



HAL
open science

Bilan positif de la pratique du vélo - santé et environnement

Francis Papon, Clément Dusong

► **To cite this version:**

Francis Papon, Clément Dusong. Bilan positif de la pratique du vélo - santé et environnement. Séminaire sur la mobilité soutenable comparative Mexique - France, Dec 2016, Puebla, Mexique. 19p. hal-01455380

HAL Id: hal-01455380

<https://hal.science/hal-01455380>

Submitted on 3 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Bilan positif de la pratique du vélo - santé et environnement

Francis Papon, Clément Dusong

Université Paris-Est, AME, DEST, IFSTTAR, F-77447 Marne-la-Vallée, France

Séminaire sur la mobilité soutenable comparative Mexique - France

Puebla, 8 décembre 2016

Remerciements

La recherche VERT a été financée par la Direction de la recherche et de l'innovation du MEDDE, dans le cadre du GO2 du Predit 4 (Convention GO2 13-MT-GO2-1-CVS-007) et réalisée par Leslie Belton-Chevallier, Ifsttar/Ame/Dest, Sylvie Abours, Ifsttar/Cosys/Grettia, Etienne Côme, Ifsttar/Cosys/Grettia, Sophie Midenet, Ifsttar/Cosys/Grettia, Claude Soulas, Ifsttar/Cosys/Grettia, Jean-Marie Beauvais, Beauvais Consultants, Nadine Polombo, CITERES, UMR 7324, Univ. de Tours, sous la direction de Francis Papon, Ifsttar/Ame/Dest. Nous remercions l'Agence d'Urbanisme de l'agglomération Tourangelle de l'intérêt qu'elle porte à cette recherche.

La recherche PARMA a été financée par le ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE), direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), par la convention 15/349 (sujet n°5). La revue bibliographique a été effectuée par Clément Dusong et Marie Tridon sous la direction de Francis Papon, Ifsttar/Ame/Dest et Nadine Chaurand, Ifsttar/Ame/LPC. Nous remercions le professeur Bas de Geus (Vrije Universiteit Brussel - Faculteit LK, Human Physiology Research Group (MFYS)) pour sa participation aux réunions du comité de pilotage et les conseils qu'il a fournis.

Nous remercions le Cuerpo Academico de Economía Urbana y Regional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla et le CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) pour leur invitation.

Résumé

Parmi les enjeux du vélo (environnementaux, sanitaires et économiques), ce papier se focalise sur les deux premiers, avec les résultats de deux recherches. La recherche PARMA est une revue de littérature sur les avantages et les risques, réels et perçus, sur la santé pour les usagers des modes actifs, détaillant les différents facteurs individuels et environnementaux. La recherche VERT est une évaluation économique du bilan du transfert de la voiture vers le vélo comme mode de rabattement vers la gare pour les déplacements réguliers, incluant les avantages sanitaires et environnementaux.

Mots-clés : vélo, santé, environnement, risque, bilan économique

Abstract

Among the stakes of the bicycle (environment, health and economy), this paper focuses on the first two, with two research outcomes. The PARMA research is a literature review on benefits and risks, actual and perceived, on active mode users' health, investigating different individual and environment factors. The VERT project is an economic evaluation of the balance for transferring commuters from the car to the bicycle as a feeder mode to the train station, including health and environment benefits.

Key words: bicycle, health, environment, risk, cost benefit analysis

1 Enjeux du développement du vélo

Le développement du vélo est porteur de multiples enjeux pour atteindre une mobilité durable. Parmi ces enjeux, les enjeux environnementaux viennent tout de suite à l'esprit tant le vélo est naturellement associé à l'environnement, mais les enjeux sanitaires sont sans doute les plus porteurs dans la promotion tant le bilan net des bénéfices sur la santé est positif. L'ensemble de ces enjeux peut être valorisé en termes économiques dans une analyse coûts-avantages.

1.1 Enjeux environnementaux

Le vélo n'est pas bruyant, ne pollue pas, n'émet pas de gaz à effet de serre, et ne consomme pas d'énergie fossile, sauf pour la production alimentaire nécessaire à l'alimentation (environ 5,6 g CO₂/km, et 15 kcal/km, Papon 2002).

Le vélo consomme peu d'espace (environ 1 m² en stationnement, et minimum 2 m² en circulation, Allen *et al.* 1998).

En tant que tel, le vélo n'améliore pas l'ambiance sonore, la qualité de l'air, l'épuisement des ressources fossiles, le changement climatique : c'est le transfert modal des modes motorisés vers le vélo qui produit un gain environnemental.

1.2 Enjeux sanitaires

Le vélo a trois types d'effet sur la santé humaine. Le plus connu est le risque d'être tué ou blessé dans un accident de la circulation. Mais le plus important est l'avantage pour la santé de l'exercice physique, avantage lié à la réduction de la morbidité pour de nombreuses maladies (Toussaint, 2008). Cet avantage dépasse toujours le risque lié aux accidents, d'un facteur 3 à 20 (Genter, 2008). Enfin, le risque de l'inhalation d'air pollué est le plus méconnu, mais peut dépasser dans les régions polluées celui des accidents, sans jamais dépasser l'avantage de l'exercice physique (sauf dans les métropoles très polluées des pays émergents, et à condition de pratiquer un exercice soutenu pendant plusieurs heures, Tainio *et al.*, 2016).

On peut mesurer l'avantage sur la santé avec quelques chiffres (Papon, 2002):

- Maladie cardio-vasculaire retardée de 10 à 15 ans
- 3 ans de vie gagnée pour un cycliste régulier
- 1 décès évité pour 1 à 2,3 millions de km
- 1900 à 4400 décès évités en France
- 1 à 2 heures de vie gagnée par heure de vélo
- Gain de 0,57 €/km à vélo, non pris en compte dans les politiques de transport

1.3 Enjeux économiques

L'ensemble des enjeux peut être ramené à une seule dimension par une monétarisation, et ainsi les enjeux être comparés avec les enjeux économiques (coûts et retombées du vélo). Parmi les enjeux non évoqués dans ce papier figurent le temps passé dans les déplacements, classiquement premier terme de toutes les évaluations pour les autres modes que le vélo, et dont la valorisation pour le vélo doit tenir compte d'un facteur d'inconfort (lié notamment aux intempéries et à la crainte d'un accident), et d'un facteur de plaisir lié à l'agrément que procure le vélo lorsqu'il est pratiqué comme un loisir.

Le tableau 1 reprend quelques résultats de l'étude de Rajey & Saffrey (2016).


