs. 34.1%).

Ces chiffres montrent l'importance de prendre en compte l'ensemble des motifs de déplacement* dans l'analyse et la gestion de la mobilité. Le rôle des trajets pendulaires n'est à l'inverse pas à sous-estimer. Tout d'abord, il s'agit de déplacements davantage réguliers et prévisibles que pour les autres motifs de déplacement, et donc plus facilement intégrables par les ménages dans leur stratégie résidentielle. Ensuite, il existe un effet polarisant des trajets pendulaires sur le territoire de vie des actifs et ces trajets peuvent se coupler avec d'autres motifs et former des chaînes d'activités* (faire des achats à la sortie du travail par exemple). Cet effet polarisant se manifeste par la sélection de lieux d'activité en fonction des lieux de domicile et de travail du fait de la connaissance de l'espace traversé et des contraintes de budget-temps (BOULAHBAL, 2001). Finalement, le choix du moyen de transport dans les trajets pendulaires influence le reste de la mobilité : une personne qui se rend au travail en voiture l'utilise aussi souvent pour ses achats et loisirs (OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS), 2013).

10.3 Relâchement des liens entre mobilité quotidienne et mobilité résidentielle

Le nombre de pendulaires s'accroît et les distances parcourues sont de plus en plus étendues. Il y a quelques décennies, le choix

résidentiel dépendait encore largement de la proximité du travail. Il semble désormais davantage lié à une accessibilité qui n'est plus locale, mais régionale voire interrégionale. Comment expliquer le relâchement des liens entre la localisation de l'habitat et de l'emploi?

Trois principaux faisceaux de facteurs peuvent être identifiés. Ils ont trait à l'organisation du territoire, au développement des infrastructures de transport et à la modification des temps sociaux.

Sous l'angle de l'organisation du territoire, la dissociation croissante entre résidence et emplois s'explique par différentes tendances. En ce qui concerne la structure économique, de profondes mutations ont eu des répercussions inégales selon les territoires. Le déclin de l'agriculture et la désindustrialisation ont globalement été plus que compensés par la croissance du secteur tertiaire et en particulier des services supérieurs (services aux entreprises, informatique et télécommunications, éducation, santé, social), mais ces derniers sont répartis de manière moins homogène et se concentrent dans les principales régions urbaines et métropolitaines. Pour ce qui est de l'habitat, on observe depuis plus de cinq décennies, un phénomène d'étalement urbain avec la forte croissance démographique des communes situées en couronne des centres urbains et spécialisées dans la fonction résidentielle. Cette dynamique territoriale s'explique par des aspirations (l'attrait de l'habitat suburbain* et périurbain*) ainsi que par le marché immobilier (la pénurie dans les centres urbains, le marché foncier et immobilier plus favorable dans les couronnes). Finalement, à une échelle plus locale, la séparation des activités économiques et de l'habitat a été favorisée par la politique du zonage et la création de quartiers monofonctionnels.

Cette dissociation a été soutenue par le développement des infrastructures de transport qui a relâché les contraintes de proximité et diminué l'effet de friction de la distance (voir,

pour le cas de la Suisse, AXHAUSEN, DOLCI, FRÖHLICH, SCHERER et CAROSIO, 2008). Il a ainsi octroyé une marge de manœuvre plus large aux acteurs dans le choix de leur localisation et de leurs activités. L'impact de l'automobile est à souligner. Sa diffusion a engendré de nouveaux territoires en faisant éclater les frontières entre ville et campagne et en ouvrant de vastes marchés fonciers (WIEL, 1999). La ville s'étale au fur et à mesure que la mobilité augmente (PUMAIN, BRETAGNOLLE et DEGORGE-LAVAGNE, 1999). Les gains de vitesse induits par le développement de l'offre de transports n'ont généralement pas été capitalisés en gains de temps (par un rapprochement temporel entre domicile et travail) mais sont reportés sur les distances parcourues (en permettant à des actifs de se déplacer sur de plus longues distances) (DUPUY, 1995). Ces tendances ont eu comme conséquence la dilatation du système urbain quotidien des ménages et la primauté, dans leur choix résidentiel, de l'accessibilité (espace-temps) sur la proximité physique (espace-distance).

Un facteur supplémentaire est le « nouvel ordre du temps ». Cette expression de VIARD (2014) met en exergue les mutations de l'organisation des temps sociaux qui ont touché l'espérance de vie, la place du travail dans les valeurs et la vie quotidienne, la croissance de l'emploi féminin, le rôle nouveau des rythmes scolaires, etc. Ce nouvel ordre du temps a plusieurs implications sur l'organisation de la vie quotidienne et les choix résidentiels.

Tout d'abord, avec la participation croissante des femmes au marché du travail, de plus en plus de couples comprennent deux partenaires actifs. Assurer la proximité entre lieu de résidence et lieu de travail devient plus complexe et les couples bi-actifs doivent procéder à des arbitrages et compromis (GREEN, 1997). Ensuite, les carrières professionnelles sont moins stables et moins prévisibles avec la flexibilisation de l'emploi (contrats à durée déterminée, réorientations professionnelles, etc.). Le lieu

de travail constitue un point de référence dont l'importance a décliné et la probabilité d'occuper le même emploi toute sa vie et au même endroit, qui plus est pour deux conjoints, est quasiment nulle. Ceci est à l'origine de l'autonomisation du lieu du logement par rapport aux lieux de travail (VIARD, 2014). Les modes de vie quant à eux ont évolué avec l'augmentation du temps libre (du fait de la réduction du temps de travail, de l'allongement de l'espérance de vie, etc.) si bien que les activités de loisirs et de consommation structurent de plus en plus mobilités et territoires.

Dans l'ensemble, différents facteurs, entre aspirations et contraintes, expliquent le relâchement des liens entre lieu de domicile et lieu de travail. Sous leur influence, on assiste à la création d'une « nouvelle culture légitime », la « société de la mobilité » (VIARD, 2014) qui rend ce type de déplacement de plus en plus acceptable. Vouloir agir sur cette distance nécessite de connaître plus précisément les interactions entre mobilité quotidienne et choix résidentiels.

10.4 Interactions entre mobilité quotidienne et choix résidentiels

Le choix résidentiel est à considérer non pas comme la conséquence des seules aspirations des ménages mais comme un choix sous contraintes (AUTHIER, BONVALET et LÉVY, 2010). Il dépend des besoins et préférences des ménages dans le cadre d'une gamme limitée d'options définies par les opportunités et contraintes du marché immobilier (disponibilité des logements dans un contexte résidentiel donné, niveau des prix, etc.) et par les ressources et restrictions liées aux ménages eux-mêmes (VAN HAM, 2012). Le choix résidentiel est ainsi le résultat d'arbitrages que ce soit entre les personnes concernées par le déménagement ou

entre les différents critères liés au logement et au contexte résidentiel (RÉRAT, 2016a).

Si choix résidentiel et mobilité quotidienne sont liés, la nature de leur interaction varie grandement. En termes de temporalité, la question des transports intervient à des étapes différentes : elle peut être considérée au début ou au cours du processus, ou encore juste avant ou après le choix du logement. En termes d'importance, les recherches font état de résultats différents selon les types de choix résidentiels, les populations concernées et les contextes territoriaux. Deux études empiriques, l'une portant sur la périurbanisation, l'autre sur l'installation en centre-ville, lèvent le voile sur cette diversité.

BAUELLE, DARRIS, OLLIVRO et PIHAN (2004) ont analysé les conséquences d'un choix résidentiel périurbain sur les pratiques de mobilité des ménages. Ils ont réalisé une enquête – un questionnaire et des entretiens non directifs – auprès de 78 ménages récemment installés dans la couronne périurbaine de Rennes (une aire urbaine française de 690 000 habitants), propriétaires d'un logement et dont l'un des conjoints au moins travaille dans la ville-centre.

Les auteurs relèvent la forte mobilité de ces ménages et l'importance centrale de l'automobile. Les motifs de la prépondérance de la voiture (autonomie, côté pratique, reconnaissance sociale, etc.) s'avèrent plus décisifs que la crainte des embouteillages, le manque de places de parc ou le coût du parking en ville (BAUELLE *et al.*, 2004). Ces difficultés peuvent engendrer des stratégies d'évitement (habiter d'un côté de l'agglomération pour ne pas devoir la traverser) mais il n'y a pas de rationalisation de la mobilité en dehors de l'organisation de quelques chaînes d'activités ou du covoiturage* pour certains loisirs.

Le désir des périurbains d'accéder à la propriété d'une maison individuelle les amène à « minimiser voire occulter le triple coût de la mobilité induite par ce type de localisation » : les dépenses affectées aux déplacements (le coût réel de la voiture est inconnu ou nettement sous-estimé), le budget temps qui leur est consacré et les coûts matériels et psychologiques des contraintes d'organisation imposée par la nouvelle implantation (éclatement des espaces de vie, nécessaire disponibilité parentale pour les déplacements des enfants et adolescents). Cette situation est rarement anticipée et « les possibles implications sur le plan des transports n'ont pas pesé lourd » (BAUDELLE *et al.*, 2004) si ce n'est dans la définition d'un rayon – le plus souvent d'une demi-heure autour de la ville-centre et du lieu de travail – délimitant l'aire d'installation jugée admissible.

La deuxième étude porte sur les choix résidentiels de ménages s'étant installés en zone urbaine centrale (RÉRAT, 2016b). Une enquête par questionnaire a été réalisée auprès des ménages vivant dans des logements récemment construits dans le quartier de Zurich West (une ancienne zone industrielle à proximité du centre de la plus grande ville suisse) et à Neuchâtel (une ville de taille moyenne dans le contexte helvétique). Le nombre de ménages concernés se montait respectivement à 630 et 493 et le taux de réponse à 45% et 46%. Étant donné le prix et le niveau des loyers des logements, ces ménages appartiennent aux catégories socioprofessionnelles supérieures.

Les critères de choix résidentiel renvoient à trois familles de facteurs (tableau 10.1). La première, les attributs du logement (taille, etc.), reflète le standing de ces objets neufs et n'est pas spécifique au contexte urbain. La deuxième, d'ordre pratique, concerne la localisation et renvoie à la proximité (du centre-ville, des commerces, etc.) et à une certaine conception de la

mobilité. La desserte en TP* urbains, la possibilité de se déplacer à pied ou à vélo, la proximité de la gare ferroviaire sont davantage valorisés que l'accessibilité en voiture. Vivre en ville permet de concilier vie professionnelle et vie sociale grâce à la proximité des lieux fréquentés régulièrement. À ces deux logiques s'ajoute, principalement à Zurich, la valorisation du mode de vie urbain (offre culturelle, etc.).

La logique pragmatique est étroitement liée aux habitudes de mobilité. Concilier les différentes facettes du quotidien implique une maîtrise de la distance et la majorité des actifs sont employés sur le territoire communal (72% à Zurich et 61% à Neuchâtel). Si la proximité est valorisée, la connectivité l'est également : vivre en ville signifie être localisé sur l'un des nœuds du réseau de chemin de fer qui constitue la colonne vertébrale du système urbain suisse. Ainsi, respectivement 10% et 21% des actifs étudiés travaillent dans une autre ville-centre.

Ces chiffres renvoient plus généralement à l'augmentation de la pendularité de longue distance en Suisse et à la diminution des migrations entre cantons (SCHULER *et al.*, 2007). En d'autres termes, certains ménages, grâce au développement des infrastructures de transport, optent pour des formes de mobilité réversibles (telles que la pendularité) afin d'éviter la migration et de conserver un ancrage résidentiel (VINCENT-GESLIN et KAUFMANN, 2012). Cette tendance renforce la séparation entre sphère professionnelle et sphère domestique et révèle une « transformation contemporaine de la hiérarchie des valeurs » dans le cadre de laquelle le projet de vie dépasse les projets professionnels (alors que les dimensions de la vie sociale de l'individu semblaient auparavant subordonnées à sa situation de travailleur).

Tableau 10.1 Pourcentage des ménages jugeant le facteur (très) important dans leur choix résidentiel (source: RÉRAT, 2016b).

Critères	Zurich West	Neuchâtel
Proximité du centre-ville	92.0	77.6
Localisation du logement	91.8	90.4
Desserte en transports publics urbains	91.4	73.3
Possibilité de se déplacer à pied, en vélo	87.0	74.0
Surface du logement	82.5	86.7
Caractéristiques du logement	78.2	82.5
Proximité de l'offre culturelle	77.6	45.6
Proximité du lieu de travail/de formation	75.9	61.5
Proximité des commerces et services	75.5	70.6
Balcon, terrasse, jardin	75.5	81.6
Proximité de la gare ferroviaire	68.1	62.4
Habiter un logement neuf	63.0	64.0
Diversité de la population en ville, animation	62.2	29.2
Proximité de parcs publics, espaces verts, lac	60.3	48.4
Vue	52.9	65.3
Proximité de la vie nocturne	52.7	19.5
Présence de la famille, des amis en ville	45.8	29.6
Sécurité du quartier	38.6	53.9
Réputation et image du quartier	35.2	31.9
Type de population habitant le quartier	34.1	28.2
Loyer ou prix du logement	33.8	61.6
Accessibilité en voiture, places de parc	32.2	54.4
Tranquillité du quartier	18.6	65.0
Charge fiscale	13.9	18.3
Proximité d'écoles et de crèches	9.5	37.9
Réputation des écoles	6.7	21.7

Ces tendances sont également à interpréter par le degré variable de maîtrise dont disposent les individus quant à leur choix de lieu de résidence et de travail. Si le premier dépend des aspirations des ménages sous différentes contraintes, le deuxième

est en premier lieu du ressort des employeurs qui choisissent parmi différents candidats aux provenances diverses.

