

LA CONTRIBUTION DES DEUX-ROUES MOTORISÉS À LA MOBILITÉ DANS UNE GRANDE MÉTROPOLE: LE CAS DE PARIS

par Pierre KOPP

Économiste – Professeur à l'université Panthéon-Sorbonne (Paris I)

Cet article examine les conséquences, pour Paris, de l'augmentation du nombre de deux roues-motorisés (2RM) dans la circulation (mesurée en véhicules kilomètre). Il ressort de notre étude qu'entre 2000 et 2007, la part du métro dans le total des déplacements concernant Paris a augmenté de 13,6 %, celle du RER a également augmenté de 10,3 % et celle de la SNCF de 20,5 %. Ces trois modes de transport représentent 57 % des déplacements quotidiens. En revanche, la part des autobus a diminué de 16 %, celle des voitures de 23,7 %. Les véhicules individuels motorisés représentent 37,3 % des déplacements totaux. Si on s'intéresse à la circulation viaire, où transports en commun (bus) et transports motorisés privés sont en concurrence pour utiliser un espace rare, les véhicules motorisés individuels pèsent 91,5 % et les transports en commun 8,5 %. La part des 2RM dans la circulation parisienne a augmenté de 36 % entre 2000 et 2007. Fait marquant, désormais, les 2RM assurent une part deux fois plus importante que celle des bus, dans les transports parisiens. Une enquête originale a permis de montrer que les 380 millions de passagers*km supplémentaires effectués en 2RM en 2007 par rapport à 2000, sont le fait pour 53 % d'un report modal depuis les transports en commun vers le 2RM. Pour le reste, 26,5 % proviennent de la voiture et 20 % correspondent à une utilisation plus accrue des 2RM par ceux qui en possédaient déjà en 2000. La croissance de la part des 2RM dans la circulation parisienne est-elle bénéfique pour la collectivité? Ce report modal engendre des gains de temps de 289 M€ et augmente le coût d'usage des véhicules, pour leurs propriétaires de 104 M€. Le coût des accidents augmente de 49 M€ et les conséquences négatives en termes de pollution sont évaluées à 22,6 M€. Au total, le gain pour la collectivité est de l'ordre de 115 M€. Le problème majeur est celui du coût de l'accidentalité. Le fait qu'il y ait, en moyenne, 21 tués en 2RM, à Paris (moyenne 2006-2007), mode qui assure 16 % des passagers*km réalisés chaque jour dans les artères parisiennes et 6 (moyenne 2006-2007) pour le vélo qui n'assure que 0,2 % des déplacements, offre un contraste saisissant. La conversion massive au 2RM s'est faite sans grand soutien de la politique publique. La politique publique pourrait améliorer encore le solde coût-bénéfice du report modal en faveur du 2RM en prenant des mesures qui diminueraient le nombre d'accidents.*

I. — INTRODUCTION

Les transports dans une grande métropole peuvent être analysés selon deux perspectives assez différentes, celle du choix privé, qui vise à optimiser les choix individuels et celle du choix collectif qui poursuit un objectif de soutenabilité des modes de transports.

Du point de vue du choix privé des individus, le choix du moyen de transport adapté est celui qui permet de réaliser un trajet dans de bonnes conditions de sécurité, à un coût raisonnable et en y consacrant le moins de temps possible. Le confort et la flexibilité des modes de transport sont

Remerciements: L'auteur de la présente étude tient à remercier Jean Pierre Orfeuil et Rémy Prud'homme qui ont accepté de lire des versions antérieures et suggéré des modifications. Martin Koning a également relu une première version et proposé des changements. Tout au long de mon travail, j'ai bénéficié de l'échange intellectuel permanent qui constitue la base de ma collaboration scientifique avec Rémy Prud'homme. Il faut également remercier les étudiants du Master d'Économie Publique (2008-2009) de l'université de Panthéon Sorbonne (Paris I) qui ont accepté de participer aux deux enquêtes statistiques auprès des conducteurs de 2RM à Paris. Anissa Boulemia, Anne Fehr, Luc Lenormand, Adeline Saillard ont mené avec sérieux et bonne humeur un travail parfois ingrat mais indispensable. Les réunions de travail pour mettre au point les enquêtes statistiques ont bénéficié des infrastructures du CES, laboratoire de recherche du CNRS à l'université Panthéon Sorbonne (Paris I), mon laboratoire d'appartenance. Les deux enquêtes statistiques ont bénéficié d'un financement partiel de l'Association des Constructeurs Européens de Motocycles (ACEM). J'adresse à tous ceux qui ont aidé cette recherche mes sincères remerciements et les décharge de toute responsabilité quant à la forme et au contenu de l'article final.

déterminants dans le choix des individus. Il est possible d'agrèger ces variables et de considérer que l'individu cherche à minimiser le coût complet de son déplacement.

Du point de vue de la collectivité, il convient que les choix de transports des individus soient soutenables, c'est-à-dire compatibles avec la taille des infrastructures et que les externalités (notamment environnementales) restent limitées.

La politique publique a pour fonction de permettre la compatibilité entre ces deux registres de choix. En augmentant les taxes, élargissant les infrastructures, créant des transports publics, etc., la puissance publique agit sur les choix des individus et les oriente dans le sens qu'elle a choisi.

Les transports en deux roues motorisés (2RM) présentent un certain nombre de caractéristiques originales et devraient susciter des politiques publiques spécifiques. On peut s'étonner du fait que les 2RM ne fassent l'objet que d'un nombre très réduit d'études et que les politiques publiques restent très peu explicites à leur sujet.

À partir des données de l'Observatoire des Déplacements (2009) et de l'enquête globale Transport 2002 réalisée par la DREIF, nous pouvons isoler les changements des intensités respectives mesurés en véhicules/km, dans l'utilisation des différents modes de transport, dans la métropole parisienne.

L'objet de cette étude est de commencer à combler le manque de réflexion sur le rôle des 2RM dans les grandes métropoles. Nous proposons de nous livrer à une première étude coût-bénéfice du report modal vers le 2RM. Le terrain de notre étude est fourni par la ville de Paris (1) entre 2000 et 2008. Une telle étude est répliquable dans d'autres capitales européennes.

Cette étude ouvre une réflexion sur l'efficacité comparée des différents modes de transport urbain. Savoir s'il existe un mode de transport « plus efficace » que les autres constitue une réflexion transversale sur

Méthodologie

Nous proposons de calculer, à Paris, entre 2000 et 2007, les coûts et les bénéfices de l'accroissement de la circulation en deux-roues motorisés.

À partir des données de l'Observatoire des Déplacements (2009) et de l'enquête générale Transport (2002 et 2008) nous pouvons isoler les changements des intensités respectives mesurés en véhicules/km, dans l'utilisation des différents modes de transport, dans la métropole parisienne.

Il est ensuite possible de calculer les coûts et les bénéfices des changements intervenus. Nous comparerons les bénéfices, notamment ceux associés aux gains de temps et aux nouveaux déplacements, avec les coûts, en particulier, ceux engendrés par les accidents et la pollution. Pour illustrer notre démarche, prenons le cas d'un conducteur d'automobile qui décide de, désormais, se déplacer en 2RM. Le coût d'amortissement du véhicule diminue, la consommation d'essence change, la vitesse de déplacement, les assurances, les taxes, le coût probabilisé d'accident, etc. sont modifiés.

Il convient donc de recenser les véhicules*km qui sont désormais effectués en 2RM. Certains de ces véhicules*km correspondent à des trajets nouveaux (les usagers du 2RM se déplacent plus) et d'autres se substituent à des trajets anciennement réalisés en voiture ou en transports en commun. Observons que lorsque des utilisateurs abandonnent la voiture pour le 2RM, ils libèrent une fraction de l'espace viaire et contribuent à décongestionner la circulation. La collectivité voit donc les coûts et les bénéfices se transformer. L'ensemble des variables sont affectées (vitesse, nombre de déplacements, consommation, CO₂, congestion, taxes, taux de remplissage des transports publics, accidentalité, bruit, etc.).

La politique publique peut être un facilitateur ou au contraire un frein à l'extension de l'usage d'un mode de transport. Nous examinerons la politique publique parisienne (2). Il est possible que la politique générale menée par la municipalité ait favorisé l'extension de l'usage du 2RM sans pour autant que cette dernière l'ait souhaité ou favorisé ni même accompagné par des mesures incitatives ou d'accompagnement.

Tout mode de transport urbain est porteur d'avantages et d'inconvénients. Il est intéressant de savoir si la politique publique vient tenter de réduire les inconvénients propres au 2RM ou si elle est neutre. Dans le cas des 2RM on peut poser comme hypothèse que le principal inconvénient de ce mode de transport est constitué par l'accidentalité. Si, par ailleurs, les avantages associés à ce mode de déplacement sont importants (gains de temps), on peut attendre de la politique publique qu'elle tente de réduire les inconvénients afin que la collectivité tire pleinement profit des avantages.

