



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Synthèse

Comportement de mobilité





Comportement de mobilité

La gestion de la consommation d'énergie dans les transports est souvent bien plus difficile que dans d'autres domaines. Cette synthèse thématique rassemble les résultats des projets portant essentiellement sur la mobilité ayant trait au comportement. Les innovations techniques telles que la mobilité électrique, les véhicules autonomes ou encore la régulation du trafic ne font pas partie des thèmes des PNR 70 et 71.



1. Vers une mobilité durable

Comment réduire la part conséquente du trafic dans la consommation d'énergie de la Suisse autant que l'exige la transformation du système énergétique ? Cette synthèse déduit des conclusions du PNR Énergie les principaux défis à relever dans le domaine de la mobilité et les réunit sous forme de recommandations d'action.



Administration publique # Associations et ONG # Population # Politique (Confédération, canton, commune)

1.1. Trois messages clés



Plus d'un tiers de notre consommation d'énergie est lié au transport. Les mesures susceptibles de rendre nos comportements en matière de mobilité moins énergivores revêtent par conséquent une importance de taille pour la transformation du système énergétique. Les résultats du PNR Énergie permettent de déduire les trois messages clés suivants :

- **Les actions volontaires ne suffisent pas** Diverses solutions, basées sur des actes volontaires, permettent actuellement d'adopter un comportement moins énergivore en matière de mobilité, par exemple avec les concepts d'autopartage (car sharing) et de covoiturage (car pooling). Les résultats du PNR Énergie montrent cependant que l'acte volontaire a une efficacité limitée. Pour que les nouveaux produits et solutions se soldent par des économies d'énergie, une réglementation idoine est indispensable.
- **Les nouvelles technologies sont insuffisamment mises au service des économies d'énergie** Grâce aux technologies numériques, chacun peut organiser sa propre mobilité dans un respect maximum de l'environnement, en combinant les transports publics et des services de partage de vélos, de trottinettes et de voitures. Pour l'instant, les économies d'énergie occupent toutefois rarement une place centrale lors de la conception et de l'utilisation des outils numériques. Il en va de même pour l'efficacité énergétique dans le domaine de la logistique. Là aussi, les technologies d'automatisation numériques sont la clé de la réussite alors que les véritables outils d'économie d'énergie restent rares.
-



L'efficacité des nouvelles offres est limitée par les effets de rebond En raison des nombreux déplacements de loisirs notamment, le secteur des transports est particulièrement sujet aux effets dits « de rebond », qui qualifient une situation où les économies d'énergie ou de coûts sont (sur)compensées par une consommation accrue sur un autre plan. Les résultats des programmes et des mesures doivent par conséquent être constamment remis en question et, si nécessaire, complétés par des mesures d'accompagnement. Ceci dans le but d'éviter qu'à la clé on assiste à une consommation supérieure en lieu et place des économies prévues.

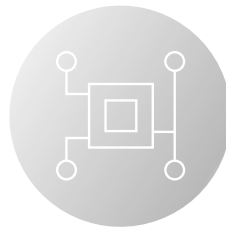
Administration publique # Associations et ONG # Population # Entreprises # Politique
(Confédération, canton, commune)

1.2. Recommandations clés pour les acteurs



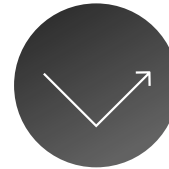
Mettre en œuvre des mesures tant incitatives que dissuasives!

Pour faire évoluer les comportements en faveur d'une mobilité moins énergivore, deux ensembles complémentaires de mesures, respectivement incitatives et dissuasives, sont nécessaires.



Exploiter le potentiel du numérique à tous les niveaux!

Le potentiel d'économie d'énergie des technologies numériques n'est encore guère exploité. Dans le domaine de la mobilité quotidienne, les outils numériques actuels ne sont par exemple pas conçus de façon à cibler les comportements économes en énergie.



Éviter les effets de rebond grâce à des mesures judicieuses !

La consommation d'énergie par personne liée aux transports doit absolument diminuer.