10.5 Enjeux méthodologiques

Étant donné les enjeux que soulève le trafic pendulaire, une analyse des interactions entre choix résidentiel et mobilité quotidienne serait à développer sur la lignée des études présentées ci-dessus et qui montrent une grande diversité des situations entre absence d'anticipation, définition d'une durée de trajet jugée acceptable, recherche affirmée de la proximité ou encore valorisation de l'ancrage résidentiel au prix de la pendularité de longue distance.

De tels travaux devraient porter non seulement sur les interactions au moment du choix résidentiel mais également s'inscrire dans une analyse longitudinale*. Cette dernière permettrait de déterminer comment évoluent les mobilités au fur et à mesure du parcours de vie et des changements professionnels et familiaux. De tels travaux – qualitatifs et quantitatifs – pourraient être informés par les concepts de parcours de vie et de biographie des mobilités.

L'approche du parcours de vie est une manière de structurer l'ensemble complexe des événements relatifs à la trajectoire professionnelle, familiale et résidentielle. Elle souligne l'importance de prendre en compte la triple interdépendance entre événements passés, présents et futurs, entre les sphères qui constituent les différentes dimensions du parcours de vie (famille, formation, travail, loisirs, etc.) et entre les actions des ménages et le contexte économique, social et culturel dans lequel ils évoluent. L'approche des biographies des mobilités a posé les bases pour une application de ces principes dans l'analyse des déplacements quotidiens (SCHEINER, 2007). La biographie des mobilités (les pratiques de

déplacement) est ainsi à mettre en parallèle avec les biographies résidentielle (domiciles successivement occupés), familiale (formation ou dissolution d'un ménage, naissance d'un enfant, etc.) et professionnelle (début d'une formation, entrée dans la vie active, changement du lieu de travail, retraite).

Une telle perspective identifie les moments clés où se prennent les décisions et où sont adoptées des pratiques qui se sédimentent en habitudes. Elle permet de dépasser un autre écueil dans l'étude des mobilités (résidentielles) qui est celui de s'intéresser davantage aux événements distincts (déménager, par exemple) et moins à l'inertie ou à l'immobilité résidentielle (rester sur place, par exemple) (HALFACREE et RIVERA, 2012). À titre d'illustration, on constate en Suisse que la propension à la mobilité résidentielle atteint son maximum entre 20 et 30 ans puis diminue fortement avec l'âge (pour différentes raisons telles que la présence d'enfants dans le ménage, la création d'un réseau social, l'attachement à un lieu, un éventuel statut de propriétaire, etc.) (RÉRAT, PIGUET, BESSON et SÖDERSTRÖM, 2008).

10.6 Rendre possible la proximité

L'augmentation de la pendularité répond à plusieurs logiques : des contraintes structurelles (restructuration économique, concentration de l'emploi dans certains points du territoire, dynamique du marché immobilier, etc.), le développement des infrastructures de transport, l'émergence d'un nouvel ordre des temps sociaux (croissance des couples bi-actifs, importance des loisirs, etc.) et certaines aspirations résidentielles. Dans le choix d'un lieu de domicile, la mobilité pendulaire peut être acceptée ou subie, anticipée ou non, une variable à minimiser ou une variable d'ajustement en fonction de divers arbitrages.

Ces tendances économiques et sociétales sont en tension avec la mixité fonctionnelle comme moyen de réduire la mobilité quotidienne. À l'échelle d'un quartier, une mixité des fonctions augmente les chances de favoriser des modes de vie basés sur la proximité mais n'implique pas de manière automatique une réduction de la mobilité quotidienne, les personnes ne vivant plus forcément là où elles travaillent. Les effets positifs de la mixité fonctionnelle à cette échelle sont essentiellement à chercher dans le fait d'assurer l'aspect vivant d'un quartier, la fréquentation de ses commerces, la demande pour les TP aux différentes temporalités qui caractérisent le rythme des habitants, travailleurs et visiteurs, etc.

À l'échelle régionale toutefois, l'urbanisme et la production de logements apparaissent comme des variables importantes dans la gestion de la mobilité. Il ne s'agit pas de chercher à « resédentariser la société » mais de proposer des offres de proximité qui permettent de concentrer les déplacements sur les mobilités « choisies » (comme les loisirs) en limitant les mobilités « subies » (trajets pendulaires) (VIARD, 2014). Investir dans les régions touchées par la pénurie du marché immobilier donnerait la possibilité à certains ménages d'éviter un éloignement contraint. Une telle politique serait à même également de fluidifier le marché et de faciliter la mobilité résidentielle et son rôle de levier d'ajustement (DOMERGUE, 2012). La densification dans les zones centrales et accessibles permettrait à certains groupes de population de (re)découvrir la proximité et ses modes de vie. Il s'agirait finalement de donner la priorité à un développement territorial basé sur l'accessibilité en TP et en mobilité douce* afin de rendre ces choix modaux comme la mobilité la plus facile et la plus désirable.

Quatrième partie

Gouverner



11 Qui gouverne la mobilité ?

Ander Audikana et Marie Mundler

Les chapitres précédents ont mis en lumière la complexité des enjeux de mobilité et montré la nécessité de combiner sciences techniques et sociales afin de répondre de manière avisée à ces problématiques majeures. Cependant, la manière dont les questions de mobilité sont abordées dépasse le champ académique. Les solutions conçues à l'intérieur de ce champ sont confrontées à une multiplicité d'acteurs détenant chacun une parcelle de pouvoir sur la mise en œuvre des politiques de mobilité. Ce chapitre vise à analyser le rôle des différents acteurs qui participent à la gouvernance de la mobilité en Suisse, des élus à la société civile.

11.1 De la théorie à la pratique

La dispute entre deux villes pour décider de l'emplacement d'un nouvel hôpital pousse les autorités à un drôle de compromis. Ni dans l'une, ni dans l'autre : l'hôpital sera construit à mi-chemin sur une plaine vide. Une fois prise la décision de l'emplacement, les autorités sollicitent l'avis d'un expert en mobilité afin de planifier la desserte de l'hôpital. La conclusion de l'expert sera limpide : « Il faut déplacer l'hôpital ».

Cette anecdote met en lumière certains écueils de la planification en matière de mobilité. Agir sur la mobilité nécessite la conciliation de différents intérêts et jeux d'acteurs ; c'est pourquoi les solutions optimales du point de vue technique sont parfois difficiles à mettre en place dans la réalité.

Pour rendre compte de cette complexité, et en reprenant le titre d'un ouvrage majeur en science politique (DAHL, 2005), ce chapitre vise à répondre à la question suivante : qui gouverne la mobilité ? Les chapitres précédents ont présenté différentes problématiques liées à la mobilité et il s'agit maintenant de s'interroger sur la capacité d'intervention des acteurs impliqués dans ce domaine au travers de leur regard, de leurs expériences et de leurs analyses, afin de compléter notre perspective scientifique. Les analyses présentées ici sont, pour partie, spécifiques au contexte Suisse, cependant, certains constats se vérifient également ailleurs, comme le montre la littérature mobilisée.

11.2 Méthodologie

Ce chapitre se base sur l'analyse d'un atelier organisé avec des acteurs intervenant sur les enjeux de mobilité : des élus politiques et des experts. L'objectif de cet atelier était de comprendre la manière dont se prennent les décisions relatives à la mobilité et

de confronter les approches proposées dans cet ouvrage avec les réalités politiques et techniques de la prise de décision. Pour ce faire, nous avons invité deux élus travaillant à l'échelle cantonale en Suisse romande (l'un au niveau législatif et l'autre au niveau exécutif) et deux directeurs de bureaux d'études en mobilité.

L'atelier, qui s'est déroulé en novembre 2015, a été organisé en deux étapes. Dans un premier temps, deux séances ont été organisées en parallèle : l'une avec les élus, l'autre avec les experts. Sur la base d'exemples historiques concrets, le développement du métro lausannois et la régulation du réseau de tramway à Genève, ces séances visaient à identifier les tensions existant entre les choix politiques effectués et les solutions techniques finalement adoptées. Une séance commune a ensuite été organisée avec l'ensemble des intervenants. Elle a été consacrée à la discussion de l'introduction d'un hypothétique péage urbain* dans une ville suisse avec comme objectif de réfléchir aux différents enjeux posés lors de la mise en œuvre d'une politique de transport. Afin de faciliter la communication et l'analyse des discussions, les différentes séances ont été enregistrées.

Cette démarche de travail a été inspirée par la méthode d'intervention sociologique développée sur la base des travaux du sociologue Alain Touraine (COUSIN et RUI, 2011). À travers cette méthode, les différents acteurs « sont invités à entreprendre un travail de réflexion, voire d'introspection, qui place en son centre l'analyse de la manière dont ils lisent et interprètent le monde social et qui interroge leur capacité à agir et à intervenir sur ce monde » (COUSIN et RUI, 2011). Suivant cette méthodologie, les auteurs de ce livre se sont distribués différents rôles lors des discussions. Certains parmi nous ont adopté le rôle d'interprète aidant les participants à analyser leurs actions et facilitant ainsi leur témoignage. D'autres ont agi comme analystes, en pointant, par exemple, les contradictions et les tensions des analyses effectuées par les participants. Enfin, certains ont effectué un travail de prise de notes.

11.3 De combien d'acteurs faut-il tenir compte ?

En organisant cette rencontre, entre élus, experts et chercheurs, nous avons fait l'hypothèse qu'ils étaient les acteurs clés de la gouvernance de la mobilité. Or ce triptyque d'acteurs (fig. 11.1a) a été remis en question lors de la rencontre. Pour les experts, les hauts fonctionnaires de l'administration, bien que souvent négligés, sont également des acteurs centraux qui influent grandement sur la prise de décision. Dès lors, un nouveau triptyque a été proposé, composé des élus, des experts et des hauts fonctionnaires (fig. 11.1b). Toujours d'après les experts, ce triptyque peut parfois même être simplifié, puisqu'il arrive que les hauts fonctionnaires adoptent à l'intérieur de l'administration le rôle d'expert. Les élus, quant à eux, envisagent une intervention à deux niveaux organisée entre eux-mêmes et un conglomérat de spécialistes (experts-techniciens-chercheurs). À leurs yeux, les chercheurs sont donc plus ou moins assimilés aux experts. Par ailleurs, lors des discussions, la société civile, sous toutes ses formes, est apparue comme un acteur implicitement important. Un triptyque différent semble alors émerger (fig. 11.1c).

Sur la base de ces triptyques, nous proposons de retenir cinq types d'acteurs pour la suite de ce chapitre : les élus, les experts, les chercheurs, les hauts fonctionnaires et la société civile. Cette distinction, bien qu'évidemment simplificatrice, s'est avérée très utile pour analyser l'élaboration des politiques publiques dans différents domaines (HASSENTEUFEL, 2011). En matière de politiques de transport, de nombreux travaux se sont intéressés à la participation du public (entre autres OLLIVIER-TRIGALO, 2000 ; RUI, OLLIVIER-TRIGALO et FOURNIAU, 2001 ; WACHS, 2004), au rôle de l'expertise (LOLIVE, 1999 ; PRIEMUS, FLYVBJERG et VAN WEE, 2008 ; DEBIZET, 2010) ou au poids du politique (OFFNER, 2001).

Ces analyses mettent en lumière les différents intérêts et logiques d'action qui entourent les enjeux de mobilité. Au travers des témoignages recueillis lors des discussions avec les acteurs politiques et les experts, nous procédons à l'analyse du rôle de chacun des acteurs susmentionnés.

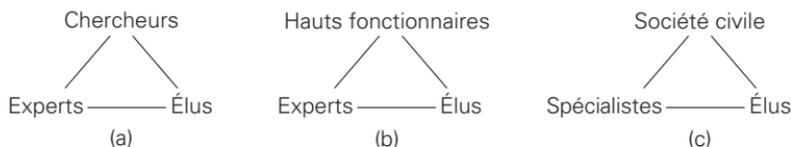


Fig. 11.1 Trois triptyques.

11.4 Élus politiques

Les élus, en raison de leur pouvoir de décision sont des acteurs clés pour l'élaboration des politiques de mobilité. Un élu est une personne qui, sur la base d'une élection démocratique directe ou indirecte, occupe une position de décideur au sein d'une institution. Il définit, entre autres, l'allocation des investissements en infrastructures, les mesures de régulation ou d'incitation ainsi que les campagnes d'information et de prévention.

Une première différence fondamentale peut être établie en fonction du niveau d'intervention des élus. Au niveau du pouvoir exécutif (gouvernement), les élus définissent les priorités en matière de mobilité en proposant des mesures précises. Les élus situés au niveau législatif (parlement) contribuent, quant à eux, à définir un cadre de régulation général en matière de mobilité et de transport. Dès lors, nos interlocuteurs considèrent que les idéologies sont plus susceptibles d'impacter les décisions au niveau législatif, tandis que le pouvoir exécutif se caractériserait par une approche plus pragmatique.

Au-delà de cette première distinction, trois différentes visions du rôle de l' élu ont pu être identifiées lors de nos discussions : l' élu comme « décideur », comme « médiateur » et comme « visionnaire ». Ces rôles ne sont pas mutuellement exclusifs. Au contraire, ils permettent de visualiser la complexité des tâches assumées par les élus.