Les politiques publiques sont généralement associées à des dépenses publiques qui constituent l'un des instruments permettant de repérer l'importance relative que le décideur public attache à différents objectifs. On compare ainsi souvent les budgets des différents ministères pour discuter l'importance relative que le décideur public leur accorde. Cette approche, un peu frustrante lorsqu'elle porte sur des cibles différentes (Éducation *versus* Défense, par exemple), est particulièrement justifiée lorsqu'il s'agit de comparer plusieurs programmes qui concourent au même objectif. Dans le cas de la politique municipale du transport, c'est le même objectif qui est poursuivi, quel que soit le mode de transport considéré. La politique publique doit chercher à favoriser la mobilité en veillant à la soutenabilité du développement urbain. En conséquence, il est intéressant de comparer l'intérêt, les orientations et bien sûr, les dépenses attachées à chaque vecteur de transport.

laquelle nous reviendrons en conclusion. Il s'agit d'une première étude qui vise plus à déclencher un débat sur le rôle du 2RM dans une grande agglomération plutôt que prétendre apporter un résultat définitif. Notre travail repose sur des données, qui nous le verrons, bien que provenant de sources officielles sont discutables, sont incomplètes et souvent incohérentes entre elles. Cet état de fait a été souligné par une note du PREDIT (2008). Cette note souligne le manque criant de données fiables en matière de 2RM: « les statistiques sur les deux-roues motorisés sont lacunaires et fra-

giles. Elles reposent souvent sur des estimations sujettes à caution ». Il conviendra de reprendre nos résultats lorsque de nouvelles données seront disponibles.

(1) Analyser les déplacements à Paris consiste à s'intéresser aux déplacements ayant pour origine ou pour destination Paris, c'est-à-dire passant par Paris, indépendamment du lieu de résidence de la personne considérée.

(2) La politique des transports à Paris est affectée par les décisions de la municipalité qui a l'autorité de réguler les voies de circulations, et du STIF qui gère, pour l'Île-de-France, les transports en commun. La municipalité parisienne n'est donc pas le seul acteur de la politique parisienne des transports. On peut considérer que la politique de la municipalité est mise en œuvre sous la contrainte de l'offre de transport public géré par le STIF.

II. — LA RÉPARTITION ENTRE LES MODES DE TRANSPORT (2000-2007)

Les données permettant de calculer l'importance du 2RM dans les déplacements parisiens sont assez imprécises. On dispose de deux sources principales, l'enquête générale Transport et le « Bilan des déplacements » pour Paris, et de deux enquêtes diligentées par nos soins (Kopp *et alii*, 2009 a et b).

Les sources et les données

Nous utilisons deux sources. Premièrement, l'enquête nationale sur les transports et les déplacements dite EGT (Enquête Globale Transport) menée sur l'Île-de-France par la DREIF (Direction Régionale de l'Équipement en Île-de-France). L'EGT a le double inconvénient de ne distinguer entre les différents types de transports en commun que dans le recueil des données et pas dans leur analyse, et de ne concerner que les déplacements des résidents en Île-de-France, à l'exclusion des déplacements dans Paris des touristes et surtout des véhicules de livraison de marchandises. Deuxièmement, le « Bilan des déplacements » qui est une plaquette éditée depuis 2002 par la mairie de Paris, qui recense l'ensemble des informations disponibles sur les déplacements dans Paris. Cette plaquette utilise les données de l'EGT. Mais la mairie de Paris a collationné d'autres données provenant de plusieurs sources. Le résultat est très décevant. L'Observatoire des Déplacements ne mesure que ce qui se passe sur les 190 km « instrumentés » d'un réseau de 1 500 km, pas plus que la part des déplacements en RER et en train de banlieue effectuée dans Paris intra muros. Les données sur les taxis (nous y reviendrons) sont discutables. Les données sur les bus sont contradictoires avec celles produites par la RATP, nous y reviendrons également.

La plaquette de l'Observatoire des Déplacements ne fournit donc pas, selon Orfeuil, Massot, Proulhac (2006), experts en matière de transport et engagés par la mairie pour l'évaluer, une vision globale des déplacements sur le territoire parisien. La plaquette est constituée d'indicateurs non comparables, des usages de modes collectifs, des indices de circulation automobile sur un sous-réseau instrumenté, des usages sur quelques points de comptage. En bref, et selon ces chercheurs, *on ne dispose pas d'une vision globale du poids des différents systèmes*.

Nous tentons de corriger les données de l'Observatoire des Déplacements afin d'obtenir un tableau plus précis des différents modes de transport. Le tableau 4 comble un manque et présente une estimation raisonnable du partage modal en 2000 et 2007. Les calculs permettant la construction du tableau 4 reprennent la méthode employée par Prud'homme, Kopp et Bocajero (2005). Nous précisons toujours l'origine des données, qui proviennent toujours d'une autorité publique et, pour les 2RM, de la première enquête diligentée par nos soins en novembre 2008 (Kopp *et alii*, 2008 a).

Une première remarque portant sur la période précédant celle de notre étude s'impose. Contrairement à une perception répandue, la demande de transport dans Paris intra muros n'a pas augmenté, mais a diminué dans les années 1990. Le nombre de déplacements motorisés ayant Paris pour origine ou destination est passé de 7,17 millions par jour en 1991 à 6,83 millions par jour en 2001, soit une diminution d'environ 5 %, soit 0,5 % par an (voir les différents « Bilans des déplacements »). Cette diminution concerne l'ensemble des déplacements motorisés. On reste dans l'attente d'une nouvelle EGT, dont la sortie est prévue pour 2009, afin de compléter ou corriger cette tendance.

Ensuite, plusieurs notions méritent d'être explicitées. Premièrement, les statistiques sont calculées en utilisant le concept de « mode principal ». Un déplacement réalisé à pied est comptabilisé comme un déplacement du mode « marche ». Lorsque deux modes de transport sont utilisés (bus + marche) c'est la distance qui est la plus longue qui déclenche le classement. Ce mode de classement sous-estime le rôle de la marche. Toutefois, notre tableau ne porte que sur les déplacements mécanisés. Les déplacements recensés dans le tableau « concernent » Paris, c'est-à-dire qu'ils portent sur des déplacements dont l'origine et/ou la destination est Paris.

L'unité de mesure est celle du « véhicule*km » (3). En effet, l'unité de mesure parfois adoptée, à tort, du nombre de déplacements revient à accorder le même poids à un déplacement de 50 mètres pour aller du domicile à la boulangerie et à un déplacement de 15 km pour se rendre du domicile au travail. L'unité de mesure « véhicule*km », pondère donc l'importance de chaque déplacement par sa longueur. Ceci est d'autant plus justifié que c'est parce que les déplacements portent sur des distances assez longues que les usagers se gênent mutuellement (congestion dans les transports en commun ou sur les routes).

La part des Parisiens (au sens de résidents du département 75) dans ces déplacements n'est pas connue avec précision, mais elle est proche de la moitié. Elle est sans doute majoritaire pour les autobus et peut-être pour le métro, mais elle est minoritaire en ce qui concerne les voitures particulières, notamment pour le périphérique, ainsi que

(3) On parle aussi de *passagers*km*. On suppose généralement que le taux d'occupation d'une voiture est de 1,3. En absence de données celui d'un 2RM a été arbitrairement fixé à 1, bien qu'il soit forcément légèrement supérieur à 1.

pour le RER et la SNCF. Orfeuill, Massot, Proulhac (2006) donnent les éléments suivants: 89 % des déplacements à pied et 100 % des déplacements en roller, seraient le fait de Parisiens, 100 % pour les vélos, 58 % pour les 2RM, 82 % pour le bus, 69 % pour le métro, 18 % pour le RER, 46 % pour le fer, 50 % pour les voitures avec conducteurs, 58 % pour les voitures avec passagers, 70 % pour les taxis, 30 % pour les utilitaires, soit 53 % pour l'ensemble.

Les données proposées par l'Observatoire des Déplacements concernant les taxis sont discutables. Elles indiquent une augmentation de 289 % des passagers*km effectués en taxi entre 2000 et 2007, ce qui semble peu crédible. L'explication tient au fait que l'Observatoire des Déplacements considère que la part des taxis dans la circulation parisienne est passée, entre 2000 et 2006, de 2 % à 6 %. Ces chiffres nous semblent donc peu fiables et une enquête « taxi » serait nécessaire. Par souci de réalisme, nous avons utilisé, pour 2007, le même chiffre qu'en 2000, en l'attente de plus d'informations (4).

Pour les bus, l'Observatoire des Déplacements signale une légère augmentation du trafic, entre 2000 et 2007. Nous sommes allés à la source première des données statistiques: la RATP. Selon cet organisme, la fréquentation des autobus décroît. Pour une raison que nous ignorons, l'Observatoire des Déplacements fait apparaître une augmentation de la fréquentation des bus durant la décennie alors que la RATP indique une baisse (voir tableau 1).