Les différentes actions recommandées en matière de comportement de mobilité, sur la base des résultats du PNR Énergie, peuvent être regroupées en trois recommandations clés :

1. **Mettre en œuvre des mesures tant incitatives que dissuasives** Pour faire évoluer les comportements en faveur d'une mobilité moins énergivore, deux ensembles complémentaires de mesures, respectivement incitatives et dissuasives, sont nécessaires. Il faut d'une part des offres attractives incitant à changer de comportement et faisant l'objet d'une communication adaptée aux groupes cibles. Ces aspects relèvent avant tout des acteurs professionnels et commerciaux, mais aussi semi-publics, comme les exploitants des transports publics. D'autre part, les mesures doivent être encadrées par une réglementation intelligente, basée sur des incitations et des sanctions, à mettre en place par l'État, les cantons et les communes.
2. **Exploiter le potentiel du numérique à tous les niveaux** Le potentiel d'économie d'énergie des technologies numériques n'est encore guère exploité. Dans le domaine de la mobilité quotidienne, les outils numériques actuels ne sont par exemple pas conçus de façon à cibler les comportements économes en énergie. Le même constat peut s'appliquer à la logistique urbaine. Des transports urbains économes en énergie et émettant peu de CO₂ ne sont possibles qu'avec des technologies numériques conçues dans ce but. Pour y parvenir, une collaboration entre le secteur privé et les organismes gouvernementaux est indispensable. Les entreprises se chargent de concevoir des offres numériques et l'État pilote leur développement dans le sens souhaité grâce à des aides et des réglementations ciblées.



- 3. Éviter les effets de rebond grâce à des mesures judicieuses** La consommation d'énergie par personne liée aux transports doit absolument diminuer. À cet égard, il est essentiel d'étudier les effets de rebond potentiels, en raison desquels les économies réalisées entraîneraient une consommation accrue sur un autre plan, et d'adopter des mesures judicieuses pour les contrer. Grâce à leur capacité à susciter l'ambition personnelle de réaliser des économies, les systèmes numériques de feedback peuvent contribuer à se rapprocher de cet objectif en suscitant l'acte volontaire. L'État doit soutenir des études scientifiques sur les effets de rebond afin de proposer des outils susceptibles d'encourager les entreprises à éviter ces effets de rebond.

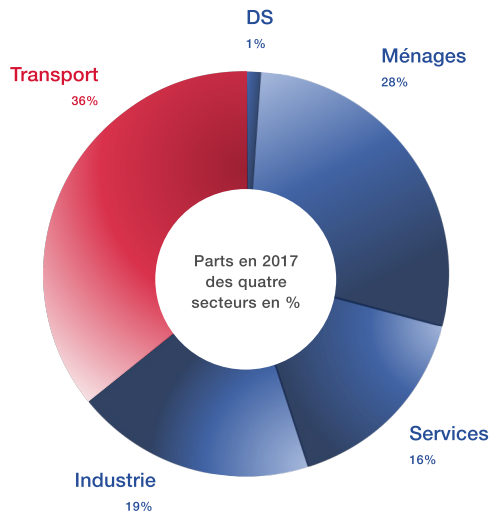
2. La mobilité : un aspect central trop souvent négligé

Bien qu'ils représentent une part non négligeable de la consommation, les transports n'occupent qu'une place secondaire dans la politique énergétique. En Suisse, la mobilité se distingue par un certain nombre de spécificités, comme un degré élevé de motorisation et une forte multimodalité. Des ruptures technologiques fondamentales sont désormais à l'ordre du jour.



CO2 / Gaz à effet de serre # Population # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

2.1. La mobilité, levier indispensable de la stratégie énergétique



DS différence statistique y compris l'agriculture

Répartition de la consommation finale d'énergie selon les groupes de consommateurs

Source : *Statistique globale suisse de l'énergie 2017*, p. 5

Responsable de 36,3 % de la consommation d'énergie finale de la Suisse, le trafic¹ représente une part considérable, qui a même tendance à augmenter². Il apparaît ainsi clairement qu'une contribution substantielle de ce secteur est indispensable pour atteindre les économies nécessaires à une transformation du système énergétique de la Suisse. Il s'agit d'une part de réaliser des gains d'efficacité au niveau des moyens de transport et de développer de nouveaux modes de propulsion à base d'énergies non-fossiles³, et d'autre part de faire évoluer les comportements en matière de mobilité. Sans cela, la croissance constante du volume de trafic annihilera systématiquement les améliorations techniques et infrastructurelles.

Afin d'avoir un effet aussi conséquent que possible, le levier doit être actionné au bon endroit : sur le territoire national 95 % de la consommation d'énergie liée au transport sont à mettre sur le compte du trafic motorisé individuel⁴, qui représente à son tour 80 % de l'ensemble du transport de personnes. Sur le plan des voyages à l'étranger effectués par la population suisse, les émissions dues au trafic aérien arrivent en tête. Majoritairement alimentés par des carburants fossiles, ces deux moyens de transport sont manifestement en contradiction avec les objectifs de la politique climatique.