	Headline Findings
Strategic economic benefits	<ul style="list-style-type: none"> • High-density, cycle-friendly urban form is conducive to achieve agglomeration benefits • Annualised infrastructure costs in compact, less car-dependent metropolises are 33% less than in low-density, car-oriented 'sprawl' • Catering for cycling is steadily rising on the agenda of business leaders and city mayors
Local economic benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Cyclists visit local shops more regularly, spending more than users of most other modes of transport • Per square metre, cycle parking delivers 5 times higher retail spend than the same area of car parking • A compact town optimised for walking and cycling can have a "retail density" (spend per square metre) 2.5 times higher than a typical urban centre. • Public realm improvements, including those that cater for cycling, have been shown to result in increased trade at local businesses; up to 49% in New York City
Personal benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Neighbourhoods with cycle-friendly characteristics – low traffic volumes, walkable, close to off-road cycle paths – are more desirable or have higher property values • Residential property values rise 1% if motor vehicle traffic is reduced by 50% • Children who walk or cycle to school tend to be more attentive and achieve better results • Cycle friendly environments promote more physical activity in later years
Employment benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitation of cycling to work leads to lower staff turnover • Cycling facilities can overcome difficulties in accessing employment opportunities • Cycling reduces absenteeism, boosting productivity: regular cyclists take one less sick day per year
Public expenditure benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Cycling schemes can achieve more for less, with benefit-to-cost ratios in the range of 5:1 to 19:1 – some as high as 35.5:1 • A typical "cycling city" could be worth £377 million to the NHS in healthcare cost savings, in 2011 prices • Facilities allowing children to cycle to school save on the public cost of school travel: amounting £390 million per annum in the Netherlands in 1987 prices. • Investment is effective in increasing usage
Tourism benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Cycle tourists on average spend more: around 9% per head per trip, or around £81 per head per trip. • Cycle tourism is influenced by utility mode share: i.e. where cycling is attractive and thus more people cycle, there is a greater propensity for cycle-tourism
Transport and logistics benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Cycle freight offers a competitive advantage in city locations and is cheaper than motorised freight for small payloads over short distances. Cost savings range between 39% and 64% compared to a van-based service. • Cycle freight is not affected by shortages of qualified drivers • An absence of dedicated cycling infrastructure will slow down buses and HGVs as mode share increases • Cycling has a lower capital cost than other forms of infrastructure • Cycling can increase the reach of public transport
Cycle industry benefits	<ul style="list-style-type: none"> • Per capita spending on cycling equipment and maintenance is higher as mode share increases • Domestic production of bicycles, parts and accessories has doubled from 2007 to 2013.

Tableau 1 : avantages économiques du vélo d'après Rajé F & Saffrey A (2016) *The value of cycling: rapid evidence review of the economic benefits of cycling*

1.4 Contenu du papier

Pour approfondir l'intégration des enjeux sanitaires et environnementaux du vélo, nous allons donner les résultats de deux recherches récentes : PARMA et VERT.

Dans la recherche PARMA (perception des avantages et des risques des mobilités actives), nous avons effectué une revue bibliographique (plus de 200 références) relative à la perception des avantages et des risques des mobilités actives pour la santé. Cette recherche s'intéresse à la perception car c'est la perception qui conditionne la pratique. Mais la majorité de la littérature traite des risques réels et des avantages réels. Nous brosserons à grands traits les principaux facteurs identifiés pas les chercheurs.

Dans le projet VERT (le vélo évalué en rabattement dans les territoires, Papon *et al.*, 2015), nous avons effectué un bilan économique du transfert d'un usager de la voiture vers le vélo comme mode de rabattement vers le train pour des trajets réguliers, avec une application au cas de la ville d'Amboise. Les aspects environnementaux ont été intégrés dans le bilan, et nous montrerons la part qu'ils représentent dans les résultats.

2. Lien entre le bilan bénéfices/risques perçu par les usagers et l'attractivité des mobilités actives (PARMA)

2.1 Revue de littérature

Malgré nos efforts pour tenter d'aborder l'ensemble des objets de notre revue de littérature, nous devons reconnaître que les thématiques ne sont pas toujours traitées de manière égale.

Tout d'abord, concernant les deux modes regroupés sous la paraphrase « mode actif », cette étude comme l'ensemble des travaux sur la question marque un déséquilibre entre la marche et le vélo. Les cyclistes intéressent davantage les recherches que les piétons. Cette inégalité entre les deux modes s'explique sans doute par le fait que la marche à pied est un objet d'étude très difficile à saisir. Bien qu'elle soit pratiquée par la quasi-totalité des citoyens, celle-ci prend des formes très diverses et est difficilement mesurable. L'hétérogénéité de la pratique du vélo soulignée au début de ce rapport est sans commune mesure avec la variété des usages et des habitudes des piétons. Parmi les documents sélectionnés, les travaux sur la pratique du vélo sont malheureusement plus nombreux que les études sur la pratique de marche.

Modes de transport étudiés par les documents sélectionnés

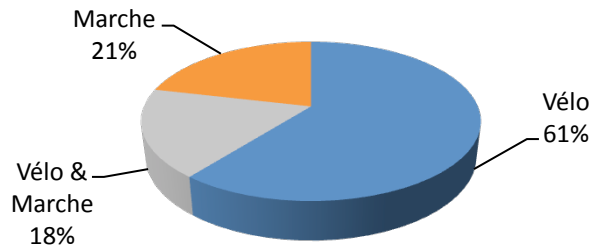


Figure 1 : Répartition des modes étudiés par les références sélectionnées

Ensuite, un second déséquilibre est à signaler. En effet, comparativement aux risques, les avantages liés à la pratique des modes actifs sont peu étudiés dans notre rapport. La faiblesse du nombre de travaux sur la question permet d'expliquer cette absence de parité. En effet, sur près de 200 documents sélectionnés et analysés, seulement un tiers s'intéresse aux avantages. Le même constat peut être fait concernant l'étude de la réalité et de la perception : la question du risque perçu et l'avantage perçu est moins abordée que celle du risque réel et de l'avantage réel. Le ratio entre les études sur le réel et sur le perçu est sensiblement le même que pour les risques et les avantages, environ deux tiers sur les risques et avantages réels contre seulement un tiers sur les risques et avantages perçus.

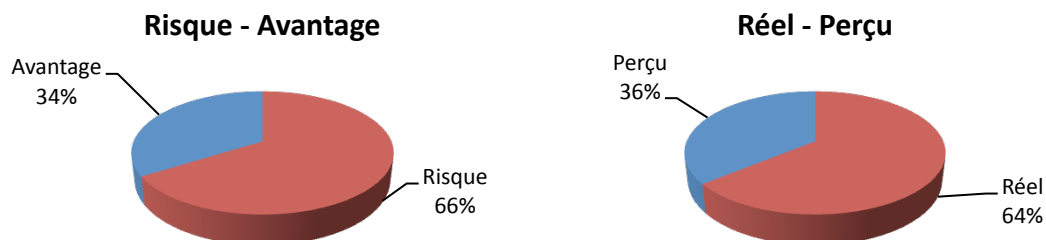


Figure 2 : Thématiques abordées par les références sélectionnées

Ce constat nous prouve que les questions des avantages et de la perception sont des sujets émergents. Le déséquilibre entre les objets d'étude s'aperçoit également lorsque l'on répertorie les sous-thématiques traitées par les références puisque l'avantage perçu est de loin la catégorie qui est la moins considérée par la littérature.

2.2 Synthèse des résultats

L'analyse de la littérature actuelle nous permet de prendre conscience des connaissances générales relatives aux risques et aux avantages perçus et réels des modes actifs. Il est possible de faire des synthèses à l'échelle de nos deux grands axes de réflexions, relatifs aux caractéristiques individuelles et aux caractéristiques environnementales. Cette synthèse ne cite qu'une petite partie des références étudiées.

En premier lieu, l'étude sur les caractéristiques individuelles nous rappelle que les modes actifs sont des moyens de transport dont le risque relatif d'accident peut être élevé. Avec

un risque moindre pour la marche et plus élevé pour le vélo (Amoros *et al.*, 2012), les deux modes présentent des caractéristiques de vulnérabilité bien différentes. Comme **le risque croît avec la vitesse** (Bacchieri *et al.*, 2010), les usagers du vélo sont logiquement plus vulnérables que les piétons à l'échelle nationale.