Les données concernant les 2RM établies par l'Observatoire des Déplacements (2000-2009) sont peu satisfaisantes. L'Observatoire calcule un indice annuel du nombre de 2RM à partir d'un comptage réalisé sur un échantillon de six sites (bd Sébastopol, boulevard Saint Germain, rue de Rivoli, boulevard Henri IV, avenue de Jemmapes), un mardi sur deux, pendant les

TABLEAU 1 : Le trafic sur les lignes d'autobus (Paris)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MV*km	920	907	843,3	815,9	827,2	785,1	769,6	766,0

Source: RATP, Statistiques annuelles, 2003, 2005, et 2007

TABLEAU 2 : Nombre de véhicules circulant par tranches horaires et types de véhicules

Tranche horaire	Véhicules utilitaires	Taxis	2RM	Véhicules particuliers	Total
7h-9h	2.056	1.08	2.351	8.673	14.288
10h-12h	1.792	1.179	2.362	8.925	4.278
14h-16h	1.364	1.116	2.356	8.269	13.105
17h-19h	1.308	954	2.893	9.836	14.991
21h-23h	629	1.505	1.660	7.315	11.109
Total	7.149	5.962	11.642	43.018	67.771

Source : enquête de l'auteur.

périodes horaires suivantes: 8h30 – 9h30 et 17h30 – 18h30. Une telle procédure est étonnante. Outre le fait que le recueil de données est concentré autour de l'Hôtel de Ville, il ne porte que sur des grandes voies. Le fait de ne pas inclure des rues à faible débit conduit à surreprésenter la circulation des 2RM sur les grandes voies dans la circulation totale des 2RM, sans qu'on puisse prédire de conséquences de cette surreprésentation. De même, la proximité des lieux conduit à un double comptage des mêmes véhicules, sans doute sans conséquences. Le fait de ne s'intéresser qu'aux heures de pointe conduit également à surreprésenter cette tranche de la journée. La méthodologie utilisée est frustrante. Elle fut sans doute justifiée lorsque les 2RM ne représentaient qu'une part très faible de la circulation dans Paris. Une étude plus sérieuse s'imposait au vu de l'importance prise par ce mode de déplacement. Dans cet esprit, nous avons procédé à une enquête. En novembre 2008, nous avons procédé à un comptage de véhicules réalisé dans plusieurs emplacements parisiens (Kopp *et alii*, 2009a). Le choix du mois de novembre ne peut pas être taxé de mener à une surestimation du nombre de 2RM, au contraire. Le choix des emplacements s'est fait de manière aléatoire (5). Le tableau suivant présente les données du comptage sous forme agrégée,

par tranches horaires, et par types de véhicules (voir tableau 2).

Il ressort de notre enquête que dans une journée moyenne, les véhicules utilitaires représentent 10,55 % de la circulation en surface (hors autobus et vélos), les taxis, 8,80 %, les 2RM 17,18 % et les voitures particulières 63,48 %. En revanche, nous n'avons pas de données pour 2000. Sachant que l'Observatoire des Déplacements sous-estime la part des 2RM en 2007, on peut supposer qu'il la sous-estimait déjà, de la même manière, en 2000. Le taux de croissance des 2RM avancé par l'Observatoire

(4) Ce qui est logique car le nombre de taxis augmente à peine et celui des courses est constant.

(5) Le choix des emplacements s'est fait de façon aléatoire, par tirage, parmi 50 emplacements choisis dans Paris. Ces 50 emplacements devaient représenter l'espace de circulation parisien et les différences de fréquentation des espaces viaires dans Paris. Ainsi ont été choisis, des grands boulevards, des places, des portes donnant sur le périphérique, des rues passant au sein de plusieurs quartiers, des rues encastrées dans un quartier. Le comptage s'est opéré sur les six sites suivants: gare Montparnasse, place de Clichy, rue de Crimée, rue de Vaugirard, boulevard de la Villette, rue Barrault. Le comptage a été réalisé sur la période du 6 novembre au 22 novembre 2008. Chaque site a été étudié deux jours, un jour de la semaine ainsi qu'un samedi. Cette procédure permet de capter les différences de trafic entre le week-end et la semaine, et donc d'avoir des chiffres représentatifs de la circulation moyenne par moyen de transports à Paris. Le comptage était effectué dans la journée lors de cinq tranches horaires: 7 heures – 9 heures, 10 heures – 12 heures, 14 heures – 16 heures, 17 heures – 19 heures, 21 heures – 23 heures. 67771 véhicules ont été observés lors du comptage.

TABLEAU 3 : Proportion des véhicules circulant par tranches horaires

Type de véhicules	7h-9h	10h-12h	14h-16h	17h-19h	21h-23h
Véhicules utilitaires	14,39%	12,55%	10,41%	8,73%	5,66%
Taxis	8,45%	8,26%	8,52%	6,36%	13,55%
2RM	16,45%	16,68%	17,98%	19,3%	14,94%
Voitures particulières	60,70%	62,51%	63,10%	65,61%	65,85%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Source : enquête de l'auteur

(36 %, entre 2000 et 2007) est, en revanche, crédible, bien qu'un peu faible, et nous l'avons appliqué en rétopolant nos données de 2007, en 2005 (6) (voir tableau 3).

Selon notre enquête, les 2RM sont particulièrement présents dans la circulation entre 17 heures et 19 heures. La demande de taxi la plus forte se situe entre 21 heures et 23 heures et la moins élevée entre 17 heures et 19 heures, sans doute car l'offre est inexistante. Les véhicules utilitaires sont le plus présents sur l'espace de circulation

parisien le matin de 7 heures à 9 heures. La courbe « voitures particulières » est croissante jusqu'à 9 heures puis décroissante jusqu'à 14 heures. Ceci traduit le fait que les usagers prennent leur voiture pour aller au travail et restent à leur travail. Puis, la courbe redevient croissante jusqu'à 19 heures: les usagers ont fini leur travail et reprennent leur voiture pour rentrer chez eux. La courbe est de nouveau décroissante tout le long de la soirée: il ne reste plus que les usagers de voitures particulières qui rentrent tard

chez eux. La courbe « deux-roues motorisés » suit relativement les mêmes variations à partir de 16 heures. Par contre, jusqu'à cette heure, la courbe « 2RM » est légèrement croissante. Cela peut s'expliquer par le fait que ce moyen de transport est utilisé pour des raisons pratiques, à l'intérieur de Paris, par des gens actifs qui se rendent à un rendez-vous, par des coursiers, ou par une population encore lycéenne ou étudiante, qui a des horaires différents des actifs classiques. La courbe « taxi » est relativement constante jusqu'à 17 heures, puis elle baisse légèrement jusqu'à 19 heures pour devenir croissante en soirée. L'usage des taxis est donc moins fort entre 17 heures et 19 heures, la tranche horaire où les individus quittent leur travail. Cet usage est intensif en soirée, ce qui correspond à d'autres formes de déplacements que durant la journée (loisirs, sorties, retour chez soi) (voir tableau 4).

TABLEAU 4 : Changement de la répartition du traficⁱ entre les modes (2000 2007)

	2000	2007	Taux croissance	% du total
Métro	6,14 ^a	6,98 ^a	+13,6%	32,5%
RER (RATP, lignes A et B)	2 ^b	2,21 ^b	+10,3%	10%
SNCF (trains, autres RER)	2,83 ^c	3,2 ^c	+20,5%	14,5%
Total déplacements site propre	11	12,3	+12,15%	57%
Autobus	0,97 ^d	0,77 ^d	-16%	3,5%
Véhicules particuliers (VP)	6,7 ^e	5,11 ^e	-23,7%	24%
VP périphérique	1,85 ^f	1,71 ^f	-7,4%	7,5%
Taxi	0,19 ^g	0,19 ^g	+0% ⁱ	1%
2RM	1,06 ^h	1,44 ^h	+36%	7%
Total déplacements sur réseau viaire	10	9	-13%	43%
Total général	21,7	21,5	-0,77%	100%

Sources et notes: les chiffres des deux premières colonnes sont donnés en milliard de passagers*km par an, les autres chiffres sont des pourcentages. Les données de croissance proviennent de l'Observatoire des Déplacements (2007), sauf mention contraire. ^a 1283 (voyages par an en milliers) x 0,95 (pourcentage des voyages effectués dans Paris) x 4,8 (distance moyenne, en km)/321 (jours par an); ^b 404 (voyages par an, en milliers) x 0,8 (pourcentage des voyages intéressant Paris) x 6 (distance moyenne, en km)/321 (jours par an); ^c 547 (voyages par an, en milliers) x 0,8 (pourcentage des voyages intéressant Paris) x 6 (distance moyenne, en km)/321 (jours par an); ^d 357 (voyages, en milliers) x 2,4 (distance moyenne)/321 (jours par an). Les statistiques annuelles du STIF (syndicat des transports d'Île-de-France qui comme son nom ne l'indique pas est l'autorité régulatrice des transports en Île-de-France) donnent 846 millions de voyageurs*km pour les autobus parisiens, en 2000, 827 millions, en 2004; ^e 2143 (nombre de véhicules par km par heure sur réseau instrumenté) x 190 (longueur du réseau instrumenté en km) x 14 (heures entre 7 h et 21 h) x 1,25 (pour inclure la circulation entre 21 h et 7 h) x 2,5 (pour tenir compte du trafic hors réseau instrumenté) x 0,87 (pour tenir compte du fait que 2 % des véhicules sont des taxis, 7 % des véhicules utilitaires et 4 % des motos, en 2000). En 2007, la part des taxis est de 6 % x 1,25 (passagers par véhicule); ^f 6162 (nombre de véhicules par km par heure par sens) x 70 (longueur des voies du périphérique en km) x 14 x 1,25 x 0,87 (cf. supra) x 0,65 (part du trafic intéressant Paris) x 1,25 (passagers par véhicules); ^g Chiffre voitures x 2/87 ou 6/87 en 2007 (le trafic taxis par rapport au trafic voitures passe de 2 % à 6 %); ^h Chiffre voitures x 4/87 (trafic motos/voitures); ⁱ Nous ne disposons que de données sur 321 jours ouvrés. Nous calculons les données annuelles en considérant que la circulation est 20 % plus faible durant les deux jours du week-end que durant les cinq autres jours de la semaine. Nous augmentons donc le chiffre de 8 %; ^j faute de bonnes données sur les taxis nous conservons en 2007 le chiffre de 2000.