Dans le domaine du trafic individuel notamment, les mesures prévues jusqu'à présent se concentraient quasi exclusivement sur l'amélioration de l'efficacité énergétique. En phase



avec l'Union européenne, la loi sur le CO₂ prévoit un renforcement des normes d'émissions des voitures particulières à 95 g de CO₂/km d'ici fin 2020.⁵ Celles-ci seront en outre étendues à la flotte croissante de véhicules de livraison et de véhicules tracteur à sellette légers.

La Stratégie énergétique 2050 ne comprend pourtant pas de mesures visant explicitement à favoriser un comportement écoénergétique en matière de mobilité. Celles-ci sont toutefois envisagées dans le cadre de programmes spécifiques (SuisseEnergie) ou par des domaines politiques connexes⁶ et parfois même mises en œuvre⁷. Par ailleurs, au niveau cantonal et communal, bon nombre d'activités visant à promouvoir les déplacements à pied, à vélo et en transports publics tendent à améliorer l'efficacité énergétique. Globalement, on peut cependant partir du principe qu'en l'absence de mesures supplémentaires, le secteur des transports et de la mobilité ne pourra pas pleinement contribuer à l'effort d'économie d'énergie.

Notes et références

- 1 Le terme de « mobilité » s'entend ici comme la capacité de déplacement des biens et des personnes, tandis que le terme « trafic » désigne leur déplacement réel.
- 2 Office fédéral de l'énergie (sans date) : statistique globale suisse de l'énergie 2017, Berne.
- 3 Voir à ce propos les travaux de recherche menés par le SCCER - CREST (Swiss Competence Center for Energy Research - Competence Center for Research in Energy, Society and Transition)
- 4 Office fédéral des transports (2018) : Mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans les transports publics. Faits et chiffres, Berne.
- 5 Une telle réduction ne pourra toutefois être atteinte qu'avec une proportion de voitures électriques beaucoup plus importante qu'aujourd'hui, ce qui inciterait à des progrès allant au-delà de simples gains d'efficacité.
- 6 Voir par exemple à ce propos : Mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans les transports publics. Faits et chiffres, Berne <https://www.bav.admin.ch/bav/fr/home/themes-a-z/environnement/Energie2050/programme.html>
- 7 Office fédéral de la statistique / Office fédéral du développement territorial (2017) : Comportements de la population en matière de transports. Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015. Neuchâtel et Berne.



Pilotage # Administration publique # Associations et ONG # Politique (Confédération, canton, commune)

2.2. Cohabitation des politiques en matière d'énergie et de transport



Les liens entre la politique énergétique et celle en matière de transport sont traditionnellement assez ténus en Suisse.¹ D'un côté, la politique énergétique cible plus particulièrement l'industrie et les ménages, mais n'accorde guère d'attention à la consommation d'énergie liée au transport. De l'autre côté, la politique fédérale, cantonale et communale en matière de transport se concentre en priorité sur la mise à disposition des infrastructures et sur leurs effets secondaires indésirables en matière de pollution de l'air ou de bruit, sans s'intéresser spécialement à la consommation d'énergie.

Mise en œuvre de la stratégie énergétique dans les transports publics, programme SETP 2050, activités 2017



Source :

Bien que l'on constate actuellement des velléités accrues de concertation entre les deux sphères politiques,² on manque encore d'acteurs politiques plaidant avec la vigueur nécessaire en faveur d'une meilleure efficacité énergétique dans les transports. Un éventuel



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

regain d'intérêt à venir dépendra avant tout de l'évolution dans les secteurs politiques externes à la politique des transports elle-même. La politique climatique, la sortie du nucléaire, mais aussi la politique en matière d'aménagement du territoire pourraient potentiellement jouer un rôle de déclencheur.