Les différences d'usages selon le sexe, liées entre autres à la vitesse, impliquent que **les accidents soient moins graves et plus fréquents pour les femmes** (Poulos *et al.*, 2015). **Le rôle très déterminant des stéréotypes** (Granié *et al.*, 2008) pour expliquer ces inégalités à vélo. **« Une socialisation différenciée au risque »** (Mackett *et al.*, 2005) entre les hommes et les femmes a ainsi des effets sur les risques réels mais aussi sur les risques perçus par les usagers.

En plus du sexe, l'âge est un facteur qui fait varier les risques d'accident pour les usagers du vélo et de la marche. **Une courbe de risque en 'U'** (Vanparijs *et al.*, 2015) est observée dans la majorité des données d'accidents répartis par âge : les populations jeunes et les populations âgées aux deux sommets de la courbe. **La prise de risque, caractéristique des enfants** (Briem *et al.*, 2004) et la vulnérabilité physiologique des personnes âgées expliquent ces disparités. **Des différences psychobiologiques** (Briem *et al.*, 2004) entre les tranches d'âge, sont aussi à l'œuvre dans la perception des risques.

L'influence des équipements est également analysée par les études sur les modes actifs. Pour le vélo, l'étude croisée des travaux montre **une efficacité relative des équipements qui dépend de l'échelle d'analyse** (Bacchieri *et al.*, 2010). Par exemple, alors que l'efficacité du casque lors d'une chute n'est pas à remettre en cause, l'influence du port de cet équipement sur le risque de subir un accident est pointée du doigt. En effet, **l'image du cycliste peut moduler les comportements des conducteurs des véhicules motorisés** (Etemad *et al.*, 2016).

La perception a également un rôle pour les usagers du vélo et de la marche car on sait que **le danger perçu joue un rôle dans les choix et les modalités de la pratique** (De Geus *et al.*, 2008). **La subjectivité qui évolue avec la pratique** (Bill *et al.*, 2015) est trop souvent influencée par la promotion à travers des campagnes de sécurité de **la peur du danger, qui constitue un très mauvais stimulateur** (Götschi *et al.*, 2015).

L'inhalation des polluants pour les cyclistes et les piétons est en plus du risque de collision **une seconde problématique qui émerge** (Int Panis *et al.*, 2010) dans la littérature. Ce danger qui est étudié essentiellement à travers le prisme de l'environnement est peu analysé selon les caractéristiques de l'individu. Ce champ d'étude mériterait d'être davantage étudié puisque les premiers travaux nous ont par exemple permis d'apprendre que **la perception est un véritable marqueur social** (AMR Interactive, 2009).

Pour les avantages, les travaux nous apprennent que ceux-ci varient également selon les individus. Les avantages soulignent encore **une inégalité sexuée** (Geus *et al.*, 2009), puisque les femmes profitent plus rapidement des avantages liés à la pratique des modes actifs que les hommes. De la même manière, les analyses selon les classes d'âge prouvent que **les avantages augmentent avec l'âge** (Woodcock *et al.*, 2014).

Concernant la perception des bienfaits de la pratique sur la santé physique comme mentale, même si **les piétons et les cyclistes sont globalement plus satisfaits** (Ettema *et al.*, 2011) des différences sont observées. **Les femmes sont plus sensibles aux avantages** (Huy *et al.*, 2008) car la pratique des modes actifs influe chez elles davantage la probabilité de se sentir en bonne santé. L'expérience est importante en matière de perception des avantages sur la santé puisque la perception **des avantages diffère selon l'expérience, ou la culture** (Lois, 2015). Néanmoins, ces bienfaits sont plus **une motivation pour les nouveaux usagers** (ADEME, 2015) que pour les anciens pratiquants des modes actifs.

Enfin, les quelques articles sur la perception de la santé physique ne doivent pas occulter l'absence d'étude sur la perception des effets du vélo et de la marche sur la santé mentale. La perception des avantages sur le bien-être des usagers à peine effleuré par les travaux existants demeure effectivement **un champ inexploré**.

En second lieu, l'environnement a comme nous l'avons vu de nombreux impacts sur les risques et les avantages liés à la pratique des modes actifs. A travers les conditions météorologiques, l'environnement naturel joue un rôle certain dans le risque d'avoir un accident, notamment à vélo. **Davantage d'accidents se déroulent avec un temps clément, mais le risque relatif est plus élevé par mauvais temps** (de Geus *et al.*, 2012). L'analyse des statistiques d'accidents montre également l'influence des saisons. Entre l'hiver et l'été, le risque est inégal. Les chiffres ont permis de constater **une variation importante, qui possède deux explications** (Hoffman *et al.*, 2010) : la météo mais aussi la réduction du nombre de cyclistes (dimension temporelle du *Safety in Numbers*). Les accidents des modes actifs sont fortement impactés par les conditions de luminosité du déplacement. L'obscurité ou plus généralement **le manque de visibilité accroît le risque** (Kim *et al.*, 2007), même si les usagers n'en semblent pas tout à fait conscients. Effectivement, l'étude de la perception de l'impact de l'environnement naturel sur le danger est **un vide à éclaircir** (Mackett *et al.*, 2005) car il n'est pas encore abordé par les travaux scientifiques.

L'environnement naturel module également les risques liés à l'exposition aux polluants. Cependant, même si **le lien entre les risques d'inhalation pour les usagers et l'environnement naturel est bien établi, celui-ci n'explique pas tout** (Kaur *et al.*, 2005).

En effet, l'environnement construit joue davantage un rôle concernant l'inhalation. On sait qu'il y a **une forte variation selon la pollution de fond** (Rojas-Rueda *et al.*, 2016) dans chaque territoire. A l'échelle plus locale, **le rôle conjoint du trafic et de l'aménagement** (Do Vale *et al.*, 2015) sont déterminants. Ces différents critères qui sont croisés lors des travaux sur l'exposition des usagers des modes actifs nous permettent de comprendre pourquoi les conclusions divergent. L'exposition comparée des cyclistes et des automobilistes varie énormément selon les recherches, cependant du fait de l'importance des facteurs liés à l'environnement construit, **cette incohérence est cohérente** (Rank *et al.*, 2001, Ramos *et al.*, 2016). Malgré un déficit de travaux sur la perception de l'inhalation comme signalé précédemment, les quelques analyses sur la question nous montre que **la perception des polluants contraint la pratique** (AMR Interactive, 2009) et que **les populations urbaines sont plus sensibles** (Badland *et al.*, 2009) aux problèmes de pollution que les ruraux et les habitants de la périphérie.