Le nombre de passagers*km concernant Paris (7) dans chacun des modes varie chaque année. Le tableau ci-dessus présente nos résultats. Nous avons utilisé les données de l'Observatoire des Déplacements en procédant aux modifications exposées ci-dessus pour les autobus et les 2RM. Pour les taxis nous pensons que les données sont médiocres mais nous ne sommes pas en mesure de les redresser.

Les changements de mode de transport

On voit que plus de la moitié du trafic de personnes, mesuré en passagers* km, s'effectue en site propre, et principalement sous la terre (métro, RER). L'autre moitié

(6) Concrètement, les 2RM représentent, d'après notre enquête, 17 % dans la circulation particulière viaire et les autres véhicules 83 %. Les 2RM comptent alors pour 1,44 milliard de VHK en 2007 et 1,06 milliard de VHK en 2000 et 11 % de la circulation privée viaire et non 4 %, comme l'indiquait l'Observatoire des Déplacements.

(7) Voir infra note 1.

s'effectue dans les rues de Paris qui supportent en outre le trafic des poids lourds et des véhicules utilitaires (qui ne figurent pas dans le tableau 4 consacré aux déplacements de personnes exprimés en passagers*km). Pour l'essentiel, transports en commun et transports privés empruntent donc des voies différentes et ne sont guère en conflit. L'exception, et nous y reviendrons, concerne les déplacements en autobus, qui assurent, en 2007 près de 4 % du total des déplacements, et environ 9 % des déplacements effectués sur le réseau viaire (moins si l'on prend en compte les véhicules de livraison). Les déplacements en bicyclette n'apparaissent pas non plus dans le tableau 4 qui ne concerne que les déplacements motorisés. Leur importance est faible parce que ce mode est lent, ne permet pas le transport de passagers ou de marchandises, ni les déplacements de longue distance. On l'estime à 60 000 passagers*km par jour, ce qui représente environ 0,8 % des déplacements sur la voirie, soit 0,4 % de l'ensemble des déplacements. Les données sur les déplacements en bicyclette sont imprécises. Une seule composante est à peu près connue, le Vélib. 20 000 Vélib, utilisés six fois par jour, sur deux kilomètres donnent 240 000 voyageurs*kilomètre.

Il ressort des grandes tendances retracées par le tableau 4 que la circulation en site propre a augmenté de 12 % tandis que le trafic viaire a diminué de 14 %. La part de l'automobile a régressé de 24 % (hors périphérique) tandis que celle des bus a diminué (16 %). Le grand gagnant de la décennie est le 2RM qui progresse déjà de 36 % (et ce chiffre est probablement sous-évalué). La contribution des trains de la SNCF et des RER (sauf les lignes A et B) augmente de 10,5 %, celle du RER (lignes A et B) de 10 % et celle du métro de 13,6 %. Ces résultats posent la question de la congestion des transports publics. Autant les bus ne rencontrent pas le succès escompté, malgré une forte politique publique en leur faveur, autant le métro, les

TABLEAU 5 : Les distances parcourues

Mode principal	Distance moyenne parcourue à Paris (km)	% déplacements	% distances parcourues à Paris	% de Paris dans les distances
À pied, en roller	1,8	35	7,1	95
En vélo	0,2	1	0,8	66
En 2RM	0,6	2	2,4	45
En bus	1,7	6	6,7	85
En métro	7,7	20	30,4	73
En RER				
En voiture conducteur	5,0	16	19,8	33
En voiture passager	1,2	4	4,7	36
En taxi	0,2	1	0,8	50
Déplacement utilitaires	0,3	1	1,2	23
Total	25,3	100%	100%	42

Source : Orfeuil, Massot, Proulhac (2006)

trains et le RER bénéficient des effets de report de l'automobile mais sont au point de saturation. La question de savoir si la régression de la part de la voiture peut s'accroître, sans perte de mobilité, alors que les infrastructures sur rail ne peuvent pas faire face à une demande infinie, est posée. Fait marquant, le 2RM assure un service qui est égal à deux fois celui des bus (sans politique publique incitative ni subvention).

Orfeuil *et alii* (2006) apportent des informations intéressantes sur les distances parcourues. Le calcul des distances parcourues sur le strict territoire de Paris ne pose aucun problème. L'estimation de la part « parisienne » des distances parcourues pour les déplacements Paris-banlieue est plus complexe. Toutes les grandes institutions (Dreif, Iaurif qui est un organisme d'études urbaines placé sous la tutelle du conseil régional d'Île-de-France, mairie de Paris, etc.) disposent de logiciels d'affectation des trafics géoréférencés, qui permettent d'affecter aux arcs parisiens la charge qu'ils supportent, c'est-à-dire de reconstituer la distance depuis la porte de Vanves d'un déplacement Chatillon – Saint Lazare en métro ou depuis la porte de Bercy d'un déplacement en voiture de Marne la Vallée à la place d'Italie. Orfeuil *et alii* (2006) ne disposent pas de ce type d'outil, et proposent une procédure approchée, plus simple: ils considèrent que, pour un dépla-

cement, dans un mode donné, la distance parcourue dans Paris d'un déplacement Paris-banlieue est égale à la distance parcourue dans ce même mode pour un déplacement Paris-Paris, qui est donnée directement par l'EGT (voir tableau 5).

En conclusion, nous savons donc, d'après le tableau 4, que le nombre de passagers*km en 2RM a augmenté de 36 % entre 2000 et 2007, passant de 1,06 à 1,44 milliard de véhicules*km, soit une augmentation de 380 millions de passagers*km. Nous savons d'après le tableau 5 quelles sont les parts respectives de déplacements réalisées dans Paris et en banlieue. Il reste encore à connaître l'origine des nouveaux véhicules*km réalisés en 2RM. Sont-ils le fait d'anciens automobilistes ou d'anciens usagers des transports en commun ou encore d'individus utilisant plus intensément leurs deux-roues? Pour mener à bien cette analyse, nous avons mené une seconde enquête originale (Kopp *et alii*, 2008b).

III. — LA CROISSANCE DE LA PART DU 2RM DANS LA MOBILITÉ PARISIENNE

Nous avons essayé de comprendre d'où provenaient les nouveaux 380 millions de

passagers*km qui apparaissent entre 2000 et 2007 à Paris. Pour ce faire, nous avons mené une seconde enquête, à Paris, en novembre 2008 (Kopp *et alii*, 2008b) auprès de 141 conducteurs de 2RM.

Méthode d'enquête

L'enquête consacrée aux utilisateurs de 2RM s'est déroulée sur deux semaines consécutives entre le jeudi 6 novembre et le samedi 15 novembre 2008. Quatre enquêteurs ont administré un questionnaire, dans huit lieux différents, dans Paris, chaque enquêteur ayant la responsabilité de deux emplacements. Les lieux de l'enquête ont été tirés aléatoirement avec une bille lancée sur le plan de Paris. Nous avons effectué cinquante tirages et tiré ensuite au sort parmi les cinquante résultats. Les lieux sont les suivants: boulevard de la Villette, rue de Vaugirard, porte de Clignancourt, gare Montparnasse, place de Clichy, rue de Crimée, place de la République, rue Barrault. Ces différents lieux offrent un échantillon des différents types de voies de circulation à Paris. À chacun des emplacements choisis, l'enquêteur s'est positionné près d'un point d'arrêt des conducteurs de 2RM (parking deux-roues, station essence, magasin de 2RM), pour pouvoir les interroger. Le questionnaire a été administré à chaque emplacement successivement un jour de la semaine et un jour du week-end. Cette procédure permet de capter les différents usages qui sont faits du 2RM selon les moments de la semaine. Le questionnaire fut donc administré, pour chacun des emplacements, un jeudi et un samedi de la même semaine. Les questionnaires ont été administrés dans la journée lors des quatre tranches horaires suivantes: 8 heures – 9 heures, 11 heures 30 – 12 heures 30, 16 heures 30 – 17 heures 30, 21 heures – 22 heures.