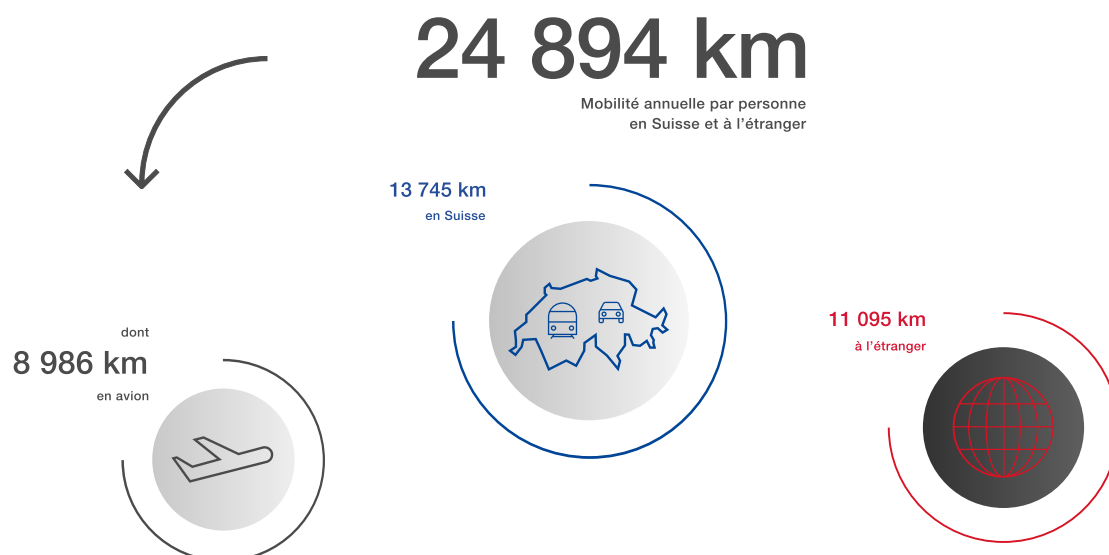
Notes et références

1 Haefeli, Ueli ; Arnold, Tobias (2013), Der Energieverbrauch des Verkehrs, dans *Traverse Revue d'histoire*, 3/2013, 64-77

2 Office fédéral des transports (2017) : Mise en œuvre de la stratégie énergétique dans les transports publics, programme SETP 2050, activités 2017

Europe / UE # Administration publique # Population # Politique (Confédération, canton, commune)