Pour les risques de subir un accident l'environnement construit est prépondérant. **Le bon aménagement est une solution efficace** (Lusk *et al.*, 2011) pour limiter le danger cependant certains espaces sont encore difficiles à adapter à la pratique de la marche et surtout du vélo. **Une distinction doit être faite** (Reynolds *et al.*, 2009) entre les sections courantes et les intersections puisque les carrefours et en particulier **les ronds-points sont des lieux dangereux qu'on ne sait guère encore aménager** (Daniels *et al.*, 2009). Ces lieux sont dangereux pour les usagers et perçus comme tels car **les giratoires sont des points noirs évités par les usagers des modes actifs** (Parkin *et al.*, 2007). Concernant la perception du risque relatif aux aménagements en section courante le résultat de la revue de littérature est clair : **l'aménagement rassure** (Winters *et al.*, 2010) notamment **les femmes qui sont plus sensibles à la présence d'aménité cyclable** (Dill *et al.*, 2014). **Plus la séparation est marquée, plus l'aménagement rassure** (Monsere *et al.*, 2014), à l'inverse **le nombre de véhicules stationnés**

augmente la perception du risque (Parkin *et al.*, 2007) pour les usagers du vélo. Le danger perçu croît pour les piétons et pour les cyclistes selon la densité du trafic. **Le double effet du volume et de la vitesse des véhicules motorisés** (Graser *et al.*, 2014) est constaté lorsque l'on évalue la perception du risque.

La construction d'infrastructure a pour conséquence de limiter les dangers pour les usagers mais aussi de favoriser la pratique des modes actifs. Etant donné qu'ils participent à la valorisation et l'augmentation de l'usage du vélo et de la marche, **les équipements sont largement bénéfiques** (Deenihan & Caulfield, 2014) pour la santé. **La création d'infrastructure participe aussi à redorer le blason des modes actifs** (Paige-Willis *et al.*, 2013) en réduisant la perception des dangers qui leur sont liés.

3 Le vélo évalué en rabattement dans les territoires

3.1 Synthèse du projet VERT

Par des analyses de documents, des visites sur le terrain et des entretiens avec des spécialistes, nous avons mis en évidence des cas de figure très variés de l'intermodalité vélo-transport collectif (IVTC), ce qui illustre la grande complexité de l'investigation d'une pratique de mobilité au carrefour des trois grands domaines thématiques que sont le vélo et les aménagements cyclables, les transports collectifs appréhendés dans leur diversité et les stratégies et dispositifs d'intermodalité. Complexité d'autant plus grande que l'on cherche à analyser la situation dans des pays différents, avec des contextes différents au sein d'un même pays, et que l'on prend en compte les évolutions dans le temps pour nourrir une réflexion prospective.

C'est dans ce contexte touffu que se situe la recherche des coûts nécessaires pour notre approche économique. Les coûts sont en interaction étroite avec d'autres aspects comme les jeux d'acteurs. Un fait marquant est le constat, non connu avant le démarrage de VERT, qu'un travail significatif de comparaison des coûts B+R (bicyclette relais) par rapport au P+R (parcs relais) a été réalisé en 2012 par les chercheurs de l'ETH de Zurich (Weidmann *et al.*, 2012). Des données issues d'autres sources ont été rassemblées, tout en mettant en évidence les facteurs d'incertitude.

Les éléments susceptibles de nourrir une vision prospective découlent des cas étrangers, appréhendés non pas de manière statique mais de manière dynamique, que nous illustrons ici par deux exemples : l'évolution des dispositifs de stationnement ouvre des perspectives de baisse du ratio places sécurisées/places non sécurisées par rapport aux critères de la situation française actuelle ; l'émergence ou la mise en œuvre de solutions diversifiées aussi bien pour les matériels (VAE) que pour la cyclabilité dans le périurbain est de nature à lever des blocages qui freinent le développement massif des rabattements à vélo.

Forts de ces analyses, nous avons pu mettre au point une méthode pour estimer le gain à attendre lorsqu'un voyageur se rabat vers la gare non plus en voiture mais à vélo. Il a été tenu compte du coût d'investissement et de fonctionnement des installations de stationnement, des dépenses occasionnées par les trajets de rabattement, du temps passé durant ces trajets de rabattement, du risque de subir un accident pendant les trajets, de l'avantage qu'il y a du point de vue de la santé de faire de l'exercice physique, de la pollution atmosphérique générée par les voitures et, enfin, des émissions de carbone imputables aux trajets en voiture. Ainsi le gain

socioéconomique a pu être estimé à environ 2 000 € par an et par voyageur transféré de la voiture vers le vélo.

Puis, dans un second temps, un modèle a été construit pour estimer le gain annuel en fonction du nombre de transférés de la voiture vers le vélo. Le gain annuel total est fonction du volume des déplacements tous modes confondus, de la part de marché du train, de la proportion d'utilisateurs du vélo en rabattement avant la mise en place des mesures qui vont permettre le transfert, de la proportion d'utilisateurs du vélo après la mise en place de ces mesures, et, enfin, de la distance entre le domicile de l'automobiliste et la gare.

Pour mettre en œuvre ce modèle, et plus largement examiner la problématique de l'IVTC sur un cas concret, nous avons choisi un terrain d'application en fonction de différents critères, dont l'attractivité pour le rabattement vers la gare à vélo. Ainsi, la gare d'Amboise a été préférée à d'autres sites pour son potentiel important, et une distance entre la ville et la gare adaptée au vélo. Notre recherche porte sur la comparaison des modes d'accès à la gare, en évaluant le bilan économique d'un transfert de la voiture vers le vélo comme mode de rabattement. La croissance de la part de marché du rail comme mode principal fait l'objet de deux hypothèses exogènes. Naturellement, la réduction des déplacements en voiture est l'objectif visé et est bien sûr alimentée par un report des trajets faits intégralement en voiture vers le train ou train+vélo.

A côté de l'approche économique, nous avons développé un volet sociologique montrant l'implication des différents acteurs dans le processus, que nous avons interviewés dans le cas d'Amboise. Le rôle central de planification et de stratégie est dévolu à la Région et à la SNCF. Les autres collectivités territoriales (département, intercommunalités et communes) se partagent les domaines d'interventions (offre de transport collectif, stationnement, itinéraires). Les usagers n'ont qu'un rôle mineur.

La reconstitution de la situation actuelle pour la mise en œuvre du modèle économique repose sur différentes étapes : 1. Le calcul du marché total des déplacements concernant Amboise, à partir de données INSEE et de notre modèle TMTM, de l'ordre de 5,5 millions de voyages annuels, en grande partie vers Tours, mais pas seulement. 2. Parmi ces déplacements, l'estimation de la fréquentation de la gare d'Amboise, avec des données SNCF appuyées par nos comptages, fréquentation qui s'élève à 1 300 voyages de résidents par jour de base prenant le train à Amboise, et 380 non-résidents arrivant en train à Amboise, ce qui représente des parts de marché respectives de 10,4 % et 3,3 %. 3. L'observation des modes de rabattement actuels vers la gare, soit 7 % pour le vélo en entrée (résidents), dont la moitié concerne des embarquements, et 13 % en sortie (non-résidents, qui sont quatre fois moins nombreux que les résidents).

Pour analyser les conditions du rabattement vers et depuis la gare d'Amboise, différents jeux de données et outils ont été mobilisés. Des données INSEE de population carroyées à 200 m et d'emploi, des données viaires et topographiques et deux calculateurs d'itinéraire dont un calculateur vélo nous ont permis de développer les applications Pop200 et Emp200 cartographiant respectivement la population et les emplois salariés accessibles depuis la gare d'Amboise dans un temps donné à vélo compte tenu des voiries susceptibles d'être réellement utilisées.