L' élu comme décideur

L' élu est traditionnellement considéré comme un décideur. Les élus ayant participé à nos discussions mettent en avant, eux aussi, leur pouvoir de décision. Les accords atteints ou les solutions finalement adoptées dépendent souvent en dernière instance de leur capacité de décision.

Pourtant, leur pouvoir de décision est loin d'être absolu. Lors de nos discussions, certaines contraintes limitant leur fonction ont été identifiées. Tout d' abord, il existe de très nettes contraintes liées à la temporalité des projets. L' élu doit agir dans un temps limité (un mandat ou une législature), alors que la plupart des politiques et projets de mobilité se mettent en place sur plusieurs années voire sur plusieurs décennies. C' est notamment le cas des projets d' infrastructures qui nécessitent souvent une longue période de réflexion et de discussion avant d' être réalisés. Un élu peut ainsi intervenir lors d' une phase spécifique du projet, mais il est plutôt rare qu' il puisse être présent tout au long du processus décisionnel. Par ailleurs, les calculs électoraux liés à la temporalité politique peuvent conditionner les décisions des élus, comme nous le verrons dans la partie sur la société civile. Un deuxième élément limitant le pouvoir de décision des élus est la fragmentation institutionnelle. Cette fragmentation peut être verticale, par exemple lorsque différents échelons sont impliqués dans une décision (commune, canton, confédération) mais elle peut aussi être horizontale, par exemple lorsque le périmètre d' action pour

mettre en œuvre une politique dépasse le périmètre institutionnel à l'intérieur duquel les décisions sont prises. Cela est très fréquent dans le domaine de la mobilité. La réalisation d'un réseau de métro, par exemple, implique souvent différentes communes et institutions. Dès lors, les élus des différentes institutions sont obligés de négocier et d'entrer en concertation. L'idée d'un élu politique tout-puissant n'est pas envisageable dans cette situation.

Les experts ayant participé à notre atelier considèrent ainsi que les élus ne sont pas toujours en mesure de définir clairement des objectifs à atteindre. Ils estiment donc que le rôle des élus comme décideur est parfois secondaire. À cet égard, les transitions entre élus (même lorsque ceux-ci appartiennent à des partis différents) ne leur semblent finalement pas déterminantes pour l'avancement des projets. Au contraire des hauts fonctionnaires, dont la présence est plus soutenue sur le long terme.

L'élus comme médiateur

Les élus politiques apparaissent également comme des médiateurs entre différents acteurs. À l'instar de traducteurs, les élus doivent maîtriser différents langages afin de pouvoir traduire et vulgariser la complexité des enjeux techniques auprès du grand public. Selon nos interlocuteurs, les commissions parlementaires sont des lieux où les élus peuvent exercer de la façon la plus évidente ce rôle de médiateur. Dans ces commissions, les élus se familiarisent avec les connaissances techniques grâce à la participation et à l'intervention des experts. Les élus politiques seraient ainsi les mieux placés pour tisser les liens entre analyses techniques et priorités politiques.

Les élus peuvent également agir comme médiateurs entre différentes visions politiques. Pour nos interlocuteurs, les compromis atteints entre différentes visions ne sont pas (toujours) regrettables. Au contraire, certains compromis « dynamiques »

permettraient d'augmenter les bénéfices d'une politique pour l'ensemble des acteurs impliqués. Ces compromis « dynamiques » peuvent prendre des formes variées : dans certains cas, les projets sont découpés en phases afin de faire avancer les dossiers en fonction des priorités ; dans d'autres cas, la contrainte amène à penser des solutions inventives et économiques ; parfois, également, il s'agit de trouver de nouveaux équilibres entre les éléments en tension. L'un de nos interlocuteurs citait ainsi l'exemple d'un projet de construction de route, considéré comme important pour le développement économique, mais impliquant la traversée d'un site naturel protégé et suscitant donc une vive opposition. Dans ce cas, plutôt que de risquer un échec du projet, il a été choisi de le lier directement à des compensations environnementales, et ainsi de permettre une situation « gagnant-gagnant » et l'aboutissement de deux projets (la route et les compensations environnementales), qui n'auraient eu finalement aucune chance de passer l'un sans l'autre.

La médiation peut également prendre une dernière forme lorsqu'il s'agit de trouver un équilibre entre les besoins et demandes de la population et les moyens mis à disposition. La tension entre demandes et moyens existants émerge de façon nette lorsqu'il s'agit de réaliser des projets d'infrastructures de transport. Certains sont sous-calibrés, car les élus politiques ont peur d'en faire trop. Comme l'un de nos interlocuteurs l'affirme : on reproche plus aux élus politiques d'en faire trop que de ne pas en faire assez.

L'élu comme visionnaire

Les élus peuvent également être considérés comme des visionnaires. Cela signifie qu'ils s'accordent sur une vision générale commune, permettant ensuite de discuter les mesures à mettre en œuvre. Ils cherchent ainsi à atteindre un « niveau de généralité » suffisant pour pouvoir trouver des objectifs communs et éviter

autant que possible des approches trop sectorielles, qui peuvent s'avérer très problématiques dans le domaine des transports. Cette phase est donc différente de celle où le détail des projets est discuté. Dès que le « niveau de généralité » diminue, le compromis devient en effet beaucoup plus difficile. Ce rôle de visionnaire est notamment le rôle des élus au sein des enceintes parlementaires, puisqu'ils sont chargés de « régler des curseurs ». Ayant pour la grande majorité une activité professionnelle en dehors du parlement, ils peuvent difficilement entrer plus dans le détail des projets et connaître tous les tenants et aboutissants d'une problématique. C'est pourquoi, l'élu politique au niveau législatif doit proposer les grandes orientations et priorités de façon générale.

Les experts sont régulièrement sollicités pour aider à la définition de ces objectifs communs et définir ce qui est souhaitable. Cependant, si l'avis des experts ne correspond pas à la vision politique des élus, il y a peu de chances pour que ces derniers changent d'avis. Un certain dogmatisme peut donc intervenir dans la prise de décision.

11.5 Experts

Le rôle des experts (parfois aussi appelés techniciens par les élus rencontrés) est a priori très clair. Les experts sont ceux qui interviennent dans la résolution d'un problème public en mobilisant des connaissances dites « techniques ». Dans cette optique, ils cherchent à avoir une vision du futur, notamment en prenant en compte les différents scénarios d'évolution démographique, la transformation des enjeux de la mobilité ainsi que l'obsolescence plus ou moins probable des outils techniques. Ils cherchent également à s'extraire des contingences politiques et se refusent ainsi à anticiper la réception d'un projet par la société civile, par exemple.

Les experts peuvent intervenir à des niveaux très différents, depuis la planification de principe jusqu'à la réalisation de projets en passant par les études de faisabilité, mais dans tous les cas, ils répondent à une commande. Ils ont ainsi une vision plutôt humble de leur travail, mettant en lumière le fait que leur pouvoir de décision est circonscrit par la commande passée, et rappelant également que certaines innovations techniques, telles que le catalyseur, ont fait bien plus pour les problèmes de pollution que toutes les études et projets qu'ils ont pu développer. Pour eux, le pouvoir au sein du processus de décision reviendrait donc à ceux qui formulent le problème et la commande, c'est-à-dire aux hauts fonctionnaires et aux élus, auxquels ils reprochent d'ailleurs leur tendance à ne pas définir d'objectifs suffisamment précis et clairs pour offrir une base solide aux projets.

Cependant, appréhender le rôle des experts à la lumière du discours des élus amène à nuancer cette vision dépolitisée de leur travail. Il semble en effet difficile de dessiner une ligne si nette entre ce qui relève de la technique et ce qui relève du politique et il convient d'envisager le rôle de l'expert comme un rôle, certes technique, mais qui ne saurait être totalement détaché du milieu hautement politisé dans lequel il intervient. Ainsi, comme évoqué plus haut, il existe à certaines étapes de la décision politique des commissions d'experts, qui donnent à ceux-ci l'occasion de se faire entendre en amont de la formulation de la commande, et au sein desquelles les experts donnent parfois des avis contradictoires, mettant en cause la vision de l'expertise technique comme science totalement neutre.

De manière plus large, le rôle des experts est pour les élus politiques un rôle très valorisé, et ils attendent souvent d'eux des réponses et des arguments à même de dépasser les contingences politiques. Même s'ils estiment ne pas toujours être capables de donner à cette parole experte sa juste valeur, notamment en raison des différences de langage qui induisent

un effort de traduction ou de médiation (du langage scientifique vers le langage politique), ils mettent en avant des exemples où une solution a été adoptée car la parole des experts a primé.

L'analyse d'auteurs comme Crozier et Friedberg tend à confirmer cette approche nuancée du pouvoir de l'expert, et permet d'expliquer cette ambiguïté. Ils décrivent en effet l'« expertise » (au sens de « maîtrise d'une compétence particulière ») comme l'une des quatre grandes sources de pouvoir (au même titre que les relations, la maîtrise de la communication et de l'information, et l'utilisation des règles). Ainsi, l'expertise, « du moment que de son intervention dépend la bonne marche d'une activité, d'un secteur, d'une fonction très importante », est source de pouvoir, dans la mesure où elle rend un individu difficilement remplaçable. Même si « peu de personnes dans une société complexe comme la nôtre, sont vraiment les seuls capables de résoudre un problème dans un ensemble donné », « énormément de personnes ont un monopole de fait parce qu'il est trop difficile ou trop coûteux de les remplacer » (CROZIER et FRIEDBERG, 1977). Cette analyse permet ainsi d'envisager le pouvoir de l'expert dans la gouvernance de la mobilité comme relatif et susceptible d'évoluer en fonction des phases du projet. On peut par conséquent supposer que, si au moment des commissions d'expert ou des appels à projet le pouvoir de décision de l'expert est assez faible, ce pouvoir augmente lorsqu'un bureau d'études est choisi et devient responsable d'un projet, puisque l'expert se trouve alors en situation de « monopole de fait ».

11.6 Chercheurs

Les chercheurs sont ceux dont le travail consiste à faire de la recherche scientifique, que ce soit au sein de hautes écoles, ou au sein d'institutions spécialisées. Dans le domaine de la mobilité, se

côtoient des chercheurs en sciences techniques et des chercheurs en sciences sociales, qui produisent des travaux différents mais complémentaires, que le présent ouvrage cherche à faire dialoguer.

Le rôle des chercheurs n'a pas été largement abordé dans nos discussions. En effet, les élus politiques ne font pas de distinction nette entre experts et chercheurs travaillant dans le monde académique. Les deux types d'acteurs sont à leurs yeux globalement équivalents. Pourtant, certaines différences semblent pouvoir être identifiées. Certains élus politiques reconnaissent mobiliser tant l'expertise technique que la littérature scientifique pour justifier et expliquer des choix politiques au grand public.

La différence entre sciences techniques et sciences comportementales en matière de mobilité a également émergé lors des discussions. La contribution technique du monde académique permettrait d'optimiser les projets envisagés alors que la contribution de l'approche comportementale concernant notamment les sciences sociales permettrait d'alimenter les débats parlementaires visant une stratégie à long terme.

Les experts rejoignent les élus politiques sur l'idée que le travail des experts et des chercheurs est parfois très similaire. Pourtant, ils considèrent que le statut de chercheur se situe en quelque sorte plus loin des contingences politiques. Notre expérience du travail dans le domaine de la mobilité montre que les chercheurs sont notamment sollicités en cas de situation de crise ou de changement de paradigme. Lorsqu'une stratégie en matière de mobilité atteint ses limites, il est possible que les perspectives et les solutions élaborées au sein du monde académique soient récupérées par les décideurs politiques. Les chercheurs en sciences politiques utilisent le terme de fenêtre d'opportunité politique pour faire référence à ces situations d'incertitudes qui permettent l'émergence des nouvelles recettes de politiques publiques (KINGDON, 1984).

Une étude sur la politique de la grande vitesse en Espagne montre par exemple que suite à l'arrivée de la crise économique à la fin des années 2000, les chercheurs académiques, critiques vis-à-vis de la politique ferroviaire du gouvernement, ont été sollicités afin de réfléchir à une orientation alternative (AUDIKANA, 2012). De même, face à une situation de controverse concernant la régulation du réseau de tramway de Genève, des chercheurs ont été sollicités pour mener une expertise alternative à la solution proposée par les experts et les élus (AUDIKANA, KAUFMANN et MESSER, 2016). Dans ces situations, le chercheur académique apparaît ainsi comme un expert avec une légitimité particulière pour débloquer des situations de crise et de conflit.

11.7 Hauts fonctionnaires

Les hauts fonctionnaires, comme expliqué plus haut, ne faisaient pas partie de notre triptyque de départ et n'étaient donc pas présents parmi les acteurs que nous avons rencontrés. Or, d'après les experts, leur rôle dans la gouvernance de la mobilité est important. Ils sont en quelque sorte le lien entre le politique et le technique puisque ce sont eux qui formulent les demandes sous forme d'appels à projets auxquels les experts répondent. Il arrive même parfois que les projets soient réalisés à l'interne, par les fonctionnaires eux-mêmes, sans que les experts ne soient sollicités. Dans ce cas, les fonctionnaires, au-delà de formuler le problème, formulent aussi la solution. La principale différence entre les fonctionnaires et les élus tient au fait que ces derniers sont engagés dans la compétition électorale (HASSENTEUFEL, 2011).

