

# Le numérique au service de la mobilité urbaine durable

Par **François MIRABEL**

et **Mathias REYMOND**

Montpellier Recherche en Économie (MRE) / Université de Montpellier

## Introduction

Dans les grandes villes, plus de 50 % des déplacements inférieurs à trois kilomètres se font en automobile<sup>(1)</sup>, le covoiturage demeure l'exception durant les périodes de pointe et les conséquences sont connues : pollution sonore, congestion et perte de temps, émissions de gaz à effets de serre, usure des infrastructures... Pour lutter contre ces effets externes, les autorités locales déploient, depuis une vingtaine d'années, des politiques publiques visant à reporter les déplacements urbains de l'automobile vers les modes doux et les transports collectifs.

Aujourd'hui, l'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) représente un puissant vecteur de transformation des mobilités à travers son action sur l'offre et la demande de transport dans les agglomérations. Le numérique élargit les modalités et services de déplacement proposés aux usagers : il offre d'abord de nouvelles opportunités à travers des plateformes numériques qui fournissent une large palette de services de mobilité partagée (auto-partage, covoiturage, vélos...) ; il fournit aussi une information en temps réel aux usagers de tous modes ; et enfin, il facilite la mise en place d'outils de politiques publiques incitatives ou contraignantes.

Mais d'emblée, tordons le cou à une idée reçue : l'information des usagers des transports *via* les nouvelles technologies permettrait de les influencer et de les orienter vers des modes plus doux que l'automobile. De nombreuses études menées récemment contestent cette hypothèse. Comme l'écrivent par exemple Aguilera et Rallet (2016), « les travaux empiriques montrent que le seul fait de fournir une information en temps réel ne suffit pas à faire basculer une part véritablement significative des usagers de la voiture vers les transports en commun... voire renforce plutôt la part de marché de la voiture en permettant par exemple de mieux adapter ses horaires et ses trajets pour éviter la congestion ». Ainsi, on observe une grande inertie dans les habitudes modales (Brisbois, 2010) : les usagers sont très captifs des modes de déplacement qu'ils utilisent et ne sont pas prêts à changer leurs habitudes, même s'ils reçoivent, à travers des applications numériques, des informations précises sur l'opportunité de déplacements alternatifs.

Dans ces conditions, l'information délivrée aux usagers n'est pas suffisante pour modifier les comportements de mobilité : ce sont bien les instruments de politiques publiques qui peuvent agir de manière forte sur la demande. Aussi, si l'objectif principal est de lutter contre la congestion automobile et l'utilisation des véhicules polluants en zone urbaine, le numérique permettra de faciliter la mise en place de péages urbains. De plus, afin de réduire le volume global des déplacements en voiture, l'instauration d'un marché de droit à circuler sera préféré et rendu réalisable à l'aide du numérique<sup>(2)</sup>. Enfin, l'acceptabilité étant au cœur de la décision politique,

---

(1) Voir ATEC-ITS (2017).

(2) L'objectif n'est pas de discuter ici des bénéfices comparés des instruments économiques que nous présentons (péages urbains ou marchés de permis à circuler). Sur ce point, nous renvoyons à l'article de De Palma *et al.* (2018). En l'occurrence, nous nous intéressons plutôt à l'intérêt du numérique pour permettre le déploiement de tels outils dans les agglomérations.

l'information sera facilitée par les NTIC et permettra de mieux accompagner la mise en place des politiques menées.

## **Le signal-prix optimal : les péages urbains modulés selon les usages**

Dans la littérature théorique sur les péages urbains – qui n'ont rien à voir avec les péages de financement autoroutiers –, la tarification optimale des déplacements en automobile consiste à envoyer aux usagers un signal-prix qui intègre l'ensemble des externalités (nuisances) engendrées par l'auto-mobilité. Cela correspond à un péage modulé en fonction du lieu, de l'heure de la journée, des conditions de trafic en temps réel, de la puissance du véhicule et du carburant utilisé, de l'âge du véhicule, de son taux d'occupation... Autant d'éléments qui permettraient de taxer les déplacements en temps réel, ce qui aurait un effet dissuasif sur l'usage des véhicules les plus émetteurs de pollution durant les périodes de pointe. Mais cette approche théorique est complexe à implémenter dans la réalité ; comme le notent De Palma *et al.* (2009), « dans la pratique, les péages ne peuvent pas varier en fonction de toutes ces dimensions. (...) Cela est irréalisable par rapport à la forme théorique idéale ». Dans ce contexte, des péages de « second rang » ont été introduits dans la littérature : ils varient par « paliers » suivant l'heure de la journée pour prendre en compte l'impossibilité d'ajuster les tarifs en temps réel.