Ensuite des scénarios contrastés pour le pré-acheminement à la gare ont été construits, un scénario volontariste favorisant le rabattement à vélo à comparer à un scénario tendanciel. Ces deux scénarios sont croisés avec deux cas de figure suivant que la fréquentation de la gare

d'Amboise connaît une progression lente ou soutenue, la part de marché du rail passant en 2025 à 11,3 % ou 20,8 % respectivement. Le scénario tendanciel se contente de prendre en compte la diffusion du VAE, ouvrant un territoire plus vaste au rabattement vélo (zone Zi), estimé avec l'application Pop200. Le scénario volontariste permet d'augmenter la portée du vélo standard (zone Zi+j), et a fortiori du VAE (zone Zk). Dans chacune des zones, des hypothèses de report vers le vélo ou le VAE de la voiture stationnée en P+R ou utilisée en dépose-minute ont été faites, ainsi que des hypothèses sur la part de vélos embarqués et l'usage des vélos pliants. Cela permet de faire passer la part du vélo et du VAE de 10 % dans le scénario tendanciel à 38 % dans le scénario volontariste, la portée moyenne de rabattement à vélo passant de 2,0 à 2,6 km, celle à VAE de 2,5 à 3,5 km. L'application Pop200 a permis de cartographier précisément les populations concernées. Des analyses similaires ont été faites pour le post-acheminement (voyageurs débarquant à la gare d'Amboise pour y rejoindre un emploi) avec l'application Emp200.

Le réalisme des scénarios a été conforté par l'analyse détaillée du stationnement en gare d'Amboise, et des conditions de cyclabilité des itinéraires de rabattement, montrant que le stationnement automobile en gare d'Amboise pouvait être contenu, et que les conditions de stationnement des vélos et de circulation à vélo vers la gare d'Amboise pouvaient être améliorées.

Finalement, l'application du modèle économique sur les hypothèses faites sur le cas d'Amboise aboutit à un gain unitaire de l'ordre de 2 000 € par an et par voyageur transféré du P+R vers le vélo, et de l'ordre de 1 000 € par an et par voyageur transféré de la dépose voiture vers le vélo, gain similaire pour le vélo standard et le VAE. Il en résulte un gain total annuel pour l'application du scénario volontariste par rapport au scénario tendanciel de 390 000 à 750 000 €, suivant les cas d'évolution de la fréquentation de la gare. Ce bilan très favorable justifie une intervention des pouvoirs publics en faveur du vélo en rabattement vers la gare.

3.2 Retombées environnementales et sanitaires

Troisième volet du bilan économique, quatre retombées environnementales font l'objet d'une évaluation : les accidents de la circulation, la santé (à travers l'exercice physique), la pollution atmosphérique et le changement climatique (à travers les émissions de carbone).

3.2.1 Les accidents

Le coût des accidents est égal au produit d'un kilométrage annuel et d'un coût kilométrique d'accident. Ce dernier s'appuie sur des chiffres d'accidentologie et sur une valorisation tutélaire de la vie.

Les données sur l'accidentologie (tableau 2) proviennent du rapport ONISR portant sur la France entière. Le rapport est daté de mai 2014 mais les données concernent l'année 2011.

	cyclistes	automobilistes
Tués	141	2 065
Blessés hospitalisés	1 418	12 136
Blessés légers	2 882	22 837
Circulation en milliards de véhicules x km	9,7	398,8

Tableau 2 : Accidentologie France entière en 2011, données rapport ONISR 2014

La différence en défaveur du vélo tient au fait que le risque d'accident est supérieur en vélo à ce qu'il est en voiture étant supposé qu'il s'agit du risque d'être victime d'un accident et non pas du risque de le provoquer. Les avantages d'un transfert de la voiture vers le vélo sont donc sous-estimés puisqu'ils ne tiennent pas compte de la réduction du risque (par exemple, pour les piétons) lié à un moindre usage de la voiture.

De plus, le risque individuel d'accident pour un cycliste diminue si la pratique du vélo augmente : cet effet sera négligé ici car l'augmentation du nombre de cyclistes en rabattement ne va pas changer fondamentalement le rapport de force entre cyclistes et automobilistes dans la ville.

Par ailleurs, le risque d'accident est évalué sur la seule base des données BAAC remontées par les forces de l'ordre. Or les études (AVER) montrent que ces données sous-évaluent fortement le nombre de blessés, et ceci beaucoup plus pour les cyclistes que pour les automobilistes. Pour tenir compte de cette situation, un test de sensibilité du résultat final au différentiel de risque sera effectué.

Les données sur la valeur tutélaire (tableau 3) de la vie proviennent du rapport Quinet (page 42) ; elles concernent l'année 2010 et sont exprimées en euros 2010. Il faut donc apporter une double correction d'une part, pour tenir compte de l'augmentation de la valeur qu'on attribue à la vie et qui, toujours selon le même rapport, suit le PIB par tête et d'autre part pour tenir compte de l'inflation entre 2010 et 2014.

	Année 2010 en euros 2010	Année 2014 en euros 2010	Année 2014 en euros 2014
Tués	3 000 000	3 083 346	3 254 402
Blessés hospitalisés	450 000	462 502	488 160
Blessés légers	60 000	61 667	65 088

Tableau 3 : Valeurs tutélaires pour les tués et les blessés, données Rapport Quinet 2010

En croisant les deux tableaux précédents, on obtient des coûts kilométriques d'accident (tableau 4) : 13,8 centimes pour le vélo et 3,5 centimes pour la voiture.

	cyclistes	automobilistes
Valorisation des tués, en M€	458,9	6 720,30
Valorisation des blessés hospitalisés, en M€	692,2	5 924,30
Valorisation des blessés légers, en M€	187,6	1 486,40
Valorisation totale, en M€	1 338,70	14 131,00
Total par kilomètre, en € / km	0,138	0,035

Tableau 4 : Coût des accidents

3.2.2 La santé

Le coût pour la santé est égal au produit d'un kilométrage annuel et d'un coût kilométrique pour la santé. Ce dernier est plutôt un avantage pour le cycliste et donc, dans la comparaison entre modes, un coût relatif pour l'automobiliste.

Cet avantage kilométrique pour la santé en faveur du vélo est estimé à partir de l'ouvrage « Les avantages sanitaires de la pratique du vélo dans le cadre des déplacements domicile-travail » publié par la Coordination interministérielle pour le développement du vélo (CIDUV) en décembre 2013.

Les effets sur la santé procurés par l'exercice physique sont évalués en termes de mortalité et de morbidité. À titre indicatif, la pratique régulière de vélo permet de réduire le risque de mortalité de 28 %. De plus, l'activité physique conduit à une réduction des risques de maladies coronariennes, de maladies vasculaires cérébrales, de diabète de type 2, de cancer du sein et de cancer du colon.

On retiendra, en s'appuyant sur le scénario 1A (page 18) un bénéfice imputable à l'activité physique de 193,6 M€ au niveau de la France entière à rapporter au nombre de kilomètres supplémentaires qui seraient parcourus à vélo estimé, lui, à 400 millions de kilomètres. Du coup, l'avantage par kilomètre serait de 48,4 centimes. On ne corrigera pas ce chiffre puisque dans cette étude, c'est justement l'année 2014 qui sert de référence (page 4).

D'où un avantage, ou un coût négatif, pour le vélo de $922 \text{ km} \times 0,484 \text{ €} = 446 \text{ €}$ par an.