D'après les experts, l'importance du rôle des fonctionnaires peut être perçue lorsque ceux-ci changent. La Suisse présente en effet une particularité dans ce domaine, puisque les hauts

fonctionnaires restent en place lors des transitions entre élus et garantissent donc une certaine continuité. Mais lorsque les fonctionnaires eux-mêmes sont remplacés, il peut y avoir, d'après les experts, des périodes difficiles où les projets prennent du retard. Parce que leur travail est sectoriel, les fonctionnaires développent un savoir et des compétences dans un domaine spécifique, contrairement aux élus pour qui il est impossible d'être expert de tous les domaines. C'est aussi pour cela que le rôle des fonctionnaires semble central. Bien que les élus aient finalement assez peu parlé des fonctionnaires dans le cadre de notre rencontre, on comprend au travers de leur discours qu'ils sont pour eux des interlocuteurs centraux, notamment parce qu'ils connaissent et comprennent les problèmes et les enjeux.

Si l'on revient à l'analyse de CROZIER et FRIEDBERG (1977) quant aux différentes formes de pouvoir, le rôle des fonctionnaires peut être lu comme étant à la croisée de plusieurs sources de pouvoir. D'une part, comme évoqué ci-dessus, ils disposent eux aussi d'une forme d'expertise. D'autre part ils sont parties prenantes dans « plusieurs systèmes d'action en relation les uns avec les autres et [peuvent], de ce fait, jouer le rôle indispensable d'intermédiaire et d'interprète entre des logiques d'action différentes voire contradictoires » (CROZIER et FRIEDBERG, 1977) (par exemple entre les experts et les élus). Enfin, ils disposent, sans doute mieux que tous les autres acteurs cités ici, de la connaissance des règles. Grâce à ces différentes formes de pouvoir, les fonctionnaires auraient donc la capacité d'influencer la gouvernance de la mobilité.

11.8 Société civile

La société civile était présente de manière sous-jacente au cours de nos discussions avec les élus et les experts. Le terme de société civile est généralement employé pour désigner « l'ensemble des

institutions (famille, entreprise, association, etc.) où les individus poursuivent des intérêts communs sans interférence de l'État» (RANGEON, 1986). La société civile a donc une dimension politique, et les différents acteurs qui la composent interviennent de manière plus ou moins directe dans la prise de décision. Dans certains cas, leur intervention est passive dans la mesure où c'est leur simple présence qui influe sur la perception et l'action des décideurs. Dans d'autres cas, la mobilisation de ces acteurs mène à une participation plus directe dans la prise de décision. La société civile peut donc prendre part à la gouvernance de la mobilité de nombreuses manières. Nous ne pourrions aborder toutes ces formes d'interventions ici et nous nous concentrerons donc sur les plus emblématiques.

De manière générale, la société civile intervient dans la gouvernance de la mobilité à la fois grâce au système de démocratie représentative et grâce à celui de la démocratie participative. En Suisse, en raison du système de démocratie directe, le rôle de la société civile dans la prise de décision sur les problématiques de mobilité est particulièrement important. Deux principaux instruments de démocratie directe existent en Suisse: le référendum et l'initiative populaire (KRIESI et TRECHSEL, 2008). Le référendum intervient à la fin du processus de décision et offre la possibilité aux citoyens de bloquer une politique. L'initiative populaire, à l'inverse, émerge au début du processus de décision et permet aux différents acteurs publics de mettre des nouveaux enjeux à l'agenda politique.

Dans ce contexte, le système politique suisse fait de la société civile un acteur de la planification à part entière. L'accord du public est constamment recherché par les autorités et son avis est souvent anticipé pour s'assurer qu'un projet sera accepté. Nos interlocuteurs signalent qu'un projet peut être substantiellement transformé de manière préalable afin qu'il soit accepté en référendum par exemple. Cette situation génère des tensions

entre les différentes temporalités de l'action publique: il peut arriver que le décideur qui lance un projet ne soit pas celui qui récolte les honneurs lors de sa mise en œuvre. Par ailleurs, alors que les projets de mobilité sont en général envisagés pour les générations futures, le pouvoir de décision reste dans les mains de la société civile actuelle.

Lors de nos discussions, le pouvoir d'influence du public sur la prévision budgétaire des différents projets de mobilité est apparu très important. En effet, d'après nos interlocuteurs, la peur de voter le budget d'un projet mène parfois à des situations paradoxales, par exemple en ce qui concerne les « mesures d'accompagnement », c'est-à-dire, des mesures de relative-ment faible ampleur qui accompagnent et donnent sens à un projet plus important. Ainsi, l'un des acteurs rencontrés citait l'exemple d'un projet d'axe de contournement routier, dont l'utilité dépendait des mesures d'accompagnement qui consistaient en l'occurrence en de petits aménagements pour limiter le trafic dans le centre-ville. Alors que ces mesures d'accompagnement étaient celles qui donnaient un sens au projet, le faible investissement supplémentaire qu'elles représentaient a amené les décideurs à les laisser de côté dans l'estimation du budget, notamment par peur d'une opposition. Cela a abouti à une situation quelque peu absurde, où l'axe de contournement a été construit, sans vraiment permettre une diminution du trafic en centre-ville.

La société civile peut également émerger dans la gouvernance de la mobilité sous la forme d'associations ou lobbies, et intervenir très directement dans la prise de décision, amenant parfois les décideurs à suivre de façon peu transparente les intérêts de ces organisations.

Finalement, certains de nos interlocuteurs ont évoqué le rôle des procédures de concertation afin de trouver des consensus entre les décideurs et la société civile. Dans ce cadre, les instances

de discussion entre décideurs, experts et associations (CALLON, LASCOUMES et BARTHE, 2001) ou les débats publics (BOBBIO, 2010) permettent souvent d'atteindre des protocoles d'accord, c'est-à-dire des accords sur un ou plusieurs points précis qui peuvent ensuite servir de base à un projet. Pourtant, comme certains de nos interlocuteurs le signalent, ces protocoles d'accord sont parfois remis en cause et les situations de conflit peuvent à nouveau émerger, remettant en cause de manière durable la confiance qui s'était instaurée entre les acteurs.

11.9 Un processus collectif inscrit dans un contexte spécifique

Ce chapitre a cherché à mettre en lumière la manière dont est gérée et gouvernée la mobilité, en s'appuyant sur l'exemple de la Suisse. Le rôle des différents acteurs intervenant de manière plus ou moins directe dans la prise de décision a été présenté et expliqué. La gouvernance de la mobilité apparaît comme un phénomène complexe, à la fois en raison de la multiplicité d'acteurs impliqués, du chevauchement de différentes temporalités et de la spécificité de chaque contexte. C'est sur ces trois points que nous reviendrons afin de conclure ce chapitre.

La planification comme œuvre collective

Il est de plus en plus évident que les décisions en matière de mobilité sont partagées par une multiplicité d'acteurs. Face à l'image du grand planificateur qui aurait pu exister dans le passé, le contexte actuel semble caractérisé par un planificateur collectif, composé de différents acteurs. Lors de nos discussions, les élus et les experts s'accordent sur le fait que les décisions finalement adoptées sont le résultat de négociations et de compromis.

Dans ce processus de collaboration et d'interaction, certains clivages ont pu être identifiés. En effet, au-delà de l'habituel clivage idéologique gauche-droite, les discussions concernant le poids de la connaissance technique dans les solutions finalement adoptées ainsi que le rôle de la participation dans la prise de décision apparaissent importantes. Il est évident que la connaissance technique fournie par les experts, les chercheurs et les hauts fonctionnaires joue un rôle important en matière de mobilité. Les villes et les territoires que nous connaissons ont été très largement façonnés par les analyses techniques et indications élaborées par ces acteurs. Pourtant, ces mêmes acteurs semblent exiger de la part des élus politiques des objectifs et des stratégies à long terme afin de mieux dessiner les instruments de régulation de la mobilité de l'avenir. Dès lors, pour que la connaissance technique en matière de mobilité puisse intervenir de façon efficace, la définition d'un cadre politique général apparaît comme nécessaire.

À travers son rôle de visionnaire, l'élu semble être en position de produire ce cadre général. Pourtant, ce rôle de visionnaire entre probablement en tension avec son rôle de décideur et de médiateur. La nécessité de prendre des décisions à court terme et d'agir comme médiateur entre différents intérêts en conflit limite le temps et la capacité pour agir comme visionnaire. C'est probablement le rôle de l'élu qui a le plus profondément changé au cours des dernières décennies en raison de l'émergence d'un planificateur collectif. Si, dans la pratique, les hauts fonctionnaires paraissent avoir adopté en partie le rôle de visionnaires, leur légitimité ne semble cependant pas complètement établie, que ce soit auprès des experts, des chercheurs ou de la société civile.

Cela nous mène au deuxième clivage concernant le niveau de participation dans la prise de décision. Avec l'émergence d'un planificateur collectif, il est de plus en plus difficile d'envisager un système de prise de décision centralisé. Comme nous l'avons

constaté, le rôle de la société civile, sous ses différentes formes, en matière de mobilité est de plus en plus important. Sa capacité à influencer sur la prise de décision semble élargie avec la multiplication des médias et des réseaux sociaux. En Suisse, la combinaison de ces nouveaux instruments avec le système de démocratie directe, fait de la société civile un acteur central de la prise de décision. Malgré les instruments de concertation mis en œuvre, la question de la participation de la société civile dans la prise de décision ne semble pas complètement résolue. Nous avons constaté que la mobilisation de la société civile risque parfois de bloquer la mise en œuvre d'un projet ou de le dénaturer. Le renforcement d'associations et d'organisations stables agissant comme médiateurs entre décideurs et société civile pourrait assurer la participation tout en garantissant l'avancement des projets.

La planification comme processus

La dimension temporelle du processus de planification a été soulevée à plusieurs reprises lors de nos discussions. Plus précisément, trois éléments ont été mis en avant. Tout d'abord, la nécessité de contextualiser la prise de décision. Certains choix faits à un moment donné en matière de mobilité s'avèrent difficiles à justifier à un autre moment. Dans le contexte de l'Arc lémanique, par exemple, il a été très difficile de prévoir l'évolution de la mobilité au cours de ces dernières années. Ainsi certains projets de mobilité mis en œuvre ont été en partie dépassés. L'obsolescence des outils techniques a été également évoquée. Au contraire, certaines innovations introduites dans le passé apparaissent de nos jours comme des mesures routinières. C'est le cas des zones 30 km/h visant l'apaisement du trafic. Dès lors, il est nécessaire, d'un point de vue pratique et analytique, de savoir adapter les solutions envisagées au contexte temporel de leur mise en œuvre.

Deuxièmement, une tension est clairement apparue entre la volonté de prévoir sur le long terme et l'exigence d'agir sur le court terme. Cette tension est notamment incarnée dans la figure de l'élu qui est poussé à prendre des décisions permettant de renouveler son mandat lors des prochaines élections. Dans la plupart des cas, la mise en œuvre des politiques de mobilité a des effets à long terme, alors que la temporalité électorale exige des résultats valorisables plus rapidement. D'après nos interlocuteurs, la continuité temporelle des politiques de mobilité semble mieux incarnée par les hauts fonctionnaires qui restent en place au-delà des éventuels changements politiques.

Troisièmement, la planification en matière de mobilité doit être conçue comme un processus englobant différentes phases. Ces phases sont loin d'être hermétiquement segmentées, mais elles incluent la définition d'un problème, la prise de décision, la mise en œuvre d'une politique et l'évaluation. L'intervention des différents acteurs identifiés varie en fonction de l'étape de planification. L'implication des élus et de la société civile peut être très importante lors de la phase décisionnelle, tandis que les experts et les chercheurs seront sollicités plus fréquemment lors de la phase de définition du problème ou de l'évaluation. Les hauts fonctionnaires, quant à eux, sont probablement les mieux placés pour surveiller le processus de mise en œuvre des projets.

La planification comme adaptation

Un troisième élément ressort en filigrane de notre atelier : l'importance des transferts de politiques de mobilité. Les différents acteurs semblent de plus en plus intéressés par les solutions appliquées dans d'autres villes et pays, avec l'idée d'adapter les mêmes recettes localement. Les chercheurs jouent sans aucun doute un rôle important dans ces transferts à travers les études de cas et les recherches comparatives. Le travail scientifique peut

en ce sens fournir des connaissances utiles sur les expériences étrangères et éventuellement sur la manière dont elles peuvent être mobilisées dans le contexte local. Par ailleurs, les élus ainsi que la société civile sont, eux aussi, de plus en plus confrontés aux différentes solutions expérimentées à travers le monde, ce qui permet de développer de nouvelles exigences et de nouveaux objectifs.

Si la connaissance des solutions de mobilité adoptées dans d'autres contextes est utile, nos interlocuteurs mettent l'accent sur les risques d'une reproduction exacte de ces dernières. Chaque contexte est différent d'un point de vue spatial et institutionnel, mais aussi politique et culturel. Les bonnes pratiques mises en œuvre par certaines localités peuvent s'avérer moins pertinentes lorsqu'elles sont répliquées dans un autre contexte. La quête d'expériences effectuées dans des contextes tiers ne doit ainsi pas faire oublier que c'est aux acteurs agissant localement de décider de manière collective la façon dont les différents enjeux de mobilité doivent être gouvernés.

12 Pour une approche globale, informée et interdisciplinaire de la mobilité

Michel Bierlaire, Vincent Kaufmann et Patrick Rérat

Notre livre avait pour ambition de présenter des savoirs issus de la recherche et potentiellement utiles pour l'action sur la mobilité quotidienne. Dans cette perspective, il s'est employé à faire dialoguer l'état de l'art en sciences sociales et en sciences de l'ingénieur. Il a ainsi abordé un certain nombre de questions vives relatives à la gestion de la mobilité et articulées autour de trois variables fondamentales que sont le temps, le coût et le territoire.