2.3. Une mobilité particulièrement forte et multimodale

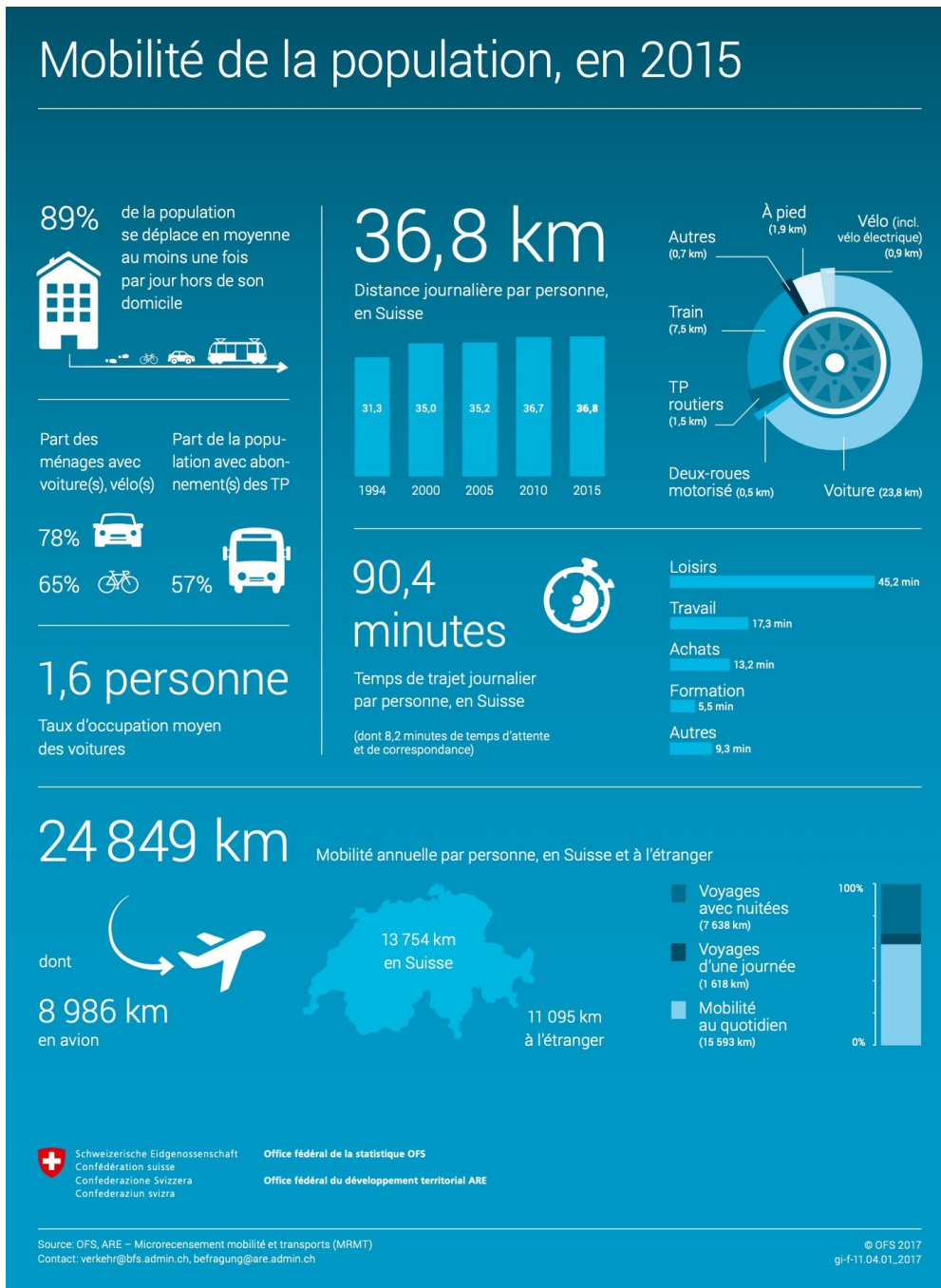


Mobilité de la population 2015 Source :

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/transport-personnes/comportements-transport.html>

Les Suissesses et les Suisses sont extrêmement mobiles. En 2015, ils ont parcouru en moyenne près de 25 000 km, dont 45 % à l'étranger. Sur le territoire national, la distance quotidienne par personne n'a guère évolué depuis 2010. Les trajets effectués à l'étranger sont au contraire en croissance constante. En 2015, la population suisse effectuait en moyenne 9000 kilomètres par personne et par an en avion. Avec 65 % des distances parcourues, la voiture reste le principal moyen de déplacement en Suisse. La part des transports ferroviaires a légèrement progressé au cours des dernières années pour atteindre 20 %.¹

Mobilité de la population 2015 - infographie



Source :

La prospérité de la Suisse se manifeste entre autres par un taux de motorisation élevé de la société par rapport à la moyenne internationale. Ceci s'applique autant aux personnes qu'aux biens. Le pays compte 543 voitures particulières pour 1000 habitantes et habitants. Cela se traduit par des émissions de CO₂ qui dépassent de 15 % la moyenne de l'UE, n'ont pas diminué entre 2016 et 2017 et ont même légèrement augmenté d'une année sur l'autre.²

Toutes les études empiriques le montrent : en l'absence de mesures de régulation supplémentaires, l'amélioration de la prospérité sociale et personnelle conduira à un accroissement continu du trafic motorisé et des émissions associées.³

En même temps, la disposition à combiner plusieurs moyens de transport (intermodalité et multimodalité) est comparativement élevée en Suisse.⁴ En particulier dans les centres urbains, on constate au cours des dernières années une hausse de la proportion de la population qui renonce à disposer d'une voiture personnelle et couvre ses besoins de mobilité par un recours souple aux transports publics, aux voies piétonnes et aux pistes cyclables, ponctuellement complété par l'autopartage.⁵ Il apparaît que les personnes ne disposant pas de leur propre voiture sont aussi les plus susceptibles de renoncer plus généralement à la consommation au nom d'une logique de sobriété. Leur motivation principale est le gain de temps libre.⁶

Notes et références

1 Office fédéral de la statistique / Office fédéral du développement territorial (2017) :

Comportements de la population en matière de transports. Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015. Neuchâtel et Berne.

2 Office fédérale de l'énergie (2018) : <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/actualites-et-medias/communiqués-de-presse/mm-test.msg-id-71338.html>.

3 D'autres facteurs, comme le vieillissement de la population par exemple, influencent cependant aussi la croissance du trafic. Voir notamment à ce propos : Buffat, Marcel et al. (2018). Individualisierung des ÖV-Angebots – Analyse der Auswirkungen der Individualisierung und weiterer angebots- und nachfragerrelevanter Trends auf die zukünftige Ausgestaltung des ÖV-Angebots, projet de recherche SVI 2014/004 mené à la demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI).

4 Voir à ce propos : SCCER Mobility (2017) : Towards an Energy Efficient and Climate Compatible Future Swiss Transportation System ainsi que Office fédéral des transports (2018) : Digitalisierung im Energiesektor. Dialogpapier zum Transformationsprozess, Berne.

5 Voir au sujet du partage dans les transports : Swiss Economics SE AG, Haute école de Lucerne – Économie (2018) : Shared economy et trafic en Suisse, éd. : Office fédéral des routes.