Résultats

Les caractéristiques des véhicules font apparaître une forte prééminence des

TABLEAU 6 : Les caractéristiques des véhicules

Moins de 50 cm ³	14,48%
Entre 50 cm ³ et 125 cm ³	56,55%
Supérieur à 125 cm ³	28,97%
<i>Total</i>	<i>100%</i>
Scooter	66,9%
Moto	33,10%
<i>Total</i>	<i>100%</i>

Source : enquête Kopp *et alii* (2008b)

TABLEAU 7 : Catégories socio-professionnelles des conducteurs

CSP	%
Cadres	28%
Professions libérales	26%
Fonctionnaires	6%
Employés	29%
Étudiants	8%
Chômeurs	2%
Retraités	1%
<i>Total</i>	<i>100%</i>

Source : enquête Kopp *et alii* (2008b)

petites cylindrées et des scooters, conséquence, d'une part du caractère urbain de ce type de 2RM et d'autre part de la réglementation d'accès au 2RM (voir tableau 6).

Les détenteurs de 2RM sont bien répartis entre les catégories socioprofessionnelles. On perçoit que les limites à la généralisation de l'usage du 2RM tiennent plutôt à l'âge et au genre (8), qu'au revenu (voir tableau 7).

Les autres informations relatives aux caractéristiques des conducteurs sont les suivantes. Les déplacements journaliers réalisés en 2RM sont urbains à 65 % et mixtes à 35 %. 70 % des conducteurs résident en Île-de-France et 30 % dans Paris. Les motifs des déplacements sont: travail (91,72 %), école (3,45 %), loisirs (2,76 %). Les distances parcourues en 2RM sont très différentes d'un usage à l'autre. La moyenne est de 239 km par semaine. La médiane est 150 km par semaine. Le temps moyen passé sur le 2RM est 1 heure 30 et la médiane 60 minutes. Il est intéressant de noter que 58 % des usagers de 2RM n'utilisent pas quotidiennement d'autres moyens de transport. Ceux qui en utilisent

un, choisissent l'automobile (28 %) bien avant les transports en commun (10 %).

Parmi les actuels utilisateurs de 2RM, 60 % étaient déjà utilisateurs en 2000 et 31 % l'utilisent de manière plus intensive, en moyenne 100 km de plus par semaine. Ce chiffre est important. La distance moyenne parcourue en 2RM est de près de 200 km et la distance supplémentaire parcourue par ceux qui utilisaient déjà le 2RM est de 100 km; donc une fois le 2RM adopté, les conducteurs augmentent considérablement la durée d'utilisation, donc les gains de mobilité. Nous sommes en présence d'un phénomène qui mériterait d'être éclairé plus précisément mais qui ressemble à des rendements croissants d'adoption.

Le tableau 8 indique quelles sont les origines des 380 millions de passagers/km qui sont effectués en plus, par rapport à 2000. On distingue les anciens utilisateurs de 2RM, les anciens utilisateurs des transports en commun (TP), les anciens utilisateurs de la voiture et les anciens utilisateurs du vélo (9) (voir tableau 8).

Le tableau nous montre ainsi que sur l'ensemble de la distance parcourue en plus, entre 2000 et 2008, sur l'ensemble de l'échantillon, 26,50 % peuvent s'expliquer par un transfert modal de la voiture vers le 2RM, ce qui correspond à 21 millions de passagers*km par an. Mais l'origine la plus fréquente des trajets des nouveaux usagers des 2RM est les transports en commun: 53 %, soit 403 millions de passagers*km qui étaient effectués en transport en commun, le sont désormais en 2RM.

(8) Moins de 10 % des usagers de 2RM sont des femmes. Nous n'avons pas examiné si leur usage du 2RM se distinguait de celui des hommes. Notre enquête devrait être prolongée dans ce sens.

(9) Faute de bonnes données sur l'accidentalité du vélo, nous ne prendrons pas en compte cette origine qui par ailleurs est très peu significative.

TABLEAU 8 : Origine des nouveaux trajets réalisés en 2RM

Catégorie	% par catégorie	Nouveaux M*passagers*km
Ancien utilisateur	20,16%	76
Ex-usager des transports publics	53%	201
Ex-usager de la voiture	26,5%	100
Ex-usager du vélo	0,41%	1,5
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>380</i>

Source : enquête Kopp *et alii* (2008b) et données de l'Observatoire des Déplacements calculées au tableau 5

IV. — LES CONSÉQUENCES DU REPORT MODAL VERS LE 2RM

Fondements de l'analyse des variations de bien-être

Lorsqu'on doit comparer deux situations, la théorie économique suggère de comparer le niveau de bien-être associé à chacun d'entre eux. La variation de bien-être est l'expression monétarisée de tous les coûts et de tous les bénéfices associés à chacune des deux options. Dans le cas qui nous intéresse, nous allons mesurer la variation des coûts et des bénéfices engendrés par le report modal en faveur du 2RM. Conceptuellement cette analyse s'inscrit dans la continuation de l'analyse coûts-bénéfices. L'analyse coûts-bénéfices consiste à identifier tous les coûts et tous les bénéfices associés à un projet ou à une politique, à les valoriser et à les comparer. Les difficultés de la mise en œuvre sont nombreuses. Elles ont été éclairées par la théorie économique, et les réponses, ou plutôt des réponses, figurent dans la littérature scientifique. La Banque mondiale, qui a sans doute été historiquement le plus gros producteur d'analyses coûts-bénéfices du monde, a beaucoup contribué à cette élaboration, et a publié son propre manuel (World Bank 1998). L'analyse coûts-bénéfices est également explicitement exigée par les nouveaux règlements de l'Union européenne régissant les fonds structurels, le fonds de cohésion, l'instrument structurel de pré-adhésion pour tous les projets dépassant res-

pectivement 50 millions d'euros, 10 M€ et 5 M€. La Commission européenne a publié un *Guide de l'analyse coûts-avantages des projets d'investissement* (Commission européenne, 2003).

Notre étude compare la situation du marché parisien des transports en 2000 et en 2007. Nous calculons directement la variation des coûts et des bénéfices engendrés par la nouvelle répartition modale. Si le solde des coûts et des bénéfices est positif, alors la collectivité aura gagné à la déformation du partage modal. Contrairement à une analyse coûts-bénéfices classique, nous ne calculerons pas de VAN ou de TRI (10), car le changement du partage modal est le fruit d'une adaptation spontanée des individus à leur environnement. Aucune politique publique n'a été mise en œuvre afin de déclencher volontairement un redécoupage du partage modal en faveur du 2RM. Ce redécoupage est plutôt une conséquence non prévue de la politique globale de la mairie de Paris, en matière de transport. La totalité du changement, positif ou négatif ne peut bien évidemment pas être imputée à la mairie de Paris. Le changement du comportement des individus s'explique par un grand nombre de facteurs, dont la politique parisienne, mais pas seulement, qui viennent affecter les paramètres de leurs choix de mode de transport. Par exemple, le prix du carburant, indépendant des choix de politique parisienne, joue un rôle non négligeable. La discussion portant sur la politique publique des transports à Paris et notamment de la politique spécifique en direction du 2RM est donc assez complexe,

puisque les résultats mesurés ne peuvent être directement imputés à la politique.

Les variables

La rapidité des déplacements constitue une variable importante. En effet, la raison principale avancée par les usagers des 2RM que nous avons interviewés, pour justifier leur choix, est le gain de temps. Orfeuil, *et alii* (2006) ont calculé un indice de vitesse par mode. La durée du déplacement est appréciée « porte à porte ». Elle inclut donc des temps d'accès et d'attente. Les vitesses dans les moyens de transport sont pour cette raison plus élevées que l'indice de vitesse. Par ailleurs, les calculs de distance à vol d'oiseau se font par distance entre les « zones carrées » d'appartenance (sur la carte) des lieux de départ et d'arrivée. Il arrive, surtout pour la marche, que ces carrés soient les mêmes. La distance est alors nulle, tandis que la durée peut être de quelques minutes. Ceci contribue, spécifiquement pour la marche, à un indice de vitesse « distordu » par rapport à la vitesse réelle. Enfin on estime généralement que la distance réellement parcourue est de l'ordre de 1,3 à 1,4 fois la portée pour des déplacements urbains denses. C'est pourquoi, Orfeuil *et alii* (2006) préfèrent parler « d'indice de vitesse » plutôt que de « vitesse instantanée » (voir tableau 9).

Il convient de calculer le gain de temps engendré par le passage de l'un ou l'autre des modes de transport vers le 2RM. Un conducteur de 2RM effectue 45 % de ses kilomètres quotidiens dans Paris et 55 % en banlieue (cf. *infra* tableau 5). Les gains de temps qu'il est possible d'obtenir en passant au 2RM sont donnés (en pourcentage) dans la colonne de droite du tableau précé-

(10) La VAN est la valeur actualisée nette engendrée par un projet. Il s'agit du solde des coûts et des bénéfices actualisés. Le TRI est le taux qui annule la VAN. Dans notre étude, il n'y a pas de « projet » mais deux situations distantes dans le temps.