En termes de temps ont été discutés les effets de nouvelles infrastructures de transport, la vitesse de déplacement comme outil de gestion de la mobilité ainsi que la valeur accordée par les individus à leur temps de trajet. En termes de coûts ont été abordés les conséquences de l'instauration d'un péage urbain, les effets de la disponibilité de places de stationnement sur le recours à l'automobile ainsi que les impacts des différents usages partagés de la voiture sur le taux de motorisation. En termes de territoire ont été présentés les potentiels et limites du télétravail, l'influence de la densité sur les pratiques de mobilité ainsi que la manière dont le choix résidentiel tient compte des déplacements pendulaires.

Dans un dernier chapitre, notre ouvrage s'est penché sur l'usage de tels savoirs par les pouvoirs publics lorsqu'ils sont amenés à faire des choix politiques en matière de mobilité dans un contexte marqué par une multitude d'acteurs aux attentes et visions parfois contradictoires.

Tout au long du livre, nous avons cherché à restituer des recherches récentes et à mettre en évidence les points sur lesquels il existe un large consensus et ceux pour lesquels, au contraire, une controverse scientifique existe. L'objectif général de cette démarche était de mettre en évidence la richesse des apports de la recherche et leur fréquente proximité par rapport à l'action afin de démontrer les possibilités d'application de ces savoirs dans des projets réels.

Il serait fastidieux de reprendre ici l'ensemble des apports de ces différents chapitres pour en effectuer une synthèse. Plus modestement, nous aimerions conclure en pointant trois aspects qui nous semblent essentiels. Ces trois constats renvoient à la fécondité d'un triple mariage dans le domaine de la mobilité : celui des sciences de l'ingénieur et des sciences sociales, celui de la recherche et du projet de transport et enfin celui de l'approche scientifique et de la décision politique.

1. **Le métissage entre les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales sur les questions de mobilité présente un grand potentiel d'innovation.** Dans de nombreux champs de la recherche scientifique, l'interdisciplinarité fait encore souvent figure de parent pauvre. C'est notamment le cas entre les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales dans l'analyse de la mobilité. Si les premières se caractérisent par des savoirs très pointus et articulés dans le domaine de la mesure des phénomènes, de leur modélisation et de leur prédiction, les sciences sociales ont développé quant à elles des outils de compréhension des phénomènes de mobilité permettant d'ouvrir la « boîte noire » de l'intentionnalité de l'action humaine et d'en identifier les ressorts. Mettre en commun ces deux ordres de connaissances à travers des protocoles de recherches utilisant des méthodes mixtes – c'est-à-dire qui articulent les deux approches afin de tirer parti de leurs

avantages respectifs – permet des avancées scientifiques inédites et donc l'identification de solutions nouvelles aux problèmes de mobilités.

2. **La mobilisation des savoirs de la recherche dans le cadre d'études opérationnelles et concrètes permet d'imaginer des solutions innovantes.** La recherche avance vite et la transmission de ces savoirs nouveaux dans le monde professionnel des bureaux d'études prend souvent du temps. L'idée de notre livre était précisément de raccourcir ce passage en se saisissant de questions concrètes et pragmatiques, et en puisant dans les développements les plus récents de la recherche. Mais au-delà de notre livre, cet exercice montre qu'un dialogue plus étroit entre l'univers de la recherche et celui des bureaux d'ingénieurs et d'urbanisme recèle un grand potentiel pour alimenter les réflexions théoriques et opérationnelles ainsi que pour élaborer des solutions innovantes aux problèmes de mobilité quotidienne. De nouveaux partenariats sont certainement à développer dans ce domaine.
3. **Les décideurs politiques de la mobilité gagnent à s'adosser aux connaissances issues de la recherche pour prendre des décisions.** Le chapitre consacré à la prise de décision politique et au poids de la recherche et de l'expertise dans cette dernière a montré à quel point les solutions techniques n'ont de chances d'être réalisées que si elles entrent en résonance avec les visions des acteurs participant à la prise de décision. Les élus politiques, les administrations publiques, les bureaux d'études et la société civile sont en effet apparus au fil de notre analyse comme autant d'acteurs centraux dans la prise de décision en matière de politique de la mobilité. Mais dans l'atelier de débat organisé, il est aussi apparu que du politique se cache dans les choix techniques dans le domaine

de la mobilité et à l'inverse, que les choix politiques, pour ne pas rester des utopies, doivent s'adosser à des savoirs scientifiques, tout particulièrement en ce qui concerne les comportements de déplacements et les facteurs qui les expliquent. Pour prendre des décisions permettant d'atteindre les objectifs souhaités, fixés voire négociés, il est essentiel que la sphère du politique, qu'il s'agisse des élus ou de l'administration publique, travaille étroitement avec le monde de la recherche et celui des bureaux d'études, tous deux porteurs d'un pouvoir de traduction des enjeux politiques en solutions techniques. Il s'agit ni plus ni moins d'activer les bons leviers et de se donner les moyens de mener une action publique qui ait de véritables effets sur le terrain.

Cet ouvrage et les différentes contributions qu'il réunit n'ont de loin pas abordé la gamme complète des problématiques liées à la mobilité quotidienne. Ils ont néanmoins révélé une partie de la complexité de ce phénomène, complexité qui se retrouve dans la multitude de ses manifestations, de ses mécanismes et de ses enjeux. Les réponses à apporter n'en sont pas moins complexes. L'approche adoptée dans cet ouvrage – une approche critique informée théoriquement et empiriquement – ainsi que les propositions avancées dans la conclusion – le triple rapprochement entre sciences de l'ingénieur et sciences sociales, entre recherche et projet, entre recherche et décision politique – ouvrent la voie, nous l'espérons, à des pistes de réflexion et d'action prometteuses.

Bibliographie

- 6T-BUREAU DE RECHERCHE. (2013). *Enquête nationale sur l'autopartage. L'autopartage comme déclencheur d'une mobilité alternative à la voiture particulière. Rapport Final de Recherche*. Paris.
- 6T-BUREAU DE RECHERCHE. (2014). *Comment les comportements de mobilité des Autolibeurs évoluent-ils avec le temps?* Rapport d'étude, Paris. <http://6t.fr/evolution-autolib>.
- ADEME – 6T-BUREAU DE RECHERCHE. (2014). *Enquête sur l'autopartage en trace directe – Rapport final*. ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- ADEME. (2015). *Leviers d'actions pour favoriser le covoiturage de courte distance, évaluation de l'impact sur les polluants atmosphériques et le CO₂ – Enquête auprès des utilisateurs des aires de covoiturage – Étude réalisée par INDIGGO*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- ADEME – 6T-BUREAU DE RECHERCHE. (2015). *Enquête auprès des utilisateurs du covoiturage longue distance – Rapport final*. ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- AGUILÉRA, A., LETHIAIS, V., PROULHAC, L. et RALLET, A. (2016). Le télétravail, un objet sans désir? *Revue d'économie régionale et urbaine*, 1(1), 245-264.
- ALPTRANSIT GOTTHARD SA. (2015). *Chronologie d'un ouvrage du siècle. Principales étapes de l'histoire de sa construction jusqu'à 2010*.
- AMAR, G. (1993). Pour une écologie urbaine des transports. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 59-60.
- ARCHER, J. (2008). *The Impact of Lowered Speed Limits in Urban and Metropolitan Areas*. Clayton, Vic.: Monash University Accident Research Centre.

- ASSOCIATION DES SOCIÉTÉS FRANÇAISES D'AUTOROUTES. (2015). Autoroutes: les principaux tarifs de l'autoroute. <http://www.autoroutes.fr/fr/les-principaux-tarifs.htm>
- AUDIKANA, A. (2012). *La politisation de la grande vitesse espagnole (1986-2011): construction d'un mythe, production d'un consensus, émergence d'une controverse*.
- AUDIKANA, A., KAUFMANN, V. et MESSER, M. A. (2016). Governing the Geneva Tram Network: Making Decisions without Making Choices. *Journal of Urban Technology*, 1-22.
- AUTHIER, J.-Y., BONVALET, C. et LÉVY, J.-P. (2010). *Élire domicile. La construction sociale des choix résidentiels*. Lyon: Presses universitaires de Lyon.
- AXHAUSEN, K. W., DOLCI, C., FRÖHLICH, P., SCHERER, M. et CAROSIO, A. (2008). Constructing Time-Scaled Maps: Switzerland from 1950 to 2000. *Transport Reviews*, 28(3), 391-413.
- AXHAUSEN, K. W., HESS, S., KÖNIG, A., ABAY, G., BATES, J. J. et BIERLAIRE, M. (2008). Income and Distance Elasticities of Values of Travel Time Savings: New Swiss Results. *Transport Policy*, 15(3), 173-185.
- BAKER, L. (2009). Removing Roads and Traffic Lights Speeds Urban Travel. *Scientific American*, février.
- BAUELLE, G., DARRIS, G., OLLIVRO, J. et PIHAN, J. (2004). Les conséquences d'un choix résidentiel périurbain sur la mobilité: pratiques et représentations des ménages. *Cybergéo*, (287), 17.
- BELTON-CHEVALLIER, L. (2010). Mobile ICTs as Tools of Intensification of Travel Time Use? Results of Qualitative Study based on French Workers. 12th World Conference on Transport Research. Lisbon, Portugal.
- BEN-AKIVA, M. et BIERLAIRE, M. (2003). Discrete Choice Models with Applications to Departure Time and Route Choice. In R. W. HALL (Éd.), *Handbook of Transportation Science*, pp. 7-37. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- BEN-AKIVA, M. et LERMAN, S. R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press series in transportation studies. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- BEN-ELIA, E. et ETTEMA, D. (2011). Rewarding Rush-Hour Avoidance: A Study of Commuters' Travel Behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 567-582.
- BERNOULLI, D. (1954). Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. *Econometrica*, 22(1), 23-36.
- BOBBIO, L. (2010). Types of Deliberation. *Journal of Public Deliberation*, 6(2).

- BÖRJESSON, M., ELIASSON, J., HUGOSSON, M. B. et BRUNDELL-FREIJ, K. (2012). The Stockholm Congestion Charges – 5 Years on. Effects, Acceptability and Lessons learnt. *Transport Policy*, 20, 1-12.
- BOULAHBAL, M. (2001). Effet polarisant du lieu de travail sur le territoire de la vie quotidienne des actifs. *Recherche Transports Sécurité*, 73, 43-64.
- BRAESS, D. (1968). Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. *Unternehmensforschung*, 12(1), 258-268.
- BROWNSTONE, D., GHOSH, A., GOLOB, T. F., KAZIMI, C. et VAN AMELS-FORT, D. (2003). Drivers' Willingness-to-pay to reduce Travel Time: Evidence from the San Diego I-15 Congestion Pricing Project. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4), 373-387.
- BUHLER, T. (2015). *Déplacements urbains: sortir de l'orthodoxie: plaidoyer pour une prise en compte des habitudes*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- CALLON, M., LASCOURMES, P. et BARTHE, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique*. Paris: Éditions du Seuil.
- CERTU. (2007). *Le covoiturage en France et en Europe – État des Lieux et Perspectives*. Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques.
- CERTU. (2008). *L'autopartage en France et en Europe – État des lieux et perspectives*. Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques.
- CERTU ET CETE DE L'EST. (2009). Les zones de rencontre en Suisse et en Belgique.
- CETE DE LYON. (2010). *Les parcs relais urbains: étude bibliographique 2010*. CERTU. Lyon.
- CHAN, N. D. et SHAHEEN, S. A. (2012). Ridesharing in North America: Past, Present, and Future. *Transport Reviews*, 32(1), 93-112.
- COLIN, J., GAINIÉ, A., HÉBEL, P., HOIBIAN, S., MATHE, T., SIOUNANDAN, N., ... CREDOC. (2015). *Usages partagés (location, réemploi, troc et don), comme alternatives à la possession exclusive: cartographie par type de biens, de freins et sociotypes*. ADEME.
- COUR DES COMPTES. (2014). *La grande vitesse ferroviaire: un modèle porté au-delà de sa pertinence*. Entités et politiques publiques. Paris: Documentation Française.
- COUSIN, O. et RUI, S. (2011). La méthode de l'intervention sociologique: Évolutions et spécificités. *Revue française de science politique*, 61(3), 513-532.