L'évolution des technologies et l'apport du numérique permettent désormais de réduire voire d'éliminer les obstacles techniques à la mise en place d'un signal-prix qui se rapprocherait de « la forme théorique idéale » et qui aurait un véritable impact sur les choix des usagers. Le cas de la ville de Singapour est intéressant sur ce point. En 1975, les autorités locales avaient mis en place un système de péage urbain manuel (ALS pour *Area License Scheme*) pour réguler l'entrée des automobiles dans le centre des affaires, puis, avec l'accroissement du trafic et l'évolution des technologies, la ville a décidé de changer de système et d'opter pour un péage électronique en 1998 (ERP pour *Electronic Road Pricing*) : un outil numérique et dynamique ayant pour objectif de différencier le niveau de péage suivant les heures de déplacement, de modifier les comportements pour réduire *in fine* le trafic automobile et la pollution. Dans ces conditions, ce système a permis d'affiner le profil du péage, de discriminer dans le temps et de réduire considérablement le flux de véhicules qui a baissé de 10 à 15 % par rapport au précédent système de péage urbain manuel.

Aujourd'hui, des technologies de collecte du péage, basées sur la géolocalisation des véhicules par satellite, permettent de construire un péage variable selon tous les critères envisageables en temps réel. On pourrait ainsi avoir un tarif différencié selon l'heure et selon la distance parcourue (*pay as you drive*) mais aussi selon le caractère plus ou moins polluant des véhicules identifiés dans la zone. Les villes de Singapour et de Londres souhaitent faire évoluer leur système de péage en introduisant un système permettant de mettre en place toutes les discriminations tarifaires optimales pour tenter de changer les comportements et faire baisser le trafic automobile et la pollution en ville.

## **Les marchés de droits à circuler**

Comme le mentionnent Dogterom *et al.* (2018), au regard de l'impopularité des mesures traditionnelles basées sur la tarification et avec le développement du numérique, les marchés de droits à circuler apparaissent comme une solution pertinente pour limiter l'usage de l'automobile en ville.

Inspirée de la théorie des marchés de permis de pollution formalisée en 1972 par Montgomery, l'idée de ces marchés est simple : sous des hypothèses classiques de concurrence, si les acteurs économiques ont la possibilité de vendre ou d'acheter des permis ou droits à circuler en automobile

sur un marché, ils choisiraient l'option la moins coûteuse pour respecter le quota de trajets qui leur a été imposé. Ils arbitreront entre leur coût marginal de ne pas utiliser la voiture et le prix des permis sur le marché : la restriction globale des déplacements décidée par les autorités est respectée, et ce, au moindre coût pour les usagers.

Néanmoins, comme le mentionne Raux (2009), « aucune de ces propositions n'est allée jusqu'à un niveau de détail suffisant pour juger de l'applicabilité éventuelle de ce type de mesure en milieu urbain ». Le principal obstacle à la mise en place de tels systèmes réside dans les coûts de transaction et d'administration que ces dispositifs entraîneraient en présence d'un nombre d'usagers très élevé<sup>(3)</sup>. Mais avec l'évolution des NTIC, ces barrières s'estompent et le déploiement de plateformes numériques dédiées permettrait d'acheter et de vendre quotidiennement des permis à circuler dans la ville. Dans un tel contexte, le prix serait déterminé sur le marché et affiché sur une application de smartphone en temps réel pour inciter les automobilistes à acheter ou vendre des permis en fonction du prix. Comme l'expliquent Brands *et al.* (2019), les coûts de recherche et de négociation seraient quasiment nuls, l'information étant facilement accessible et identique pour tous les utilisateurs, ce qui en fait une solution transparente et élimine une grande partie des coûts de transaction, freins initiaux à cet outil.

La mise en place d'un marché de droits à circuler pose naturellement des questions auxquelles il faudra répondre (cible visée, allocation initiale des droits à circuler en automobile, zone urbaine retenue, fonctionnement du marché...) mais le concept théorique est aujourd'hui envisageable en ville grâce au numérique. Raux (2009) propose la mise en place de permis à circuler qui seraient ciblés en fonction des véhicules-kilomètres parcourus avec un ajustement selon la catégorie d'émission du véhicule pour dissuader les déplacements des véhicules les plus polluants. Dans ce cas, l'autorité organisatrice du système délimiterait les différentes zones (selon le niveau de densité), les heures de pointe et les heures creuses, ainsi que les catégories d'émission des véhicules. Ces paramètres permettraient de calculer la pondération des permis (on parle aussi dans la littérature de jetons ou *tokens*) à acquitter par les conducteurs de véhicules circulant dans la zone soumise au programme de régulation :

|                                      |          |           |                  |          |
|--------------------------------------|----------|-----------|------------------|----------|
| Véhicule particulier (VP) essence M1 | Euro I   | <b>10</b> | Zone peu dense   | <b>1</b> |
|                                      | Euro II  | <b>5</b>  | Zone dense       | <b>2</b> |
|                                      | Euro III | <b>2</b>  |                  |          |
|                                      | Euro IV  | <b>1</b>  |                  |          |
| VP diesel M1                         | Euro I   | <b>10</b> | Heures creuses   | <b>1</b> |
|                                      | Euro II  | <b>9</b>  | Heures de pointe | <b>2</b> |
|                                      | Euro III | <b>5</b>  |                  |          |
|                                      | Euro IV  | <b>3</b>  |                  |          |