TABLEAU 9 : Portée et vitesse des déplacements Paris-Paris et Paris-banlieue

Mode principal	Portée (km)	Indice de vitesse Portée/durée	Gain de temps possible en passant au 2RM (%)
Paris-Paris			
À pied	0,5	2,2	+386%
Vélo	2,2	6,5	+64%
2RM	3,3	10,7	–
Voiture	2,9	7,3	+46%
Bus	2,4	4,7	+127%
Métro	3,7	7,1	+50%
RER	4,7	8,4	+27%
Fer	3,8	7,2	+48%
Paris-banlieue			
2RM	11,6	23,7	–
Voiture	12,1	17,0	+39%
Bus	4,8	6,7	+253%
Métro	7,1	9,2	+157%
RER	18,2	17,7	+34%
Fer	14,0	15,0	+58%

Source : Orfeuill et alii (2006) et calculs de l'auteur

dent. Il suffit d'appliquer ces gains de temps à la portion de déplacement réalisé dans Paris ou en banlieue. Pour un trajet mixte type, comprenant une partie Paris et une partie banlieue, les gains de temps sont les suivants: bus +221 %; métro: +124 %; RER: +34 %; chemin de fer: 59 %; voiture: +47 %. Faute de données désagrégées pour les transports en commun, nous considérerons qu'abandonner les transports en commun pour le 2RM permet de gagner 60 % de temps, ce qui est une hypothèse conservatrice. En conséquence, en supposant que les usagers de transports en commun (TC) qui utilisent désormais le 2RM passaient une heure par jour dans les TC, ils gagnent 36 minutes par jour.

La valeur du temps est fixée en suivant les recommandations du rapport Boiteux (2001) à 15 euros par heure, en 2007, la vie humaine à 1,5 million d'euros, un blessé grave dans les transports routiers à 150 000 et à 225 000 euros dans les transports collectifs; un blessé léger à 22 000 euros dans le transport routier et à 33 000 euros dans les transports collectifs. Ces chiffres exigent deux explications. Premièrement, l'ensemble des valeurs attribuées aux différents coûts, par le rapport Boiteux, mesurent le coût

d'opportunité (11). Dire qu'une heure de temps vaut 15 euros indique que la valeur de la meilleure occupation alternative possible de ce temps est 15 euros. Un individu qui passe une heure dans les transports pourrait utiliser cette heure à une activité de loisir dont la valeur est de 15 euros ou à travailler pour gagner cette somme. Dire que la valeur de la vie humaine est de 1,5 million d'euros indique qu'en moyenne, durant sa vie, un individu aurait engendré un solde net de nouvelles richesses, égal à cette somme. Il contribue donc au bien-être pour un tel montant. Les valeurs estimées par le rapport Boiteux incluent l'ensemble des effets induits sur tous les marchés. En gagnant une heure de transport, un individu s'évite de dépenser une ressource rare, le temps, pour un montant de 15 euros. Qu'il fasse du shopping ou qu'il dorme, l'effet social est le même (12). La théorie suppose en effet que l'individu égalise à la marge le bénéfice marginal de ses activités. Deuxièmement, la différence entre les coûts des accidents reflète leur gravité. Il est légitime de considérer que les accidents en transports collectifs et individuels, n'ont pas, en moyenne, la même gravité.

Les probabilités de décès ou d'accident pour les différents modes de transport sont calculées par nos soins depuis les données de l'Observatoire des Déplacements et le nombre de passagers*km. Nous prenons la moyenne des accidents sur deux ans, afin de diminuer l'impact d'un accident exceptionnel sur nos résultats. Plusieurs remarques sur l'accidentalité s'imposent. Les articles récents soulignent à la fois la surmortalité liée au 2RM et aussi les possibilités de limiter cette dernière. Chapelon (2008) signale une hausse du nombre des tués à moto qui est *principalement due à la hausse du trafic: le transfert des parcours de la voiture (ou des transports collectifs) a des conséquences fortes sur les résultats de la sécurité routière*. La part des tués, en France, en motocyclette passe de 10 % à 18 %. Le même auteur souligne le sur-risque moto spécifique à la France. Le risque d'être tué est approximativement deux fois plus élevé en France qu'en Allemagne et plus élevé qu'en Belgique ou en Autriche. Toujours selon le même auteur, 50 % des vies pourraient être sauvées avec un meilleur respect des règles (notamment celles portant sur l'alcoolémie et la vitesse). Le PREDIT (2008) indique que le risque de périr en 2RM, en France, est 20 fois plus élevé que pour les automobilistes et propose une série de mesures qui permettraient de réduire la

(11) Il semble que les chiffres proposés par le rapport Boiteux soient plus le résultat d'un benchmark que d'une analyse spécifique.

(12) La variation de surplus sur le marché primaire capture la totalité de variation de bien-être sauf lorsque le marché secondaire est affecté par une forte externalité. C'est le seul cas où il est recommandé d'ajouter à la variation sur le marché primaire une variation sur le marché secondaire. Il n'y a pas de raison de penser que le temps économisé dans les transports (ou perdu) est ou aurait été dévolu à des activités avec externalité. Le shopping n'est évidemment pas une externalité de la promenade. En l'absence d'externalité, la variation de bien-être mesurée sur le marché primaire, induite par une politique est égale à la variation de richesse (PIB). Les effets d'entraînements de la dépense sont donc capturés par notre mesure (Boardman et alii, 2001).

mortalité. Notons que la dangerosité dans les grandes agglomérations et notamment Paris, est très différente de celle observée, en moyenne, en France. Nous n'avons pas connaissance d'études récentes qui y soient consacrées. On peut toutefois avancer l'idée qu'une partie significative de la dangerosité provient des autres véhicules. Le cas du vélo souligne cet aspect. Le fait que depuis son lancement, le 15 juillet 2007, on recense six accidents mortels en vélo en libre service dans la capitale est inquiétant. Le fait qu'il y ait, en moyenne, 21 tués en 2RM à Paris (moyenne 2006-2007), mode qui assure 16 % des passagers*km réalisés chaque jour dans Paris et six (moyenne 2006-2007) pour le vélo qui n'assure que 0,1 % des déplacements, offre un contraste saisissant. D'importantes dépenses ont été réalisées pour les vélos, notamment afin de sécuriser leur utilisation. Peu ou rien n'a été fait pour le 2RM dont l'utilité sociale est incommensurablement plus élevée et dont l'accidentalité est à la fois, beaucoup trop forte par rapport aux modes protégés (voitures et transports en communs) et faible par rapport au vélo.

L'émission des gaz à effet de serre est linéaire de la consommation de carburant. La moyenne des émissions du parc automobile français (voitures neuves et d'occasion) se situe à 176 grammes de CO₂/km (Grenelle de l'Environnement, 2009). Pour les 2RM, l'éco-calculateur de l'ADEME, bien qu'il n'évoque que les « motos moyennes », sans distinguer les 50 cc, conduit à considérer que les 2RM consomment environ deux fois moins que les voitures. Les mesures de l'ACEM (2008), sur un échantillon représentatif de 2RM indiquent que la consommation moyenne des 50 cc est 71,4 grammes CO₂/km, celle entre 125cc et 250cc est 84 grammes CO₂/km, celle des motos supérieures à 250 cc de 125 grammes de CO₂/km. Une fois prise en compte la prépondérance des petites cylindrées en milieu urbain, on peut consi-

dérer qu'une consommation des 2RM divisée par deux, par rapport aux voitures, constitue une hypothèse raisonnable. Une fois connue l'émission de grammes de CO₂ il suffit de les multiplier par le coût à la tonne du CO₂. Le coût à la tonne recommandé par Boiteux et par le Grenelle de l'Environnement est de 25 €/tonne, soit 0,04 € par véhicule*km. Il décrit le coût pour la collectivité de voir une tonne de CO₂ supplémentaire répandue dans l'atmosphère. Ce coût doit être égal au coût qu'il faudrait mettre en œuvre pour empêcher cette tonne d'être versée. En pratique, ce chiffre vient de l'observation du marché du CO₂. On peut le critiquer en indiquant que ce chiffre dépend du nombre de permis de polluer qui ont été accordés lors du lancement du protocole de Kyoto. Si ce chiffre avait été plus bas, le prix du CO₂ serait plus élevé.

Les augmentations (ou diminutions) de recettes de l'État sont comptées comme des bénéfiques (ou pertes). Nous suivons là le principe de l'analyse coût-bénéfice (Boardman *et alii*, 2001). Les autres variables seront exposées au fur et à mesure de nos développements.

Les résultats

Transferts de l'automobile vers 2RM. 26 % des nouveaux passagers*km proviennent d'anciens automobilistes, ce qui donne environ 19300 nouveaux conducteurs. Le solde global de leur passage vers le 2RM est positif pour la collectivité. Les gains de temps de 93 millions d'euros sont supérieurs à l'augmentation des coûts. Le gain par personne est important car la vitesse moyenne de déplacement est 46 % supérieure en 2RM par rapport à l'automobile (voir tableau 9). Le coût des accidents augmente de 10 millions d'euros, celui de la pollution de 3 millions d'euros. Le coût d'usage des véhicules baisse et le montant des taxes collectées diminue. La pollution a peu d'effets économiques. En revanche, la

forte accidentalité vient rogner les gains de temps. Le tableau suivant suggère ce qui constituera une de nos conclusions: le passage au 2RM doit s'accompagner d'une politique destinée à diminuer le nombre d'accidents. Le coût de pollution semble un peu élevé. Nous ne prenons pas en compte le fait que le passage de la voiture au 2RM décongestionne le trafic automobile résiduel, ce qui vient diminuer la pollution au CO₂ en accélérant le trafic (par rapport à ce que serait sa vitesse si les individus étaient restés en voiture) (voir tableau 10).