On notera au passage que cette estimation des avantages pour la santé est conservative ; c'est pourquoi on considèrera qu'elle intègre les effets négatifs de la pollution sur la santé. Il s'agit là non pas d'une pollution produite (voir point suivant) mais d'une pollution subie liée à l'inhalation des gaz des automobiles.

3.2.3 La pollution atmosphérique

Le coût imputable à la pollution atmosphérique est égal au produit d'un kilométrage annuel et d'un coût kilométrique de pollution.

Ce dernier est issu du rapport Quinet qui retient (page 46) un chiffre de 1,7 € pour 100 véhicules x km. Il s'agit du cas relatif à l'urbain (et non pas à l'urbain dense) qui semble correspondre au quartier de la gare en agglomération parisienne. Le rapport prévoit (page 47) une indexation de la valeur tutélaire en monnaie constante à la fois sur le PIB par tête et sur l'évolution des émissions, ces dernières étant estimées à -6% par an.

Ainsi pour passer des chiffres relatifs à l'année 2010 en euros 2010 aux chiffres relatifs à l'année 2014 en euros 2014, il faut tenir compte de trois corrections :

- l'évolution du PIB par tête, avec un coefficient multiplicateur de : 1,0278
- l'évolution des émissions, avec un coefficient multiplicateur de : 0,7807
- l'évolution des prix, avec un coefficient multiplicateur de : 1,0555

d'où un coefficient multiplicateur résultant de : 0,8470

Du coup, le coût kilométrique imputable à la pollution passe de 0,017 € / km à 0,014 € / km dans le cas de la voiture et reste nul dans le cas du vélo.

3.2.4 Le climat

Le coût imputable au changement climatique est égal au produit d'un kilométrage annuel et d'un coût kilométrique pour le climat. Ce dernier résulte du croisement entre les émissions unitaires de chaque mode (en grammes équivalent CO₂ par véhicule x km) et d'une valeur de la tonne de CO₂.

La valeur de la tonne de CO₂ est issue du rapport Quinet qui retient (page 43) une valeur de 32 €. Il s'agit d'une valeur qui correspond à l'année 2010 et qui est exprimée en euros 2010.

Le rapport prévoit une augmentation de la valeur de la tonne au rythme de 5,8 % par an jusqu'en 2030. Entre 2010 et 2014, la valeur que l'on attache au carbone aura donc augmenté de 25 %. Parallèlement, les prix ont augmenté de 5,5 %. D'où la valeur tutélaire de la tonne de CO2 pour l'année 2014 en euros 2014 : $32 \times 1,253 \times 1,055 = 42,32 \text{ €}$.

Quant aux émissions unitaires, elles proviennent de l'ouvrage « Cycle more often to cool down the planet – Quantifying CO2 savings of cycling », publié par l'European Cyclists' Federation (ECF) en 2011. L'ECF retient 21 grammes par km pour le vélo et 252 grammes par km pour la voiture (page 13). On notera que ces chiffres tiennent compte des émissions non seulement au moment de l'utilisation mais sur l'ensemble du cycle de vie (ce qui explique un chiffre non nul pour le vélo).

En multipliant la valeur du carbone par les émissions unitaires, on obtient 1,1 centime / km pour la voiture et 0,1 centime / km pour le vélo.

3.3 Recommandations

Il y a une marge de progression importante de l'IVTC en France, même dans le cas de territoires de taille moyenne comme le Val d'Amboise, situés de surcroît à la limite du périurbain et du rural. Les principales recommandations que l'on peut énoncer à l'issue de ce projet de recherche sont les suivantes.

L'État, les associations d'usagers et les entreprises doivent promouvoir l'IVTC

L'État n'a pas de rôle direct global en matière d'IVTC, mais, étant donné les avantages collectifs de l'IVTC (en matière de marché de l'emploi, de bilan énergétique et carbone, et de santé publique), il doit s'impliquer dans sa promotion et dans des incitations diverses. Nous insisterons ici sur l'effort de synergie : l'implication de l'État aura d'autant plus d'impact que les autres acteurs prendront les mesures nécessaires.

Nos calculs économiques ont montré la part prépondérante, dans les gains de la solution B+R par rapport à P+R, des installations de stationnement, des dépenses de rabattement et des gains de santé. Ce sont donc avec ces arguments qu'il faut promouvoir l'IVTC auprès des collectivités (réduire les coûts des parkings automobiles près des gares), comme des usagers (éviter d'immobiliser une voiture à la gare, se passer d'une deuxième voiture, améliorer sa santé). En comparaison, les pertes de temps, ou les risques d'accident sont minimes. On peut réduire les pertes de temps, ou accroître la portée du rabattement en optant pour la solution VAE, qui procure aussi des gains de santé substantiels.

Il revient à l'État de lancer une campagne de sensibilisation auprès des voyageurs se rabattant vers les gares de TER en voiture pour leur rappeler l'intérêt du vélo pour eux-mêmes au niveau de leurs dépenses de transport et au niveau de leur santé, auquel s'ajoute l'intérêt du vélo pour la Collectivité au niveau du coût des installations de stationnement et des émissions de carbone.

Les associations d'usagers doivent se mobiliser pour promouvoir les arguments en faveur de l'IVTC, et faire remonter les besoins détaillés des cyclistes. Elles doivent s'appuyer sur des arguments étayés, et pour un développement massif de l'IVTC relativiser l'importance du vélo classique embarqué par rapport au vélo stationné.

L'État peut aussi agir auprès des entreprises, en faisant la promotion de l'indemnité kilométrique vélo, qu'il s'agirait de rendre accessible aux trajets intermodaux, et en favorisant l'implication des entreprises dans l'élaboration des PDE.

La SNCF et les régions doivent s'impliquer stratégiquement dans le développement de l'IVTC.

La SNCF est un acteur majeur qui doit s'impliquer stratégiquement dans le développement de l'IVTC, de manière soutenue dans la durée, comme le font ses homologues dans d'autres pays : aux Pays-Bas ce sont les chemins de fer (NS) qui organisent le stationnement vélo. En France, il est important d'intégrer le B+R dans les conventions SNCF-Région ; il conviendrait d'avoir une vision globale des rabattements et aménagements autour des gares pour donner une importance accrue au B+R par rapport aux parcs-relais, compte tenu des gains économiques mis en évidence.

Les collectivités doivent intégrer l'IVTC dans l'urbanisme et le plan de déplacements

Le développement de l'IVTC va de pair avec le développement du vélo utilitaire dans toutes ses composantes. C'est donc une politique vélo d'ensemble que les différentes collectivités doivent mettre en œuvre à leur échelle, avec notamment un plan global des déplacements à vélo sur l'ensemble d'un territoire.

Le développement de l'IVTC est grandement facilité par un urbanisme évitant la dispersion des activités et de l'habitat : l'IVTC doit donc être prise en compte dans les documents d'urbanisme, en favorisant la compacité et la mixité, et dans les normes de stationnement vélo dans les constructions et dans l'espace public.

D'autres leviers peuvent être actionnés, comme des incitations financières pour les cyclistes (indemnité kilométrique, aide à l'achat de VAE ou de vélos pliants).

La SNCF et les collectivités doivent développer le stationnement vélo dans les gares

La mise en œuvre de l'IVTC doit se faire avec une approche pragmatique, par développement de l'offre au fur et à mesure de l'augmentation des besoins, tant en nombre de places qu'en solutions plus sécurisées.