(3) Raux (2000) reprend les trois principaux coûts de transaction mis en avant dans la littérature :

- les coûts liés à l'acquisition d'informations sur les options offertes aux acteurs et à la recherche de partenaires pour l'échange ;
- les coûts liés à la négociation et à la prise de décision (consultation d'intermédiaires, durée de la négociation, aspects juridiques, assurances) ;
- les coûts liés au suivi et au respect des règles qui sont en principe supportés par l'autorité publique.

## **Le numérique comme vecteur d'acceptabilité des politiques de transport ?**

Au regard de ce que nous venons d'écrire, il est donc possible aujourd'hui, grâce au numérique, de déployer des politiques publiques efficaces pour réduire l'usage de l'automobile en ville.

Mais avec l'instauration de plusieurs péages urbains (Singapour, Londres, Stockholm, Oslo...) et la médiatisation récente de cette option politique, la question de l'acceptabilité des politiques de transports contraignantes est d'actualité. En effet, cet outil – comme pour un éventuel marché de droits à circuler – ne recueille pas l'approbation des citoyens et les élus locaux demeurent encore logiquement frileux. Pourtant, avec l'émergence du numérique, les nouveaux modes de communication sont des supports d'information. À l'aide des plateformes et des applications mobiles d'information en temps réel, les autorités peuvent affiner l'information transmise aux usagers et accroître l'acceptabilité de mesures qui ne le sont pas *a priori*. Ainsi, comme le précise l'Association pour le développement des Transports, de l'Environnement et de la Circulation (ATEC) : « Les outils du numérique sont les seuls à pouvoir rendre visible la diversité de l'offre de mobilité voire la générer comme dans le cas de la mobilité partagée (...). On ne pourra pas faire de report modal sans gestion multimodale des trafics, ce qui suppose des incitatifs et de la restriction, des carottes et des bâtons. » Et pour faciliter cela, Aguilera et Rallet (2016) soulignent également que le numérique diminue les coûts de coordination et jouent un rôle d'intermédiation entre les différents acteurs.

De plus, les nouvelles technologies – et en particulier les applications numériques disponibles sur les smartphones – contribuent à mieux informer les usagers sur le coût réel de leur déplacement et peuvent « persuader » par l'information. En effet, avant de se déplacer, les automobilistes ne prennent pas en compte les coûts réels de leurs déplacements. N'intégrant que les dépenses privées de leur trajet (prix de l'essence, assurance, prix du péage...), ils ne mesurent pas les coûts sociaux qu'ils subissent, et qu'ils font subir au reste de la collectivité : retards, pollution sonore, émissions de CO<sub>2</sub>, usure des infrastructures... Ces effets externes ne sont pas pris en compte (Mirabel et Reymond, 2013). Aussi, il importe *a minima* d'informer les automobilistes sur leurs responsabilités dans le poids des externalités.

Enfin, le numérique peut constituer un vecteur d'information sur l'intérêt collectif que représente la réduction des déplacements automobiles. Dans ce contexte, les applications sur smartphone pourraient intégrer des messages et alertes, en temps réel, sur la comparaison des mobilités du point de vue de leurs impacts environnementaux. Comme l'explique Brisbois (2010), il est possible d'accroître la « pression normative » à travers des prescriptions du type « le meilleur choix est celui qui ne pollue pas ». Les économistes comportementalistes travaillent sur cette question et ont mis en évidence l'intérêt de messages permettant à l'individu de « situer » son comportement par rapport à celui des autres (*normes descriptives*) et de l'informer sur ce que les membres du groupe auquel il appartient approuvent ou désapprouvent (*normes injonctives*). Cela peut prendre la forme de messages permettant d'informer sur les effets néfastes de l'utilisation de l'automobile et son impact sur le réchauffement climatique pour les générations futures : une mesure qui permettrait clairement une meilleure acceptabilité par la population des instruments tarifaires ou réglementaires mis en place pour réduire l'auto-mobilité.

Dans le même esprit, des outils ludiques peuvent inciter au report modal. Par exemple, une étude originale (Nakashima *et al.*, 2017) développe un système de gestion de la mobilité basé sur le smartphone, utilisant la « gamification » (ou ludification). Cette application est un compteur de pas (podomètre) et introduit un score et un classement. Cette étude révèle que le comportement de certains participants peut changer par le jeu et la compétition.