6 Projet « Mesures douces et consommation d'énergie »

Numérisation # Population # Politique (Confédération, canton, commune)

2.4. Le trafic de loisirs est le principal motif de déplacement

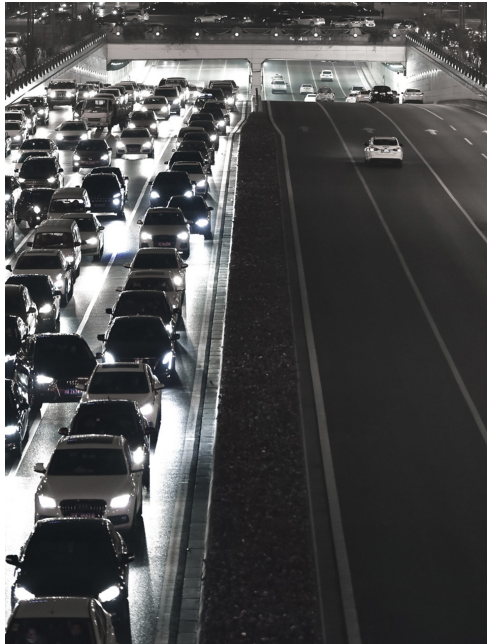


Le trafic de loisirs est de loin le principal motif de déplacement des Suissesses et des Suisses. En 2015, près de 44 % des distances quotidiennes parcourues sur le territoire national étaient en lien avec des activités de loisirs. Ces dernières restent d'ailleurs légèrement en tête des motifs de déplacement, même si l'on ne tient compte que des jours de semaine, du lundi au vendredi. En seconde position arrivent les trajets domicile-travail (24 %), suivis des déplacements effectués pour faire des achats (13 %).

Pour l'heure, il est difficile de prévoir quel impact auront les progrès technologiques, comme la mise en réseau et la conduite automatisée, ainsi que les nouvelles offres de Mobility-as-a-Service sur les distances parcourues. En particulier dans le domaine des loisirs, il est toutefois très probable qu'en l'absence d'action régulatrice de l'État, ces nouvelles technologies et offres conduisent à une hausse supplémentaire du kilométrage lié au trafic individuel motorisé. Le vieillissement démographique de la population pourrait bien avoir des effets similaires. Grâce aux moyens de transport autonomes, le trafic individuel ne dépendra plus de la forme physique à l'avenir. En l'absence de mesures d'accompagnement, les distances quotidiennes parcourues par les personnes âgées devraient ainsi sensiblement augmenter.

Numérisation # Administration publique # Population # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

2.5. Les disruptions se heurtent à la continuité du développement



Il devient de plus en plus évident que dans le domaine de la mobilité, comme dans tous les secteurs économiques et sociaux, les technologies numériques entraîneront des évolutions disruptives dans un avenir proche. Les innovations dans le domaine de la conduite autonome, de l'e-mobilité, des drones ou des services basés sur Internet et sur la communication mobile vont chambouler les marchés existants et favoriser la percée de nouveaux modèles d'activité. En Suisse, elles se heurteront à un environnement largement marqué par la continuité au cours des dernières décennies. Les distances parcourues par personne ont connu une hausse constante, notamment en raison de la forte croissance du trafic aérien ces dernières années. En même temps, le rapport (répartition modale) entre la route et le rail est resté relativement stable. Le potentiel lié à l'abandon du moteur à explosion comme principe technique de base n'a pas encore été exploité à ce jour.

Pour l'heure, il reste difficile d'évaluer les effets qu'auront les nouvelles technologies sur le système en place. Ainsi, les véhicules autonomes peuvent soit procurer de nouveaux avantages au trafic individuel par rapport aux transports en commun, soit donner un nouvel élan aux transports en commun grâce à des gains d'efficacité.¹

Le concept MaaS (Mobility-as-a-Service) promet une combinaison optimale de tous les modes de transport.² Grâce à des plateformes de services de mobilité de porte à porte, la possession d'un véhicule personnel cède la place à des droits d'utilisation.³ Dans le cas idéal, l'utilisation des moyens de transport est ainsi mieux adaptée aux besoins et plus efficace. D'un autre côté, des offres optimisées pourraient aussi conduire à une recrudescence du

trafic. C'est ce qu'indiquent les premiers résultats des recherches menées en Allemagne et en Suisse sur l'autopartage en « free-floating ».⁴

Tant en ce qui concerne la conduite autonome que le concept de MaaS, la nécessité d'une réglementation judicieuse est d'ores et déjà manifeste. En l'absence de régulation, ces disruptions pourraient générer du trafic supplémentaire, conduisant ainsi à une hausse des besoins d'énergie liés au transport.