Transferts des transports en commun vers 2RM. 53 % des « nouveaux » kilomètres parcourus en 2RM sont le fait d'anciens usagers des transports en commun. Le gain de temps par personne est extrêmement important car la vitesse de déplacement en 2RM est supérieure à celle de l'automobile et bien supérieure à celle des transports en commun. Un déplacement en 2RM est réalisé 127 % plus vite en 2RM qu'en autobus, 50 % qu'en métro et 27 % qu'en RER ou 48 % qu'en chemin de fer. Rappelons que les vitesses sont mesurées de « porte à porte ». Nous considérons que les personnes qui utilisent les TC passent 10 minutes par jour à accéder à une station. Le passage au 2RM économise ce temps. Nous n'avons pas de données sur ce point, nous avançons donc cette hypothèse. Le coût de l'accidentalité augmente nettement et vient presque contrebalancer les gains de temps. Ce résultat est logique puisque le taux d'accident par kilomètre est quasi-inexistant dans les transports en commun. Nous comptons comme un coût la totalité de la nouvelle pollution due aux 2RM. Il faudrait calculer la différence entre la pollution par passager* km en transport en commun et celle en 2RM. Cette simplification, due au manque de données, est défavorable au 2RM. Il serait possible d'ajouter les conséquences de la délin-

TABLEAU 10 : Les conséquences du transfert de l'automobile vers le 2RM

Transfert auto/2RM ^a	26%
Nombre de nouveaux conducteurs de 2RM	19.382
<i>Gains de temps^b</i>	
Gains de temps par jour, par conducteur (minutes)	85
Gains de temps durant les déplacements (M€)	48
Gain de temps durant le parking (M€)	45
<i>Gain de temps total (M€)</i>	93
<i>Variation du coût des accidents^c</i>	
Augmentation du nombre de blessés légers	+302
Augmentation du nombre de blessés graves	+26
Augmentation du nombre de morts	+1,36
<i>Augmentation du coût des accidents (M€)^d</i>	-12,6
<i>Pollution^d</i>	
Diminution du coût des gaz à effet de serre (M€)	2
Augmentation du coût des pollutions locales (M€)	-5,1
<i>Augmentation du coût de la pollution (M€)</i>	-3,1
<i>Divers</i>	
Variation du coût d'usage du véhicule (M€) ^b	-27
Taxe (M€)	9
<i>Variation du bénéfice total (M€)</i>	59

Source : a : voir Kopp *et alii* (2008b). Le temps passé pour faire un kilomètre en voiture est de 3,77 minutes. Passer au 2RM engendre un gain de temps de 47% (Orfeuill *et alii*, 2006).

Le temps de recherche d'un parking est de 16 minutes en automobile ; il passe à 0 min en deux roues (ADEME, mai 2007). On supposera qu'un automobiliste se gare deux fois par jour sur la voirie. Nous ne comptons pas les temps de parking dans les emplacements dédiés dans les sous-sols des bureaux et des maisons, en considérant qu'ils sont déjà compris dans le temps de parcours. On multiplie les gains de temps par le nombre de nouveaux motards et par le nombre de jours hors week end. b : en 2006, le budget dépenses de l'automobiliste pour une distance moyenne de 9.777 kilomètres, a été de 5.359 euros. Sur 100 euros dépensés, 35 euros sont allés au constructeur, 11 euros au garagiste, 9 euros à l'assureur, 8 euros au loueur de garage, 5 euros au financier, 5 euros au pompiste, tous ces chiffres étant hors taxes et 27 euros sous forme de taxes au percepteur (ADEME, mai 2007). On peut supposer que le coût d'usage d'un 2RM est, en moyenne, de moitié de celui d'une automobile. c : la probabilité d'avoir un accident est calculée à partir des données de l'Observatoire des Déplacements (nombre de passagers*km et nombre d'accidents lissé sur deux ans). d : rapport Boiteux (2001). Nous prenons le coût des pollutions par VHK. Nous considérons que le 2RM a une émission de gaz à effet de serre égale à 50% de celle des voitures. En revanche, les pollutions locales sont trois fois plus importantes avec les 2RM euro 3 qu'avec les automobiles euro 4.

TABLEAU 11 : Les conséquences du transfert des transports en commun vers le 2RM

Transfert TC/2RM ^a	53%
Nombre de nouveaux km fait en 2RM (millions)	201
Nombre de nouveaux conducteurs de 2RM	38.714
<i>Gains de temps^b</i>	
Gains de temps durant les déplacements (M€)	127
Gains de temps durant l'accès au TC (M€)	31
<i>Gain de temps total (M€)</i>	158
<i>Variation du coût des accidents^c</i>	
Augmentation du nombre de blessés légers	652
Augmentation du nombre de blessés graves	54
Augmentation du nombre de morts	3
<i>Augmentation du coût des accidents (M€)^d</i>	-26
<i>Pollution^d</i>	
Augmentation du coût des gaz à effet de serre (M€)	-4
Augmentation du coût des pollutions locales (M€)	-10
<i>Augmentation du coût de la pollution (M€)</i>	-14
Augmentation du coût d'usage du véhicule	-55
Variation des finances publiques	14
<i>Variation du bénéfice total (M€)</i>	47

Source : a : Kopp *et alii* (2008b). b partir de Orfeuill *et alii* (2006) nous considérons que passer du TC au 2RM fait gagner 60 % de temps. Il s'agit de déplacements de porte à porte. Nous devons prendre une moyenne pondérée des vitesses de tous les TC, notamment du bus et du RER. c : la probabilité d'avoir un accident est calculée à partir des données de l'Observatoire des Déplacements (nombre de passagers*km et nombre d'accidents lissé sur deux ans). d : rapport Boiteux (2001).

quance dans les transports en commun mais ceci ne changerait pas le résultat tant le coût des délits contre les personnes est infime, une fois rapporté au nombre de km*passagers. Observons que ce sont les blessés légers qui sont en cause. Leur coût représente près de 50 % du coût total des nouveaux accidents. Enfin, phénomène très rarement pris en compte, la congestion des transports en commun diminue leur valeur sociale. Le passage au 2RM diminue la congestion dans les TC et améliore la qualité ressentie par les usagers (voir tableau 11).

Gains de mobilité. 20 % des « nouveaux » kilomètres réalisés en 2RM sont le fait d'individus qui possédaient déjà un 2RM en 2000 et qui l'utilisent de manière plus intense. La valeur des déplacements est calculée à partir de la valeur du temps qui y est consacré, sur la base de 15 euros de l'heure (rapport Boiteux, 2001). Le bénéfice tiré des nouveaux déplacements est presque entièrement absorbé par l'augmentation du coût des accidents. Les bénéfices totaux sont faibles (+8,6 M€), ce qui est logique. En passant d'un mode de transport au 2RM, les usagers bénéficient du fait de passer d'un mode moins efficace vers un mode plus efficace de transport. Lorsqu'ils utilisent déjà le mode le plus efficace de transport, leurs gains sont plus modestes, lorsqu'ils l'utilisent de manière plus intense (voir tableau 12).

Accidentalité. L'accidentalité constitue la limite principale qui empêche la collectivité de tirer pleinement parti des bénéfices du passage au 2RM ou de l'augmentation de l'intensité de l'utilisation des véhicules à deux-roues motorisés (voir tableau 13).

On observe que ce sont les blessés légers qui engendrent la plus grande part du coût des accidents. Le nombre de blessés légers est probablement alimenté par les frictions quotidiennes entre les automobiles et les 2RM, ce qui suggère que des gains pourraient être obtenus par une meilleure sécu-

TABLEAU 12 : Les conséquences du gain de mobilité des anciens 2RM

<i>Part des anciens usagers du 2RM dans l'accroissement de km en 2RM^a</i>	20%
Nouveaux kilomètres faits en 2RM (millions)	76
<i>Gains de temps^b</i>	
Gains de temps durant les déplacements (M€)	38
<i>Variation du coût des accidents^c</i>	
Augmentation du nombre de blessés légers	248
Augmentation du nombre de blessés graves	20
Augmentation du nombre de morts	1
Augmentation du coût des accidents (M€) ^d	10
<i>Pollution^d</i>	
Augmentation du coût des gaz à effet de serre (M€)	-1,5
Augmentation du coût des pollutions locales (M€)	-4
Augmentation du coût de la pollution (M€)	-5,5
Augmentation du coût d'usage du véhicule	-21
Variation des finances publiques	7
Variation du bénéfice total (M€)	8,6

Source: a: Kopp et alii (2008b). b: temps passé pour faire un kilomètre en moto est égal à deux minutes, soit un déplacement 50 % plus rapide qu'en voiture. c: la probabilité d'avoir un accident est calculée à partir des données de l'Observatoire des Déplacements (nombre de passagers*km et nombre d'accidents lissé sur deux ans). d: rapport Boiteux (2001).