Il faut un dosage, qui peut évoluer, entre stationnement sécurisé et stationnement de base.

Tous les stationnements doivent au moins inclure des arceaux ; tout dispositif ne permettant pas d'attacher et de maintenir le cadre est à proscrire.

Pour les solutions techniques plus sophistiquées et sécurisées, des études précises sont nécessaires pour choisir la solution la plus adaptée : enclos sécurisés de différents types, ou dans certains cas particuliers vélostation ou boxes individuels. Le coût du stationnement cycliste en gare varie avec la part de ces divers aménagements dans l'ensemble de l'offre.

Les collectivités doivent aménager les voiries pour améliorer la cyclabilité

L'aménagement d'un réseau d'itinéraires de rabattement est évidemment essentiel pour le succès de l'IVTC, en facilitant le rabattement des usagers cyclistes sur la gare depuis toutes les

directions. Ces itinéraires permettront des déplacements sûrs, le plus directs possible et confortables, ce qui non seulement accroîtra la sécurité des cyclistes, mais réduira grandement les pertes de temps sur les trajets vers la gare.

L'amélioration de la cyclabilité passe par toute une série d'aménagements à adapter selon les situations : zones 30 en agglomération, limitations de vitesse à 70 km/h en rase campagne, double sens cyclables, chaussées à voie centrale banalisée, rétrécissements avec passages latéraux cyclables, bandes cyclables, pistes cyclables séparées, rues ou chemins réservés aux vélos, passages dénivelés, aménagements de carrefours avec tourne-à-gauche vélo, etc. On se reportera au site du Cerema pour trouver une description de ces aménagements. Il ne faut pas oublier non plus l'importance du jalonnement spécifique pour les cyclistes. Dans le cas particulier d'Amboise, l'investissement pour l'amélioration du franchissement de la Loire, soit par élargissement du pont actuel, soit par un ouvrage nouveau pour cyclistes et piétons, est essentiel pour relier le centre-ville à la gare.

Tout aussi fondamental est de dissuader parallèlement l'usage de la voiture par de nombreuses mesures bien connues, notamment la limitation et la fin de la gratuité du stationnement automobile, la maîtrise des vitesses et la réduction des profils des voiries. Le développement de l'IVTC est aussi un moyen de ne pas avoir besoin d'accroître indéfiniment les capacités des parkings en gare.

Finalement, la mise en œuvre conjointe des actions que nous venons d'énoncer, dont la plupart sont peu coûteuses, devrait permettre de dégager les gains collectifs importants que nous avons identifiés. Une condition de succès est toutefois que tous les acteurs travaillent de concert à cet objectif.

4 Conclusion

Au travers de deux recherches, nous avons montré que le bilan du vélo était largement positif.

La recherche PARMA, revue de littérature sur la perception des risques et des avantages sur la santé des modes actifs, a mis en évidence les facteurs individuels, socio-économiques, démographiques et psychologiques, ainsi que les facteurs d'environnement, naturel et construit, qui jouent sur le risque et l'avantage réel, et sur leur perception. Parmi les facteurs individuels, on retiendra le sexe, l'âge, l'expérience. Parmi les facteurs d'environnement on notera les conditions météorologiques, la luminosité, les aménagements de voirie hors intersection et en intersection. Mais quel que soit le groupe d'utilisateur ou l'environnement, les avantages de l'exercice physique pour la santé dépassent toujours les risques liés aux accidents et à l'inhalation d'air pollué.

La recherche VERT a consisté en une évaluation économique du transfert de la voiture vers le vélo comme mode de rabattement vers le train pour les déplacements réguliers (travail ou études). Le bilan positif (environ 2000 euros par usager transféré et par an), pour l'individu et la collectivité inclut notamment l'économie de la non-immobilisation d'une voiture laissée à la gare toute la journée, des installations de stationnement qui sont moins coûteuses pour le vélo que pour la voiture, et l'avantage net pour la santé de l'utilisateur. Il inclut aussi mais de manière plus marginale les effets environnementaux (pollution de l'air et émissions de gaz à effet de serre).

Ces résultats montrent aussi que nous avons changé de nature et d'intensité d'argumentation pour la promotion du vélo. Dans les années 1990 l'argument principal était l'environnement, se traduisant par l'usage du vocable « modes doux », dérivé des exigences environnementales de la loi LAURE (1996). Au cours des années 2000 est apparu l'expression « modes actifs » faisant explicitement référence aux bienfaits de l'exercice physique. Mais si ces derniers sont quantitativement supérieurs aux avantages environnementaux, ils peinent encore à convaincre l'opinion et les décideurs. Il reste donc encore un effort de promotion à faire pour que la société profite pleinement du bilan positif du vélo.

5 Références

- ADEME (2015) *Evaluation de la mise en œuvre expérimentale de l'indemnité kilométrique pour les vélos – Synthèse*, ADEME.
- Allen P., Roupail N., Hummer J.E., Milazzo II J.S. (1998) Operational Analysis of Uninterrupted Bicycle Facilities. Transportation Research Record 1636, Bicycle and Pedestrian Research 1998, TRB, Washington, DC, pp. 29-36
- Amoros E., Blaizot S., Mouloud Haddak M. et Papon F. (2012) *Accidentalité à Vélo et Exposition au Risque (AVER) - Risque de traumatismes selon quatre types d'usagers de la route : piétons, cyclistes, usagers de deux-roues motorisés et automobilistes*, Délégation à la Sécurité et à la Circulation Routière
- A.M.R. Interactive (2009) *Research into Barriers to Cycling in NSW – Final Report*
- Bacchieri G., Barros A.J.D., dos Santos J.V. et Gigante D.P. (2010) « Cycling to work in Brazil: Users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence », in *Accident Analysis & Prevention*, Volume 42, Issue 4, page 1025–1030
- Badland H.M. & Duncan M.J. (2009) « Perceptions of air pollution during the work-related commute by adults in Queensland, Australia », in *Atmospheric Environment*, Volume 43, page 5791-5795
- Bill E., Rowe D. et Ferguson N. (2015) *Does experience affect perceived risk of cycling hazards ?*, STAR 2015
- Briem V., Radeborg K., Salo I. et Bengtsson H. (2004) « Developmental Aspects of Children's Behavior and Safety While Cycling », in *Journal of Pediatric Psychology*, Volume 29, page 369-377
- Daniels S., Brijs T, Nuyts E. et Wets G. (2009) « Injury crashes with bicyclists at roundabouts: influence of some location characteristics and the design of cycle facilities », in *Journal of Safety Research*, Volume 40, Issue 2, page 141-148
- Deenihan G. & Caulfield, B. (2014) « Estimating the health economic benefits of cycling », in *Journal of Transport & Health*, Volume 1, page 141-149
- de Geus B, Degraeuwe B, Vandenbulcke G, Int Panis L, Thomas I, Aertsens J, De Weerd Y, Torfs R, Meeusen R. *Utilitarian cycling in Belgium: a cross-sectional study in a sample of regular cyclists* Journal of Physical Activity & Health, 11 (5), 2014, 884-894
- de Geus B., Joncheere J. et Meeusen R. (2008) « Commuter cycling: Effect on physical performance in untrained men and women in Flanders: Minimum dose to improve indexes of fitness », in *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Volume 19, page 179-187