Liens sur ce thème

- Des bus sans conducteur « SmartShuttle » sur la voie publique
- Allô, je m'appelle « SmartShuttle » !

Notes et références

1 Utilisation de véhicules automatisés au quotidien : les applications envisageables et leurs effets en Suisse. Rapport final sur l'analyse fondamentale (phase A) (2017) éd. BaslerFonds, Union des villes suisses et autres partenaires, Bâle.

2 Matyas, M., & Kamargianni, M. (2018). The potential of mobility as a service bundles as a mobility management tool. Transportation. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9913-4>.

3 De façon générale, les personnes disposant de leur propre voiture font preuve d'une moindre conscience environnementale que celles dont le foyer ne possède pas de voiture.

Projet « **Mesures douces et consommation d'énergie** »

4 Cf. Hülsmann, F., J. Wiepking, W. Zimmer, G. Sunderer, K. Götz, Y. Sprinke (2018) : share - Étude scientifique du concept car2go avec des véhicules électriques et conventionnels.

Recherche sur l'autopartage en « free-floating ». Rapport final. Berlin/Francfort-sur-le-Main :

Öko-Insitut/ISOE <http://www.isoe->

[publikationen.de/fileadmin/redaktion/Projekte/share/share_Endbericht.pdf](http://www.isoe-publikationen.de/fileadmin/redaktion/Projekte/share/share_Endbericht.pdf) et Henrik Becker,

Francesco Ciari, Kay W. Axhausen (2017) Comparing car-sharing schemes in Switzerland :

User groups and usage patterns, Transportation Research Part A 97 (2017) 17–29,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.01.004>.

Décentralisation # Ménages # Population # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

2.6. Origines des comportements de mobilité et du trafic



Le choix des moyens de transport a un impact considérable sur la consommation d'énergie. Ceci s'applique aussi bien aux trajets professionnels, qu'aux déplacements effectués pour les loisirs, se rendre à l'école ou faire ses courses. Chaque trajet nécessite un choix quant au mode de transport emprunté. Cette décision dépend de facteurs liés au trafic, mais aussi de considérations indépendantes de ce dernier², comme la structure territoriale, les infrastructures, la situation familiale, la phase de vie, ou encore de facteurs émotionnels et comportementaux. Bien en amont, la décision d'acquérir une voiture ou pas a également un impact déterminant sur le choix du mode de transport.

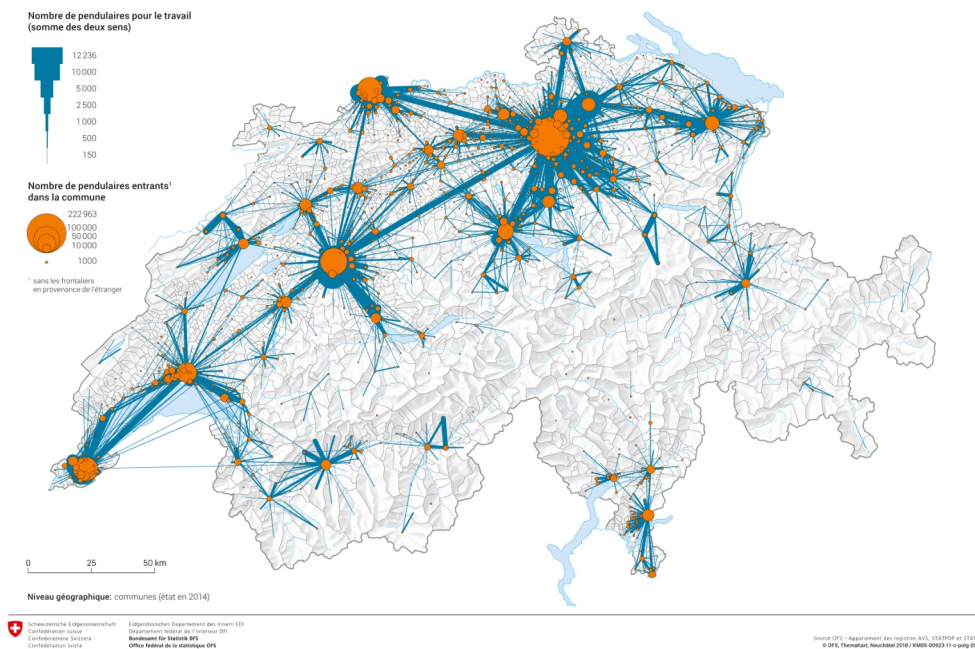
Les distances à couvrir sont liées à la structure résidentielle dispersée, c'est-à-dire la séparation spatiale entre le travail, l'habitat et les loisirs. Si un membre d'une famille résidant à Saint-Gall décide d'aller travailler à Zurich, soit cette personne devra faire des allers-retours, soit toute la famille devra déménager sur le nouveau lieu de travail. Le réseau existant d'amis et de voisins, le coût de la vie dans une grande ville ou l'habitude d'un mode de vie plus rural sont autant de motifs s'opposant à un déménagement. Cet exemple montre clairement que les discussions familiales, les relations de travail, les réseaux d'amitié et de voisinage, les préférences en matière de mode de vie et d'activités de loisirs interviennent également dans les décisions relatives aux déplacements.³