- CROZIER, M. et FRIEDBERG, E. (1977). *L'acteur et le système*. Paris: Éditions du Seuil.
- DAHL, R. A. (2005). *Who Governs?: Democracy and Power in an American City*. Yale University Press.
- DANALET, A. et SAHALEH, A. S. (2012). *Projet de recherche sur la mobilité combinée: Rapport de l'enquête de préférences déclarées*. EPFL. Lausanne, Berne.
- DARBÈRA, R. (2001). La gestion des déplacements domicile-travail du personnel au niveau des entreprises: un point de vue économique. In *Gérer les déplacements du personnel: Un nouveau rôle pour l'entreprise* (pp. 270-284). Conférence européenne des ministres des transports. 121^e Table ronde d'économie des transports. Paris: Les éditions de l'OCDE.
- DEBIZET, G. (2010). Crise ou mutation de l'expertise en transport et mobilité? In C. GALLEZ, S. VINCENT, V. KAUFMANN et H. MAKSIM (Éds), *L'action publique face à la mobilité* (pp. 139-162). Paris: L'Harmattan.
- DENNIS, K. et URRY, J. (2009). *After the Car*. Cambridge; Malden, Mass.: Polity Press.
- DOMERGUE, M. (2012). Déménager sans trinquer. *Alternatives économiques*, 310(2), 38.
- DOYEN, E., Pochon, M. et KAUFMANN, V. (2010). Mobilité et modes de vie: l'offre CarPostal et les enchaînements d'activités. *Cahiers du Laboratoire de Sociologie Urbaine (LaSUR)*, EPFL.
- DUMAS, M. et RUIILLER, C. (2014). Le télétravail: les risques d'un outil de gestion des frontières entre vie personnelle et vie professionnelle? *Management & Avenir*, 8(74), 71-95.
- DUPUY, G. (1995). *Les territoires de l'automobile*. Paris: Anthropos.
- ECOPLAN et INFRAS. (2014). *Externe Effekte des Verkehrs 2010 – Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten*. Bundesamt für Raumentwicklung. Bern, Zürich und Altdorf.
- ELIASSON, J. (2008). Lessons from the Stockholm Congestion Charging Trial. *Transport Policy*, 15(6), 395-404.
- ELIASSON, J. (2012). *How to solve Traffic Jams*. TEDxHelvetia (EPFL).
- ELIASSON, J., HULTKRANTZ, L., NERHAGEN, L. et ROSQVIST, L. S. (2009). The Stockholm Congestion-Charging Trial 2006: Overview of Effects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 240-250.
- ELIASSON, J. et MATTSSON, L. G. (2006). Equity Effects of Congestion Pricing. Quantitative Methodology and a Case Study for Stockholm. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(7), 602-620.

- ELVIK, R. (2010). A Restatement of the Case for Speed Limits. *Transport Policy*, 17(3), 196-204.
- ELVIK, R. et VAA, T. (Éds) (2005). *The Handbook of Road Safety Measures*. Amsterdam ; San Diego, CA : Elsevier.
- EMANGARD, P.-H. (1994). Espace urbain et efficacité des réseaux de province. *Transports Urbains*, (83), 5-16.
- ERNST, M. (2003). *La flexibilité du temps de travail: entre autonomie et contraintes. Une étude de cas en Suisse*.
- EUROPEAN COMMISSION. (2015). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*. Luxembourg: Publications Office.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2008). *Success Stories within the Road Transport Sector on reducing Greenhouse Gas Emission and producing Ancillary Benefits*. Luxembourg: Publications Office.
- FLAMM, M. (2008). L'industrialisation de l'auto-partage en Suisse. *Flux*, 2(72-73), 152-160.
- FLYVBJERG, B., HOLM, M. S. et BUHL, S. (2002). Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie? *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279-295.
- FOUCHIER, V. (1995). La densification: une comparaison internationale entre politiques contrastées. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, (67), 94-108.
- FOUCHIER, V. (1997). *Les densités urbaines et le développement durable: les cas de l'Île-de-France et des villes nouvelles*. Paris: Éditions du SGVN.
- FRITH, B. (2012). *Economic Evaluation of the Impact of Safe Speeds: Literature Review* (no 505). NZ Transport Agency. Wellington, N.Z.
- GANTELET, E. (2004). *Quel lien entre les conditions de stationnement et le choix du lieu de résidence?* SARECO. Paris.
- GIARINI, O. et STAHEL, W. R. (1989). *The Limits to Certainty: Facing Risks in the new Service Economy*. Dordrecht ; Boston : Kluwer Academic.
- GREEN, A. E. (1997). A Question of Compromise? Case Study Evidence on the Location and Mobility Strategies of Dual Career Households. *Regional Studies*, 31(7), 641-657.
- GRIMAL, R. (2010). Mobilité à longue distance: plus de voyages s'effectuent en train, mais les seniors restent adeptes de la voiture. *La Revue du CGDD (Commissariat Général au Développement Durable)*, 123-150.
- HALFACREE, K. H. et RIVERA, M. J. (2012). Moving to the Countryside... and Staying: Lives beyond Representations. *Sociologia Ruralis*, 52(1), 92-114.

- HASIAK, F., MERLE, N. et VERRY, D. (2011). Parking Policies and Modal Choice: a Disaggregated Approach Applied to French Cities. European Transport Conference 2011. Glasgow.
- HASSENTEUFEL, P. (2011). *Sociologie politique: l'action publique*. Paris: Armand Colin.
- HELMINEN, V. et RISTIMÄKI, M. (2007). Relationships between Commuting Distance, Frequency and Telework in Finland. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 331-342.
- HÉRAN, F. (2014). Automobile versus bicyclette. Illich et la vitesse généralisée. In *Les Transports de la démocratie. Approche historique des enjeux politiques de mobilité* (pp. 177-191). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- HOLZER, A., VONÈCHE CARDIA, I., BENDAHAN, S., BERNE, A., BRAGAZZA, L., DANALET, A., FASOLI, A., FEIGE, J. N. N., GILLET, D., ISAAC, S., LE DUC, I., PREISSMANN, D., and TORMEY, R. (2016). Increasing the Perspectives of Engineering Undergraduates on Societal Issues through an Interdisciplinary Program. *International Journal of Engineering Education*, 32(2(A)), 1-11.
- HUBERT, J.-P. (2009). Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs. *Insee Première*, (1252).
- HUBLER, A. (2004). Un péage urbain pour financer la gratuité des tl: étude d'une solution écologique et sociale pour Lausanne.
- HUBLER, A. et KNECHT, E. (2004). Motion d'Alain Hubler et Evelyne Knecht « Un péage urbain pour financer la gratuité des tl: étude d'une solution écologique et sociale pour Lausanne », déposée le 5 octobre 2005. *Bulletin du Conseil communal de Lausanne 2004-2005*, 10, 12.
- INT PANIS, L., BECKX, C., BROEKX, S., DE VLIÉGER, I., SCHROOTEN, L., DEGRAEUWE, B. et PELKMANS, L. (2011). PM, NOx and CO₂ Emission Reductions from Speed Management Policies in Europe. *Transport Policy*, 18(1), 32-37.
- INTERFACE. (2013). *Résumé: Evaluation car sharing*. https://www.mobility.ch/file_admin/files/meta/media/media_releases/summary_evaluation_mobility_f.pdf
- JANELLE, D. G. (1986). Metropolitan Expansion and the Communications-Transportation Trade-off. *Geography of urban Transportation*, 15, 357-385.
- JANSSEN, S. T. (1991). Road Safety in Urban Districts. Final Results of Accident Studies in the Dutch Demonstration Projects of the 1970s. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 32(6), 292-296.

- JOIGNAUX, G. et VERNY, J. (2004). Le découplage entre transport de marchandises et croissance: organisations productives, localisations et demande de transport. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, décembre(5), 779.
- KARLSTRÖM, A. et FRANKLIN, J. P. (2009). Behavioral Adjustments and Equity Effects of Congestion Pricing: Analysis of Morning Commutes during the Stockholm Trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 283-296.
- KAUFMANN, V. (2002). Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux? *Recherche – Transports – Sécurité*, 75, 131-143.
- KAUFMANN, V. et GUIDEZ, J.-M. (1998). *Les citoyens face à l'automobilité: étude comparée des agglomérations de Besançon, Grenoble, Toulouse, Berne, Genève et Lausanne*. Lyon: CERTU.
- KAUFMANN, V., JEMELIN, C. et GUIDEZ, J.-M. (2001). *Automobile et modes de vie urbains: quel degré de liberté?* Transports recherche innovation. Paris: La documentation Française.
- KAUFMANN, V. et MUNAFÒ, S. (2014). *La mobilité des Genevois et des Vaudois*. EPFL Transportation Center, Observatoire Universitaire de la Mobilité UNIGE. Lausanne, Genève.
- KELLER, M. et WÜTHRICH, P. (2012). *Neuberechnung der Stauzeitkosten*. ARE.
- KENWORTHY, J. R. et LAUBE, F. B. (1999). Patterns of Automobile Dependence in Cities: an International Overview of Key Physical and Economic Dimensions with some Implications for Urban Policy. *Transportation Research Part A*, 33, 691-723.
- KINGDON, J. W. (1984). *Agendas, Alternatives, and Public Policies*. Boston: Little, Brown and Co.
- KNÖDEL, W. (1969). *Graphentheoretische Methoden und ihre Anwendungen*. Berlin: Springer.
- KOLATA, G. (1990). What if They Closed 42nd Street and Nobody Noticed? *The New York Times*, 25 décembre.
- KRIESI, H. et TRECHSEL, A. H. (2008). *The Politics of Switzerland: Continuity and Change in a Consensus Democracy*. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press.
- KROYER, H. R. (2015). Is 30 km/h a « safe » Speed? Injury Severity of Pedestrians Struck by a Vehicle and the Relation to Travel Speed and Age. *IATSS Research*, 39(1), 42-50.

- LA MUNICIPALITÉ DE LAUSANNE. (2013). *Réponse à la motion de M. Alain Hubler et Mme Evelyne Knecht « Un péage urbain pour financer la gratuité des tl : étude d'une solution écologique et sociale pour Lausanne »*. Lausanne.
- LAURIER, E., LORIMER, H. et BROWN, B. (2007). *Habitable Cars: the Organisation of Collective Private Travel, Final Report to the ESRC*. ESRC.
- LE CORBUSIER. (1957). *La charte d'Athènes*. Paris: Éditions de Minuit.
- LEE, D., KLEIN, L. et CAMUS, G. (1999). Induced Traffic and Induced Demand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1659, 68-75.
- LÉVY, J. et LUSSAULT, M. (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris: Belin.
- LOLIVE, J. (1999). *Les contestations du TGV Méditerranée: projet, controverse et espace public*. Paris; Montréal (Québec): L'Harmattan.
- LYONS, G. et URRY, J. (2005, février). Travel Time Use in the Information Age. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), 257-276.
- MARSDEN, G. (2006). The Evidence Base for Parking Policies – a Review. *Transport Policy*, 13(6), 447-457.
- MASSOT, M.-H. et ORFEUIL, J.-P. (2007). La contrainte énergétique doit-elle réguler la ville ou les véhicules? *Mobilités urbaines et réalisme écologique. Annales de la recherche urbaine*, (103).
- METZ, D. (2008). The Myth of Travel Time Saving. *Transport Reviews*, 28(3), 321-336.
- MICROGIS. (2015). 29 minutes 27 secondes : temps de parcours moyen des pendulaires en Suisse en 2012. <http://www.microgis.ch/propos/du-cote-des-chiffres/29-minutes-27-secondes-temps-de-parcours-moyen-des-pendulaires-en-Suisse-en-2012>
- MILLARD-BALL, A., MURRAY, G., SCHURE, J. T., FOX, C. et BURKHARDT, J. (2005). *Car-Sharing: Where and How It Succeeds*. Transportation Research Board of the National Academies. Washington D.C.
- MINGARDO, G., VAN WEE, B. et RYE, T. (2015). Urban Parking Policy in Europe: A Conceptualization of Past and Possible Future Trends. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 268-281.
- MOBILITY CAR SHARING. (2015). Durabilité – Mobility. <https://www.mobility.ch/fr/a-propos-de-mobility/durabilite/>
- MOKHTARIAN, P. L. (1991). Defining Telecommuting. In *Transportation Research Record*. T. 1305, pp. 273-281.

- MOKHTARIAN, P. L. et SALOMON, I. (2001). How Derived is the Demand for Travel? Some Conceptual and Measurement Considerations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(8), 695-719.
- MORISSET, B. (2010). Developing the Digital Economy in France's rural Regions: a new Era for Telecenters? Annual Meeting of the Association of American Geographers. Washington D.C.
- MUNAFÒ, S. (2015). *Cadres de vie, modes de vie et mobilités de loisirs. Les vertus de la ville compacte remises en cause?*
- MUNAFÒ, S., CHRISTIE, D., VINCENT-GESLIN, S. et KAUFMANN, V. (2012). *Typologie et évolution des logiques de choix modal chez les actifs motorisés urbains. Étude comparée des agglomérations de Genève, Lausanne, Berne et Yverdon-les-Bains*. LaSUR (EPFL), OUM (Unige).
- NAESS, P. (1995). *Urban Form and Energy Use for Transport. A Nordic Experience*. NTH. Oslo.
- NAESS, P. (2005). Residential Locations Affects Travel Behavior – but how and why? The case of Copenhagen Metropolitan Area. *Progress in Planning*, (63), 167-257.
- NÄTTI, J., TAMMELIN, M., ANTILA, T. et OJALA, S. (2011). Work at Home and Time Use in Finland. *New Technology, Work and Employment*, 26(1), 68-77.
- NEWMAN, P. et KENWORTHY, J. R. (1988). The Transport Energy Trade-off: Fuel-efficient Traffic versus Fuel-efficient Cities. *Transportation Research Part A: General*, 22(3), 163-174.
- NEWMAN, P. et KENWORTHY, J. R. (1989). *Cities and Automobile Dependence: a Sourcebook*. Aldershot, Hants., England; Brookfield, Vt., USA: Gower Technical.
- NILLES, J. M. (1991). Telecommuting and Urban Sprawl: Mitigator or Inciter? *Transportation*, 18(4), 411-432.
- OBSOCO et CHRONOS. (2014). *Focus. L'Observatoire des Mobilités Émergentes – Partages et mobilité intégrée... Les nouveaux comportements et arbitrages des Français en matière de mobilité*. http://www.lobso.com/wp-content/uploads/2014/12/OBS_FocusMobemergentes_dec14.pdf
- OCDE. (2002). *Safety on Roads: What's the Vision?* OECD Publishing. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/02SafetyOnRoads.pdf>
- OCDE. (2006). *Speed Management*. Paris: OECD Publishing. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06Speed.pdf>
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE, OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL (2007). *La mobilité en Suisse, Résultats du microrecensement 2005 sur le comportement de la population en matière de transports*. Neuchâtel, Berne.

- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE, OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL (2012). *La mobilité en Suisse, Résultats du Microrecensement Mobilité et transports 2010*. Neuchâtel et Berne.
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS). (2013). *La pendularité en Suisse 2011*. Office fédéral de la statistique. Neuchâtel.
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (OFS). (2015). *La pendularité en Suisse 2013*. Office fédéral de la statistique. Neuchâtel.
- OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL (ARE). (2007). *Évaluation des coûts externes des transports routier et ferroviaire pour l'année 2000*. ARE. Berne.
- OFFNER, J. M. (2001). Raisons politiques et grands projets. *Annales des Ponts et Chaussées*, (100), 55-59.
- OLLIVIER-TRIGALO, M. (2000). Major Trans-European Transport Projects: Multiplicity of Actors, Conflicts and Coordination. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, (37), 3-30.
- OPPERT, J.-M. (2003). Sédentarité et obésité. *Annales de l'Institut Pasteur. Actualités*, 15, 51-63.
- ORFEUIL, J.-P. (1999). *La mobilité: Analyses, représentations, controverses*.
- ORFEUIL, J.-P. et SOLEYRET, D. (2002). Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et longue distance? *Recherche Transport Sécurité* (76).
- ORY, D. T. et MOKHTARIAN, P. L. (2006). Which came first, the Telecommuting or the Residential Relocation? An Empirical Analysis of Causality. *Urban Geography*, 27(7), 590-609.
- PARENT-THIRION, A., MACIAS, E. F., HURLEY, J. et VERMEYLEN, G. (2007). Fourth European Working Conditions Survey, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- PAS, E. I. et PRINCIPIO, S. L. (1997). Braess' Paradox: Some new Insights. *Transportation Research Part B: Methodological*, 31(3), 265-276.
- PIRON, O. (2004). *Comprendre le phénomène périurbain*. PUCA. Paris. <http://habitat-mobilitedurable.ch>
- PLATEFORME HABITAT À MOBILITÉ DURABLE. (2014). Quartiers existants en Suisse.
- PORTAVENTURA. (2015). Services in the Parks – Theme Park PortAventura. <http://www.portaventura.co.uk/services-parks>
- POUYANNE, G. (2004). *Forme urbaine et mobilité quotidienne*.

- PRIEMUS, H., FLYVBJERG, B. et VAN WEE, B. (2008). *Decision-making on Mega-Projects: Cost-benefit Analysis, Planning and Innovation*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- PUMAIN, D., BRETAGNOLLE, A. et DEGORGE-LAVAGNE, M. (1999). La ville et la croissance urbaine dans l'espace-temps. *Mappemonde*, 55, 38-42.
- RACIOPPI, F., ERIKSSON, L., TINGVALL, C. et VILLAVECES, A. (2004). *Preventing Road Traffic Injury: a Public Health Perspective for Europe*. Copenhagen, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/87564/E82659.pdf
- RANGEON, F. (1986). Société civile: histoire d'un mot. In *La Société Civile* (pp. 9-32). Publications du Centre universitaire de recherches administratives politique de Picardie. Presse universitaire de France. <https://www.u-picardie.fr/curapp-revues/root/19/rangeon.pdf>
- RAPP, M. (2007). *Tarifcation de la mobilité, Rapport de synthèse abrégé*. Office fédéral des routes.
- RAVALET, E., BARANGER, V., ZAKHIA, E. et KAUFMANN, V. (2015). *Analyse des pratiques modales dans l'agglomération de Sion*. Rapport d'études CarPostal, Ville de Sion, Canton du Valais.
- RAVALET, E., VINCENT-GESLIN, S., KAUFMANN, V., VIRY, G. et DUBOIS, Y. (2015). *Grandes mobilités liées au travail, perspectives européennes*. Paris: Economica.
- RAYLE, L., DAI, D., CHAN, N., CERVERO, R. et SHAHEEN, S. (2016). App-Based, On-Demand Ride Services: Comparing Taxi and Ridesourcing Trips and User Characteristics in San Francisco. *Transport Policy*, 45, 168-178.
- REIGNER, H., BRENAC, T. et HERNANDEZ, F. (2013). *Nouvelles idéologies urbaines: dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre*. Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- RÉRAT, P. (2016a). Mobilité résidentielle. <http://fr.forumviesmobiles.org/reperes/mobilite-residentielle-3203>
- RÉRAT, P. (2016b). Motivations résidentielles et pratiques de mobilité des classes moyennes supérieures dans les villes suisses. *Espaces et sociétés*, 164-165(1), 159-178.
- RÉRAT, P., PIGUET, E., BESSON, R. et SÖDERSTRÖM, O. (2008). Les âges de la ville. Mobilité résidentielle, parcours de vie et attractivité des villes suisses. *Geographica Helvetica*, 63(1), 261-271.
- REVEL, A. et ROCHAT, W. (1956). *365 Jours par an – Les TL en 1956*. <https://www.youtube.com/watch?v=jziQQMEO900>

- RIFKIN, J. (2001). *The Age of Access: The New Culture of Hypercapitalism, Where all of Life is a Paid-For Experience*. New York: Tarcher.
- RTS. (2010). Le tunnel du Gotthard en chiffres et en dates. <http://www.tsr.ch/info/suisse/2554946-le-tunnel-du-gothard-en-chiffres-et-en-dates.html>
- RUL, S., OLLIVIER-TRIGALO, M. et FOURNIAU, J.-M. (2001). *Évaluer, débattre ou négocier l'utilité publique? Volet 1 – L'expérience de la mise en discussion publique des projets d'aménagement: identités et légitimités plurielles. Ateliers de bilan du débat public*. Paris: INRETS.
- RUMLEY, P.-A., BUSER, M., POSCHET, L. et PULVER, B. (2000). *Télématique et nouvelles formes de travail*. Conseil suisse de la science.
- RYE, T., MINGARDO, G., HERTEL, M., THIEMANN-LINDEN, J., PRESSL, R., POSCH, K. H. et CARVALHO, M. (2015). *PUSH&pull: 16 avantages de la gestion du stationnement*. Forschungsgesellschaft Mobilität – Austrian Mobility Research FGM-AMOR. Graz. http://push-pull-parking.eu/docs/file/20150607_push_pull_a4_fr_web.pdf
- SANTI, P., RESTA, G., SZELL, M., SOBOLEVSKY, S., STROGATZ, S. H. et RATTI, C. (2014). Quantifying the benefits of vehicle pooling with shareability networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(37), 13290-13294.
- SCHNEIDER, J. (2007). Mobility biographies: Elements of a Biographical Theory of Travel Demand. *Erdkunde*, 61(2), 161-173.
- SCHPEL, S. (2005). Woonerf Revisited, Delft as an Example. http://www.woonerfgoed.nl/int/Childstreet_files/StevenSchepel.pdf
- SCHEPMAN, T. (2014). Ils chassent la grand-route de leurs villages, mais déjà les voitures reviennent. *L'Obs*, novembre.
- SCHRANK, D., EISELE, B. et LOMAX, T. (2012). *TTT's 2012 Urban Mobility Report*. Texas A&M Transportation Institute. The Texas A&M University System.
- SCHULER, M., DESSEMONTET, P., JEMELIN, C., JARNE, A., PASCHE, N. et HAUG, W. (2007). *Atlas des mutations spatiales de la Suisse*. Zurich: Éditions Neue Zürcher Zeitung.
- SHEFFI, Y. (1985). *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- SONG, Y. (2009). Unpaid Work at Home. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 48(4), 578-588.
- SULLIVAN, C. (2003). What's in a Name? Definitions and Conceptualisations of Teleworking and Homeworking. *New Technology, Work and Employment*, 18(3), 158-165.

- TABAKA, K., FAURE, P., DANALET, A., GLERUM, A., DOYEN, E., CURCHOD, A., ... KAUFMANN, V. (2011). *Projet de recherche sur la mobilité combinée: Rapport définitif de l'enquête de préférences révélées*. EPFL. Lausanne, Berne. <http://infoscience.epfl.ch/record/167785>
- TAL, G. (2009). Evaluating the Effect of Car-Sharing: Exploring the Gap Between What We Know vs. What We Need to know and Its Effect on Optimism Bias. In *88th Annual Meeting of the Transportation Research Board 2009*. Washington, DC.
- TASKIN, L. et SCHOTS, M. (2005). Flexibilité du temps de travail et relation d'emploi. *Economies et sociétés*, (26), 1471-1501.
- TASKIN, L. et VENDRAMIN, P. (2004). *Le télétravail, une vague silencieuse: Les enjeux socio-économiques d'une nouvelle flexibilité*. Presses univ. de Louvain.
- TAYLOR, M., DYSON, C. B., WOOLLEY, J. E. et ZITO, R. (2001). Lower Urban Speed Limits: Trading off Safety, Mobility and Environmental Impact. Australasian transport research forum (atrf). Hobart, Tasmania, Australia.
- THOMSIN, L. (2002). *Télétravail et mobilités*. Éditions de l'ULG.
- TIMMERMANS, H. et VAN DER WAERDEN, P. (2008). Synchronicity of Activity Engagement and Travel in Time and Space: Descriptors and Correlates of Field Observations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2054), 1-9.
- TOVAR, M. C. et KILBANE-DAWE, I. (2013). Effects of 20 mph Zones on Cycling and Walking Behaviours in London. Par Hill Research.
- TRANSPORT FOR LONDON. (2003). *London Road Safety Unit: Safety Research Report N° 2*.
- TREMBLAY, D.-G., PAQUET, R. et NAJEM, E. (2006). Telework: a Way to balance Work and Family or an Increase in Work-family Conflict? *Canadian Journal of communication*, 31(3), 715-731.
- TROIN, J.-F. et DUPUY, G. (2000). La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements. *Annales de Géographie*, 109(614-615), 555.
- TUCKER, A. W. (1983). The Mathematics of Tucker: A Sampler. *The Two-Year College Mathematics Journal*, 14(3), 228-232.
- URRY, J. (2004). The «System» of Automobility. *Theory, Culture & Society*, 21(4-5), 25-39.
- URRY, J. (2007). *Mobilities*. Cambridge: Polity Press.
- VAN DER WAERDEN, P., TIMMERMANS, H. et VAN NEERVEN, R. (2009). Extent, Nature, and Covariates of Multitasking of Rail Passengers in an Urban Corridor: a

- Dutch Case Study. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2110), 106-111.
- VAN HAM, M. (2012). Housing Behaviour. In W. A. C. CLARK, K. GIBB et D. F. CLAPHAM (Éds), *The Sage Handbook of Housing Studies*. London : Sage.
- VAN ESSEN, H., SCHROTEN, A., OTTEN, M., SUTTER, D., SCHREYER, C., ZAN- DONELLA, R., ... DOLL, C. (2011). *External Costs of Transport in Europe – Update Study for 2008* (n° 11.4215.50). CE Delft, Infrac, Fraunhofer ISI. Delft.
- VIARD, J. (2014). *Éloge de la mobilité: essai sur le capital temps libre et la valeur travail*. Aube poche essai. La Tour d'Aigues: Éditions de l'Aube.
- VINCENT, S. (2008). *Les « altermobilités »: analyse sociologique d'usages de déplacements alternatifs à la voiture individuelle. Des pratiques en émergence?* (Thèse de doct., Université René Descartes-Paris V).
- VINCENT-GESLIN, S. (2010). The Fabulous Story of Carpooling: from a Spontaneous, Ephemeral Practice to a Sustainable Means of Transport. In *Mobility in history, Themes in transport*.
- VINCENT-GESLIN, S. et KAUFMANN, V. (2012). *Mobilité sans racines. Plus loin, plus vite... plus mobiles?* Paris: Descartes & Cie.
- VRTIC, M., SCHUESSLER, N., ERATH, A. et AXHAUSEN, K. W. (2010). The Impacts of Road Pricing on Route and Mode Choice Behaviour. *Journal of Choice Modelling*, 3(1), 109-126.
- WACHS, M. (2004). Reflections on the Planning Process. *The Geography of Urban Transportation*, 141-162.
- WEIS, C., VRTIC, M., WIDMER, P. et AXHAUSEN, K. W. (2013). Influence of Parking on Location and Mode Choice: A Stated Choice Survey. *Travel Survey Metadata Series*, 41.
- WIDMER, P. (2012). *Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch*. SVI-Fachtagung Forschung, Olten.
- WIEL, M. (1999). *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*. Sprimont: Mardaga.
- WINSLOTT-HISELIUS, L., BRUNDELL-FREIJ, K., VAGLAND, Å. et BYSTRÖM, C. (2009). The Development of Public Attitudes Towards the Stockholm Congestion Trial. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 269-282.
- YILDIRIMOGLU, M., LIMNIATI, Y. et GEROLIMINIS, N. (2015). Investigating Empirical Implications of Hysteresis in day-to-day Travel Time Variability. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*.

YOUN, H., GASTNER, M. T. et JEONG, H. (2008). Price of Anarchy in Transportation Networks: Efficiency and Optimality Control. *Physical Review Letters*, 101(12).