## Conclusion

La Loi d'Orientation sur les Transports intérieurs (LOTI) de 1982 rappelle dans son article 1<sup>er</sup> (modifié par la loi n°2005-102) le « droit qu'a tout usager de se déplacer et la liberté d'en choisir les moyens » (premier volet) en précisant aussi que ce droit s'exerce « dans le respect des objectifs de limitation ou de réduction des risques, accidents, nuisances, notamment sonores, émissions de polluants et de gaz à effet de serre » (deuxième volet).

Dans ce contexte, le numérique participe au droit à la mobilité en mettant à disposition des usagers une information précise en temps réel sur les solutions de déplacement alternatives à l'automobile et en faisant émerger sur des plateformes et applications pour smartphones des opportunités de mobilités innovantes partagées, de multimodalités, d'intermodalités... Dans le même temps, ces outils permettent la mise en place de politiques efficaces pour réduire l'auto-mobilité et participent ainsi au respect du deuxième volet de l'article 1<sup>er</sup> de la LOTI.

Au-delà de ces dimensions très positives du numérique, une limite importante demeure : l'illectronisme ou illettrisme numérique (Sénat, 2018). Selon le baromètre du numérique de l'ARCEP et de l'Agence du Numérique paru en 2017, 27 % des Français n'ont pas de smartphone et, parmi ceux qui en disposent, 31 % ne se sentent pas compétents pour l'utiliser. Selon une enquête menée pour la société Keolis en 2016, 30 % des individus interrogés seraient « offline » c'est-à-dire qu'ils n'utiliseraient pas les services numériques dans les transports ; cela constitue clairement un frein à l'utilisation de tous les services mis à disposition des usagers sur les applications pour smartphones et un obstacle au développement de plateformes d'échanges de permis à circuler. En définitive, les chiffres illustrent une certaine fracture numérique et relativisent fortement le rôle du numérique comme vecteur de transformation durable des mobilités urbaines.

## Références bibliographiques

AGUILERA A. & RALLET A. (2016), « Mobilité connectée et changements dans les pratiques de déplacement », *Réseaux*, Éditions La Découverte, 6, n°200, pp. 17-59.

ATEC-ITS (2017), « Cadre stratégique : "Mobility as a Service" »  
<https://atec-its-france.com/production/feuille-de-route-maas-mobility-as-a-service/>

BRANDS D., VERHOEF E., KNOCKAER J. & KOSTER P. (2019), "Tradable permits to manage urban mobility: market design and experimental implementation", Tinbergen Institute, 2019-007/VIII, Tinbergen Institute Discussion Paper.

BRISBOIS X. (2010), « Le processus de décision dans le choix modal : importance des déterminants individuels, symboliques et cognitifs », Thèse de doctorat en psychologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble II.

DE PALMA A. & LINDSEY R. (2009), "Traffic Congestion Pricing Methods and Technologies", hal-00414526, 50 pages.

DE PALMA A., PROOST S., SESHARI R. & BEN AKIVA M. (2018), "Congestion tolling-dollars versus tokens: A comparative analysis", *Transportation Research Part B, Methodological*, 108, 261.

BAO Y., DOGTEROM N., ETTEMA D. & XU M. (2018), "Willingness to change car use under a tradable driving credits scheme: A comparison between Beijing and the Netherlands", *The Journal of Transport and Land Use*, Vol. 11 N°1 pp. 499-518.

MIRABEL F. & REYMOND M. (2013), *Économie des transports urbains*, Éditions La Découverte, Collection Repères.

MONTGOMERY D. (1972), “Markets in licenses and efficient pollution control programs”, *Journal of Economic Theory*, 1972, vol. 5, issue 3, pp. 395-418.

NAKASHIMA R., SATO T., MARUYAMA T. (2017), “Gamification Approach to Smartphone-app-based Mobility Management”, *Transportation Research Procedia*, 25, pp. 2344-2355.

RAUX C. & MARLOT G. (2000), « Application des permis négociables dans le secteur des transports », Laboratoire d'Économie des Transports, 72 pages, juin.

RAUX C. (2007), *Le Péage urbain*, La Documentation française, 92 pages, Collection Transports, recherche, innovation, Le point sur.

RAUX C. (2009), « Les droits à circuler échangeables : une forme alternative au péage urbain ? », *Les Cahiers scientifiques du Transport*, n° 55/2009, pp. 127-154.

SENAT (2018), « Mettre les nouvelles mobilités au service de tous les territoires », Rapport d'information sur les nouvelles mobilités, N°117, Enregistré à la Présidence du Sénat le 8 novembre 2018.