TABLEAU 13 : Le problème des accidents

Variations	Shift Auto/2RM	Shift TC/2RM	Gains de mobilité	Total
du nombre de blessés légers	+302	+652	+249	+1.203
du nombre de blessés graves	+26	+54	+21	+100
du nombre de tués	+1	3	+1	+5
du coût des blessés légers	- 6,6 M€	- 14 M€	- 5,5 M€	- 26 M€
du coût des blessés graves	- 4 M€	- 8 M€	- 3 M€	- 15 M€
du coût des tués	- 2 M€	- 4 M€	- 1,6 M€	- 8 M€
du coût total	- 12,6 M€	- 26 M€	- 10 M€	- 49 M€

Source : compilation des résultats de l'auteur

TABLEAU 14 : Bilan du report modal vers les 2RM (2000-2007)

	Shift auto/2RM	Shift TC/2RM	Gains mobilité	Total
Gains de temps	93	158	38	289
Coût d'usage	- 27	- 55	- 21	- 104
Accidentalité	- 12,5	- 26	- 10	- 49
Finances publiques	9,2	- 14	7	2,2
Pollution	- 3,1	- 14	5,5	- 22,6
Total	59	47	8,6	115

Source : compilation des résultats précédents. Note : résultats en M€

risation des conditions de circulation en 2RM (voir tableau 14).

L'analyse des résultats globaux des conséquences du transfert modal en direction du 2RM montre que ce dernier est largement bénéfique pour la collectivité qui enregistre une amélioration du bien-être de 115 mil-

lions d'euros. Les gains de temps (289 M€) sont tels que malgré l'augmentation du coût de l'accidentalité (49 M€), le bilan est largement favorable. Une petite réduction des accidents aurait donc un effet important sur le bilan du report modal en faveur du 2RM.

V. — CONCLUSION

Il ressort plusieurs conclusions de cette analyse des conséquences du report modal en faveur du 2RM dans Paris.

Premièrement, le report est important car, entre 2000 et 2007, le nombre de véhicules*km parcourus en 2RM a augmenté de 36 %. La part du 2RM dans la circulation viaire s'établit à 17 %, ce qui est bien au-dessus des estimations habituelles comprises entre 4 % et 6 %. Cette part a augmenté et devait représenter environ 10 % en 2000. Comme nous avons pu le vérifier, l'analyse des résultats globaux des conséquences du transfert modal en direction du 2RM montre que ce dernier est largement bénéfique pour la collectivité qui enregistre une amélioration du bien-être de 115 millions d'euros.

Deuxièmement, cette conversion massive au 2RM s'est faite sans soutien de la politique publique. Au contraire, les 2RM ont plutôt été pénalisés par la politique publique municipale, probablement en raison même de la sous-estimation dans les chiffres officiels de leur part réelle dans la circulation viaire. Les chaussées ont été rétrécies, il est vrai, essentiellement pour freiner la circulation automobile, alors que la largeur des trottoirs a augmenté. En raison d'une politique insuffisante d'aménagement de stationnements dédiés aux 2RM, le nombre d'amendes pour stationnements irréguliers a approximativement doublé en sept ans. L'interdiction d'utiliser les voies de bus continue d'être un sujet de controverse. Nombreux sont ceux qui pensent qu'une telle autorisation diminuerait le nombre d'accidents au profit du bilan mobilité des 2RM, au prix d'une gêne minimale pour les bus. Notamment, la ville de Londres a récemment appliqué cette mesure, avec succès. La politique publique parisienne n'a par contre, dans la période considérée, ni anticipé ni accompagné les

nouveaux comportements de transport en faveur du 2RM des usagers de Paris (13).

Troisièmement, la conversion des Parisiens au 2RM est dictée par la volonté de diminuer leurs coûts. Les gains de temps venant largement compenser les coûts d'usage du véhicule, les individus arbitrent de manière croissante en faveur du 2RM. Même l'accidentalité, dont la probabilité d'occurrence est mal mesurée par les conducteurs, ne constitue pas un coût suffisant à annihiler les gains de temps. La politique publique pourrait facilement améliorer encore le solde coût-bénéfice du report modal en faveur du 2RM en prenant des mesures qui diminueraient le nombre d'accidents. Le rapport coût-bénéfice de telles mesures serait certainement très positif, car le coût des aménagements et des réglementations est très faible et le bénéfice des accidents évités important. En ce sens, il est encourageant de constater que la ville de Paris s'est récemment engagée au sein d'un projet

européen (14), aux côtés de Londres, Rome et Barcelone et d'autres partenaires, afin d'identifier, développer, échanger et appliquer des mesures d'amélioration de la sécurité des 2RM en milieu urbain.

Quatrièmement, le 2RM constitue sans aucun doute une solution d'avenir pour les transports dans les grandes métropoles. Comparé au vélo, qui a pourtant été intensément soutenu par la politique publique, bien qu'il ne dépasse pas 0,1 % des déplacements quotidiens intéressant Paris, le 2RM présente deux avantages majeurs. Il est motorisé et permet de transporter un passager et de parcourir de longues distances urbaines. Par rapport au bus et aux autres transports en commun, il s'agit d'un véhicule privé qui se prête aux exigences de très forte flexibilité des besoins de mobilité des individus. Les évolutions technologiques à venir en feront un atout essentiel de la mobilité urbaine. Les trois-roues, les nouvelles protections contre la pluie, ren-

dent les 2RM ultérieurement compatibles avec les exigences de mobilité des usagers. Pour ce qui concerne le développement durable, des 2RM thermiques très faiblement polluants, ainsi qu'hybrides et électriques, commencent à arriver sur le marché. Force est de constater que la ville de Paris semble à présent miser sur le 2RM, et a récemment mis au point un schéma de subvention à l'achat de 2RM électriques, ainsi qu'une infrastructure de bornes de recharge gratuites pour ces véhicules.

Nul doute que dans les métropoles de demain, motorisation, capacité de charge, totale adaptation aux besoins du propriétaire, sécurité et propreté, feront du 2RM un mode de déplacement majeur ■

(13) Nous utilisons cette formule pour désigner ceux qui circulent dans Paris sans nécessairement y habiter.

(14) Projet ESUM (European Safer Urban Motorcycling) www.esum.eu

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, ecocalcateur, <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=96&m=3&catid=20944>

BOARDMAN Anthony E., GREENBERG David H., VINING Aidan R. (2001), « Cost Benefit Analysis », 2nd. Édition, New Jersey, Prentice Hall.

BOITEUX Marcel, BAUMSTARK Luc (2001), « Transports: choix des investissements et coûts des nuisances », Commissariat général du Plan, Paris, La Documentation française, 328 pages.

CHAPELON Jean (2008), « La sécurité routière en France », bilan de l'année 2007, ONISR.

COMMISSION EUROPÉENNE, « Guide de l'analyse coûts-avantages des projets d'investissement », 2003.

Grenelles de l'Environnement (2009) <http://www.legrenelleenvironnement.fr/>

KOPP Pierre, BOULEMIA Anissa, FEHR Anne, LENORMAND Luc, SAILLARD Adeline (2008 a), « Essai de comptage des véhicules circulant dans Paris », Working Paper, Paris.

KOPP Pierre, BOULEMIA Anissa, FEHR Anne, LENORMAND Luc, SAILLARD Adeline (2008 b), « Enquête sur les nouveaux usagers de 2RM dans Paris », Working Paper, Paris.

LEBÈGUE Daniel, HIRTZMAN Philippe & BAUMSTARK Luc (2005), « Le prix du temps et la décision publique », Paris, La Documentation française, 96 p.

Observatoire des Déplacements (2009), Le bilan des déplacements en 2007, [\[book.fr/newpress/Mairie-de-paris-direction-voirie-deplacements/Bilan_des_deplacements_e_2007_Paris/index.php#/0\]\(http://book.fr/newpress/Mairie-de-paris-direction-voirie-deplacements/Bilan_des_deplacements_e_2007_Paris/index.php#/0\)](http://www.nxt-</p></div><div data-bbox=)

ORFEUIL Jean-Pierre, MASSOT Marie-Hélène PROULHAC Luc (2006), « Regards sur la plaquette "Des déplacements dans Paris" », Working Paper.

ORFEUIL J.-P. (2008), « Mobilités urbaines. L'âge des possibles », Les Carnets de l'Info/Scrineo, 254 p.

PREDIT (2008), *Recherches Synthèses* n° 47, octobre, « La vulnérabilité des deux-roues motorisés, un enjeu de santé publique ».

PRUD'HOMME Rémy, KOPP Pierre, BOCAJERO Pablo (2005), « Évaluation économique de la politique parisienne des transports », *Transports*, nov.-déc., n° 434, pp. 346-359.