ZAHAVI, Y. et TALVITIE, A. (1980). Household Activities, Budget Constraints, and Stability of Travel. *Transportation Research Record*, 750, 13-19.

Glossaire

Alternatif exclusif Logique de choix modal n'utilisant jamais l'automobile; les programmes d'activité se structurent autour des accessibilités offertes par les transports publics, la marche et le vélo. *49*

Analyse longitudinale Analyse portant sur les stades successifs d'un phénomène (l'évolution des pratiques de mobilité au fur et à mesure du parcours de vie d'un individu par exemple). *153*

Automobiliste exclusif Logique de choix modal n'utilisant que l'automobile; les programmes d'activités se structurent autour des accessibilités offertes par ce moyen de transport. *49*

Autopartage Partage d'une flotte de véhicules entre des individus, moyennant une adhésion préalable au service. L'autopartage peut prendre deux formes: en boucle (ce qui signifie que le véhicule doit être réservé et retourné dans la station de départ) et en trace directe (le véhicule peut alors être emprunté à un endroit et replacé à un autre sans réservation préalable). *86, 87, 89-97, 101, 104*

Autosolisme Fait de circuler seul dans une automobile. *90*

Cadencement Organisation des horaires de passage des véhicules d'un système de transport donné de façon régulière et répétitive afin de faciliter son utilisation de la part des usagers. *25*

Chaîne d'activités Ensemble des activités pratiquées par un individu pendant une journée et des déplacements qui leur sont associés. *145, 149*

Choix modal Choix du moyen de transport utilisé (pour effectuer une étape d'un déplacement). *42, 45, 63, 66, 67, 69, 71-73, 75, 77-80, 88, 155*

Concept de Woonerf Le terme néerlandais woonerf, qui peut être traduit par «cour résidentielle» ou «cour vivable», désigne un ensemble de mesures d'aménagement donnant la priorité aux usagers de la rue sur la circulation automobile. Les mesures d'aménagement se combinent normalement avec des limitations de vitesse. 34

Coût externe voir externalité négative. 127

Covoiturage Utilisation commune d'un véhicule par des individus (conducteur et passager(s)) dans le but d'effectuer un trajet commun. Le coût du trajet peut être partagé mais cette pratique ne résulte pas en un gain financier. 89-91, 97, 98, 99, 101, 103, 104, 149

Déplacement Mouvement d'une personne dans un certain but (p. ex. se rendre à son lieu de travail) ou avec une certaine intention (p. ex. se promener). 1, 10, 23-26, 29-39, 41-51, 71-75, 77-83, 85, 88, 95, 98, 107-109, 112, 115-120, 124, 126-131, 133, 134, 136, 139-141, 143-145, 148, 150, 153-155, 181, 184

Diagramme fondamental Diagramme représentant le lien entre le flux de trafic (c'est-à-dire le nombre de véhicules empruntant le tronçon de route) et la densité de trafic (c'est-à-dire le nombre de véhicules sur ce même tronçon). On observe trois phases sur ce diagramme : (1) peu de densité et peu de flux, (2) une densité correspondant à la capacité de la route et un flux élevé, et (3) une densité qui dépasse la capacité de la route et un flux faible (la congestion apparaît). 60

Étape Partie d'un déplacement qui est parcourue avec le même moyen de transport. 46, 125

Externalité négative Coût (lié aux déplacements) qui n'est pas pris en charge par les personnes qui se déplacent, mais par la collectivité ou les générations futures : accidents, bruit, congestion, occupation du sol, étalement, dégradation de l'environnement construit, atteintes à la santé, au climat et au paysage, etc. 40, 137

Hypercentre Centre du centre-ville d'une grande agglomération. 76

Hystérésis Phénomène selon lequel un état perdure après que l'effet qui a créé le changement d'état ait cessé. Par exemple, la baisse de trafic perdure, alors que le péage urbain n'est plus appliqué. 62

Intermodalité Utilisation par un individu de différents moyens de transports lors d'un même déplacement (à ne pas confondre avec la multimodalité). 82

Masse critique Terme issu de la physique : taille suffisante pour mener une action ou produire un résultat. Également : manifestation à vélo organisée dans de nombreuses villes à travers le monde. 103

Microrecensement Mobilité et Transports Enquête sur les comportements de la population dans le domaine des transports réalisée tous les cinq ans en Suisse depuis 1974. 74, 102, 125, 135, 144

Mobilité douce Déplacements à pied et à vélo. 75, 87, 100, 155

Mobilité induite Mobilité rendue possible par une nouvelle offre de transport et qui n'aurait pas existé en l'absence de cette offre. 21, 89, 98, 99, 103, 150

Mobilité quotidienne Déplacements effectués de manière plus ou moins régulière par les individus dans une journée. Elle répond à des motifs tels que les loisirs, le travail, les achats. 88, 135, 136, 138, 142, 143, 145, 148, 149, 153, 155, 181, 183, 184

Mobilité résidentielle Changement de lieu de résidence d'un ménage. 143, 145, 154, 155

Modes doux voir mobilité douce. 32, 35, 125, 126, 133, 138

Monétarisation Processus consistant à transformer des valeurs non monétaires (externalités négatives, valeur du temps, etc.) en unités monétaires. 41

Motif de déplacement Activité générant un déplacement : travail, formation, achats, activité professionnelle, voyage de service, loisirs, déplacements pour rendre service, déplacement pour accompagner, retour à la maison ou hébergement à l'extérieur. 46, 75, 79, 83, 130, 131, 136, 140, 144, 145

Motorisation Nombre de véhicule(s) individuel(s) à moteur par ménage. 81, 92, 97, 98, 99, 100, 181

Multimodalité Utilisation par un individu de différents moyens de transports selon les moments, les activités, etc. (à ne pas confondre avec l'intermodalité). 49, 101

P+R Aire de stationnement reliée à un arrêt de transports publics performants permettant de rejoindre le centre-ville sans voiture, situé en zone sub- ou périurbaine. 82

Panel Groupe de personnes considéré comme représentatif d'une population. 77, 93, 95

Part modale Part d'un certain moyen de transport dans la répartition modale. 28, 32, 73, 75, 84, 86, 116

Péage urbain Politique publique consistant à faire payer l'accès au centre-ville aux automobilistes, avec pour objectif de réduire la congestion, de récolter de l'argent et/ou de réduire les nuisances environnementales, par exemple en améliorant la qualité de l'air ou en réduisant les nuisances sonores. 55-60, 63-70, 161, 181

Pendulaire Personne active occupée, qui se déplace régulièrement entre son domicile et son lieu de travail. La définition la plus courante en Suisse retient les déplacements qui franchissent les frontières d'une commune. 38, 43, 46, 48, 72, 80, 82, 86, 107, 114-116, 141-145, 153-155, 181

Pendularité voir pendulaire. 109, 144, 151, 153, 154

Périurbain Zone urbaine située à une certaine distance du centre d'une agglomération, avec une densité faible mais des liens fonctionnels forts à la ville. 26, 82, 131, 135, 137-139, 146, 149, 150

Pollueur-payeur Principe consistant à faire payer aux générateurs des nuisances tout ou partie des coûts externes que ces nuisances peuvent représenter pour la collectivité ou l'environnement. Ce principe vise la notion éthique de « vérité des coûts », c'est-à-dire à internaliser les externalités négatives provoquées par les acteurs afin qu'ils puissent mieux prendre en considération les conséquences de leurs activités au moment de leurs choix. 57, 128

Pratique modale voir choix modal. 66, 72, 85

Préférences déclarées (données de) Données obtenues à l'aide d'un questionnaire présentant une situation de choix hypothétique à

chaque sondé. Ce dernier « déclare » son choix parmi plusieurs alternatives. *44, 45, 78, 79*

Préférences révélées (données de) Données obtenues en suivant « jour après jour » les choix réalisés par chaque sondé. Elles révèlent ainsi les choix réalisés dans la pratique. *44, 77*

Répartition modale Répartition des étapes, des déplacements, des temps de trajet et des distances entre les différents moyens de transports ou groupes de moyens de transport. *78, 134*

Report modal Report du trafic de passagers (ou de fret) d'un mode de transport vers un autre. *51, 71, 79, 82, 86, 96, 98-100*

STC Service de transport avec chauffeur : système basé sur une application mobile, permettant de mettre en relation de manière instantanée des passagers ayant besoin d'effectuer un trajet avec des chauffeurs professionnels ou non, pour qui il s'agit d'une activité rémunératrice. *90, 91, 99-101*

Suburbain Zone autour d'une grande ville, avec continuité du bâti et une densité relativement élevée. *138, 146*

Télécentre Lieu où est mis à disposition un certain nombre d'équipements parmi lesquels bureaux, ordinateurs, internet et autres technologies de l'information et de la communication permettant à des personnes le désirant de travailler. Les espaces de travail sont mis à disposition sous une forme locative. *108, 109, 114, 115*

Télétravail Pour un salarié, le télétravail est le fait de travailler, dans un cadre formalisé par l'employeur ou non, hors du lieu de travail conventionnel tout ou partie de son temps de travail (au domicile, dans des tiers-lieux ou sous une forme itinérante). *107-110, 112-121, 181*

TIC Technologies de l'information et de la communication. *103, 107, 108, 109, 120, 121*

Tiers-lieu Dans le cadre du télétravail, un tiers-lieu désigne un espace de travail qui n'est ni lieu de travail principal, ni le domicile. Il peut s'agir d'un espace dédié au télétravail, comme un télécentre, ou d'un espace non dédié au télétravail, tel qu'un café ou les transports collectifs, etc. *108, 114*

TIM Transports individuels motorisés (voitures de tourisme, motos, cyclomoteurs). 56, 78, 79, 84, 86, 88, 124, 127-129

TP Transports publics (trains, bus, trams, métros, bateaux, téléphériques, etc.). 42, 46-48, 50, 56, 57, 63, 66-70, 72, 75, 76, 78-80, 82, 84-87, 92, 100, 101, 104, 116, 124-126, 128, 129, 133, 138, 151, 155

Utilité Mesure du bénéfice ou du bien-être obtenu par une action. Chaque possibilité d'une alternative est associé à une valeur numérique positive ou négative, l'utilité, sans unité. On fait l'hypothèse que l'individu choisira la possibilité avec l'utilité maximale. 41-44, 49, 52, 64, 174

Biographies des auteurs

Ander Audikana a obtenu un doctorat à l'Université Paris-Est. Il a été chercheur Fulbright-Schuman à la George Mason University et à l'University of California, Berkeley, ainsi que collaborateur scientifique au Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR) de l'EPFL et chercheur associé à l'Université de Deusto. Il vient de publier : *La politisation des trains à grande vitesse en Espagne: Le Léviathan n'était qu'une sirène.*

Daniel Baehler est géographe et titulaire d'un master en sciences sociales de l'Université de Neuchâtel. Il a travaillé pendant trois ans à l'Association transports et environnement (ATE) et est actuellement assistant-doctorant à l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne. Sa thèse de doctorat porte sur les « habitats sans voitures ».

Michel Bierlaire est professeur à l'EPFL, où il dirige le Centre de transport et le Laboratoire transport et mobilité. Ses recherches concernent la modélisation mathématique des systèmes de transport, et principalement des aspects comportementaux liés à la mobilité des personnes.

Stefan Binder est titulaire d'un master en sciences de l'environnement. Il est actuellement assistant-doctorant au Laboratoire transport et mobilité de l'EPFL. Ses recherches portent notamment sur l'optimisation des horaires ferroviaires.

Antonin Danalet, après des études de mathématiques, a effectué sa thèse de doctorat au Laboratoire transport et mobilité (EPFL). Il y a étudié les comportements des piétons à partir de données WiFi. Il travaille actuellement à l'Office fédéral du développement territorial sur les données de mobilité et la modélisation des transports.

Vincent Kaufmann est professeur à l'EPFL, où il dirige le Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR). Ses recherches portent sur la compréhension et la description des phénomènes de mobilité, sur les modes de vies urbains et sur les politiques de transports et d'aménagement du territoire.

Sébastien Munafò, géographe (Université de Neuchâtel), docteur ès sciences (EPFL), est spécialiste des questions de mobilités, de transport et d'aménagement du territoire. Auparavant, il a notamment travaillé à l'Observatoire universitaire de la mobilité de l'Université de Genève (OUM) puis rejoint le Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR) de l'EPFL, dans lequel il a réalisé sa thèse portant sur les liens entre les formes urbaines et les mobilités de loisirs. Ses travaux portent sur l'appréhension des comportements de mobilité, des modes de vie, du choix modal et de leurs liens étroits avec le territoire, son aménagement et ses dynamiques démographiques et économiques. Il est actuellement chef de projet chez 6t-bureau de recherche.

Marie Mundler est titulaire d'un master en géographie et occupe un poste d'assistante diplômée à l'Institut de géographie et durabilité (Université de Lausanne). Ses recherches portent notamment sur les enjeux sociaux des mobilités.

Emmanuel Ravalet est docteur en économie des transports et PhD en études urbaines. Il est chercheur sénior au Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR), à l'EPFL. En tant que socioéconomiste et statisticien, il travaille sur les mobilités quotidiennes, à courte et longue distances, et sur les nouvelles formes de mobilité permises par les technologies de l'information et de la communication.

Patrick Rérat est professeur de géographie des mobilités à l'Institut de géographie et durabilité de l'Université de Lausanne. Ses recherches portent sur les différentes formes de mobilité spatiale (les choix résidentiels, les migrations internes, la mobilité quotidienne) et la géographie urbaine (la gentrification, l'étalement urbain).