- de Geus B., Vandenbulcke G., Int Panis L., Thomas I., Degraeuwe B., Cumps E. Aertsens J., Torfs R. et Meeusen R. (2012) « A prospective cohort study on minor accidents involving commuter cyclists in Belgium », in *Accident Analysis & Prevention*, Volume 45, page 683–693
- Dill J., Mohr C. et Mia L. (2014) « How Can Psychological Theory Help Cities Increase Walking and Bicycling? » in *Journal of the American Planning Association*, Volume 80, page 36-51
- Do Vale I.D., Vasconcelos A.S. et Duarte G.O. (2015) « Inhalation of particulate matter in three different routes for the same OD pair: A case study with pedestrians in the city of Lisbon », in *Journal of Transport & Health*, Volume 2, Issue 4, page 474–482
- Etemad H., Costello S.B. et Wilson D.J. (2016) *Using an instrumented bicycle to help understand cyclists' perception of risk*, IPENZ Transportation Group Conference, Auckland 7-9 mars
- Ettema D., Gärling T., Eriksson L., Friman M. et Fujii S. (2011) « Satisfaction with travel and subjective well-being: Development and test of a measurement tool », in *Transportation Research Part F*, Volume 14, page 167–175
- Genter J. A., Donovan S. et Petrenas B. (2008) *Valuing the health benefits of active transport modes*, New Zealand Transport Agency Research Report 359
- Granié MA., Assaily J.P., Espiau G., Mallet P. et Vignoli E. (2008) *Genre, risques, éducation, socialisation (GENRES). La psychologie du développement au service de la compréhension de la différence des sexes dans l'accidentologie routière*, PREDIT GO 3
- Graser A., Alksa M., Straub M. Saleh P., Wittmann S. et Lenz G. (2014) *Safety of urban cycling: A study on perceived and actual dangers*, Transport Research Arena, Paris
- Götschi, T., Garrard J. et Giles-Corti B. (2015) « Cycling as a Part of Daily Life: A Review of Health Perspectives », in *Transport Reviews*
- Hoffman M.R., Lambert W.E. Peck E.G. et Mayberry J.C. (2010) « Bicycle commuter injury prevention: It is time to focus on the environment », in *Journal of Trauma*, Volume 69, page 1112-1119
- Huy C. Becker S. Gomolinsky U., Klein T. et Thiel A. (2008) « Health, medical risk factors, and bicycle use in everyday life in the over-50 population », in *Journal of Aging and Physical Activity*, Volume 16, page 454-464
- Int Panis L., de Geus B., Vandenbulcke G., Willems H. et al. (2010) « Exposure to particulate matter in traffic: A comparison of cyclists and car passenger », in *Atmospheric Environment*, Volume 44, page 2263-2270
- Kaur S., Nieuwenhuijsen M.J. et Colvile R. (2005) « Personal exposure of street canyon intersection users to PM2.5, ultrafine particle counts and carbon monoxide in Central London, UK », in *Atmospheric Environment*, Volume 39, page 3629–3641
- Kim J.M., Kim S., Ulfarsson G. et Porrello L.A. (2007) « Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents », in *Accident Analysis and Prevention*, Volume 39, page 238–251
- Lois D., Moriano J.A. et Rondinella G. (2015) « Cycle commuting intention: A model based on theory of planned behavior and social identity », in *Transportation Research Part F*, Volume 32, page 101–113
- Lusk A. C., Furth P.G., Morency P., Miranda-Moreno L.F., Willett W.C. et Dennerlein J.T. (2011) « Risk of Injury for Bicycling on Cycle Tracks versus in the Street », in *Injury Prevention*, Volume 17, page 131–135

- Mackett R.L., Brown B. et Paskins J. (2005) *Overcoming the barriers to walking for children*, Walk 21 Conference held in Zurich, Switzerland, page 22- 23
- Monsere C.M. , Dill J., McNeil N., Clifton K. *et al.* (2014) *Lessons from the green lanes: evaluating protected bike lanes in the U.S.?*, National Institute for Transportation and Communities
- Paige Willis D., Manaugh K. et El-Geneidy A. (2013) « Uniquely satisfied: Exploring cyclist satisfaction », in *Transportation Research Part F*, Volume 18, page 136–147
- Papon F. (2002) La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité? 1ère partie : le temps et l'argent. *Transports*, n°412, pp.84-94 ; 2ème partie : la santé et la sécurité. *Transports*, n°413, pp.187-197 ; 3ème partie : la collectivité. *Transports*, n°414, pp.232-242
- Papon F, Belton-Chevallier L, Abours S, Côme E, Midenet S, Soulas C, Beauvais JM, Polombo N (2015) Rapport final du projet VERT. Le vélo évalué en rabattement dans les territoires. Prédit. 3 volumes
- Parkin J., Wardman M. et Page M. (2007) « Models of perceived cycling risk and route acceptability », in *Accident Analysis and Prevention*, Volume 39, page 364–371
- Poulos R.G., Hatfield J., Rissel C., Flack L.K., Murphy S., Grzebieta R. (2014) « An exposure based study of crash and injury rates in a cohort of transport and recreational cyclists in New South Wales, Australia », in *Accident Analysis & Prevention*, Volume 78, page 29–38
- Rajé F & Saffrey A (2016) *The value of cycling: rapid evidence review of the economic benefits of cycling*. University of Birmingham
- Ramos C.A., Wolterbeek H.T. et Almeida S.M. (2016) « Air pollutant exposure and inhaled dose during urban commuting: a comparison between cycling and motorized modes », in *Air Quality Atmosphere & Health*
- Rank J., Folke J. et Jespersen P.H. (2001) « Differences in cyclists and car drivers exposure to air pollution from traffic in the city of Copenhagen », in *The Science of the Total Environment*, Volume 279, page 131-136
- Reynolds C.C.O., Harris A., Teschke K., Cripton P.A. et Winters M. (2009) « The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature », in *Environmental Health*, Volume 8
- Rojas-Rueda D., de Nazelle A., Andersen Z.J., Braun-Farhrländer C. *et al.* (2016) « Health Impacts of Active Transportation in Europe » in *PLOS ONE*, Volume 11
- Tainio M., de Nazelle A., Göstchi, Kalmeier S., Rojas-Rueda D., Nieuwenhuijsen M.J., Hérick de Sá T., Kelly P. and Woodcock J. (2016) « Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? », in *Preventive Medicine* Volume 87, June 2016, Pages 233–236
- Toussaint J.F. (dir.) (2008) Retrouver sa liberté de mouvement. PNAPS. Plan National de prévention par l'Activité Physique ou Sportive. Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative. *Rapport Préparatoire de la Commission Prévention, Sport et Santé* présidée par le Pr Jean-François Toussaint et réunie d'avril à octobre 2008
- Vanparijs J., Int Panis L., Meeusen R. et de Geus B. (2015) « Exposure measurement in bicycle safety analysis: A review of the literature », in *Accident Analysis and Prevention*, Volume 84, page 9-19

Weidmann, U., Kirsch, U., Carrasco, N., Anderhub, G. (2012), *Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität*, IVT ETH Zürich, Rapport pour l'Office fédéral des routes, Confédération Suisse, septembre 2012

Winters M., Davidson G. Kao D. et Teschke K. (2010) « Motivators and deterrents of bicycling: Comparing influences on decisions to ride », in *Transportation*, Volume 38, page 153-16