Le trafic pendulaire est important en Suisse. 70 % des Suissesses et des Suisses franchissent une limite communale pour se rendre au travail et la distance moyenne parcourue est de 30 km. En 2016, 31 % ont utilisé à cet effet les transports en commun, 52 % la voiture, 7 % le vélo et 9 % sont allés à pied. Les itinéraires sont souvent intermodaux, par

exemple lorsqu'une personne prend le vélo pour se rendre à la gare, le train pour rallier une autre ville, puis le tram jusqu'à son lieu de travail. La voiture est également reine dans les déplacements de loisirs effectués sur le territoire national. En 2015, elle a été utilisée pour 45 % des trajets (représentant toutefois 64 % des distances). 35 % des déplacements de loisirs ont été effectués à pied, 11 % avec les transports publics et 7 % à vélo.

Principaux flux de pendulaires entre les communes en 2014. Source : Office fédéral de la statistique (2018) : La pendularité en Suisse, Neuchâtel¹

Principaux flux de pendulaires entre les communes, en 2014



Source : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/transport-personnes/pendularite.html>

Notes et références

- 1 <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/mobilite-transport/transport-personnes/pendularite.assetdetail.5827317.html>.
- 2 Widmer et al. 2016 <https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/projects/svi-2015-007/projektbeschreibung.pdf>
- 3 Voir aussi à ce propos : Moser, C., Frick, V., Seidl, R., & Blumer, Y. B. (2019). Teaming up for sustainability : Promoting sustainable mobility behaviour through sports clubs in Switzerland. *Energy Research & Social Science*, 53(February), 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.016>.

2.7. Une boîte à outils pour influencer les comportements de mobilité



Un moyen d'économiser de l'énergie en matière de mobilité personnelle est de renoncer totalement aux déplacements ou de les réduire. Une autre solution consiste à opter pour des moyens de transport plus économes. Cela suppose toutefois que ces moyens de transport soient acceptés par les utilisateurs¹. Les critères de base de l'acceptation des systèmes de transport sont la disponibilité, la fiabilité et l'efficacité. Par ailleurs, le prix, la commodité et l'attractivité subjective perçue jouent un rôle important. En Suisse, on constate par exemple qu'une offre attrayante conjuguée à une structure de peuplement dense se traduit à une acceptation élevée des transports en commun. D'un autre côté, la popularité des berlines spacieuses et des SUV montre clairement que le choix du mode de transport est également déterminé par des facteurs symboliques et émotionnels.

Pour influencer les comportements en matière de mobilité, il s'agit par conséquent de prendre en compte des facteurs aussi bien directs qu'indirects. Le PNR Énergie a permis d'identifier des pistes du côté de l'offre, ainsi que dans le domaine de la communication et de l'utilisation des moyens numériques, qui peuvent être associés pour former une boîte à outils.

Du côté de l'offre, on trouve avant tout les systèmes d'autopartage et de covoiturage, qui peuvent représenter une alternative ou un complément à la voiture personnelle et être combinés à d'autres moyens de transport. Dans le domaine des stratégies de communication et d'information, la recherche internationale montre que – outre le recours à une approche spécifique aux groupes cibles et des campagnes à fort impact émotionnel – il est important que l'offre réelle corresponde bien aux promesses des opérations de communication². La campagne « ein Ticket für alles » (un billet pour tout), menée en 2011 par les transports

publics zurichoïses (ZVV) avec des images captivantes pour inciter à réfléchir aux offres intermodales, est un exemple réussi à cet égard.

La campagne « ein Ticket für alles » (un billet pour tout)



Source : © Zürcher Verkehrsverbund (ZVV)

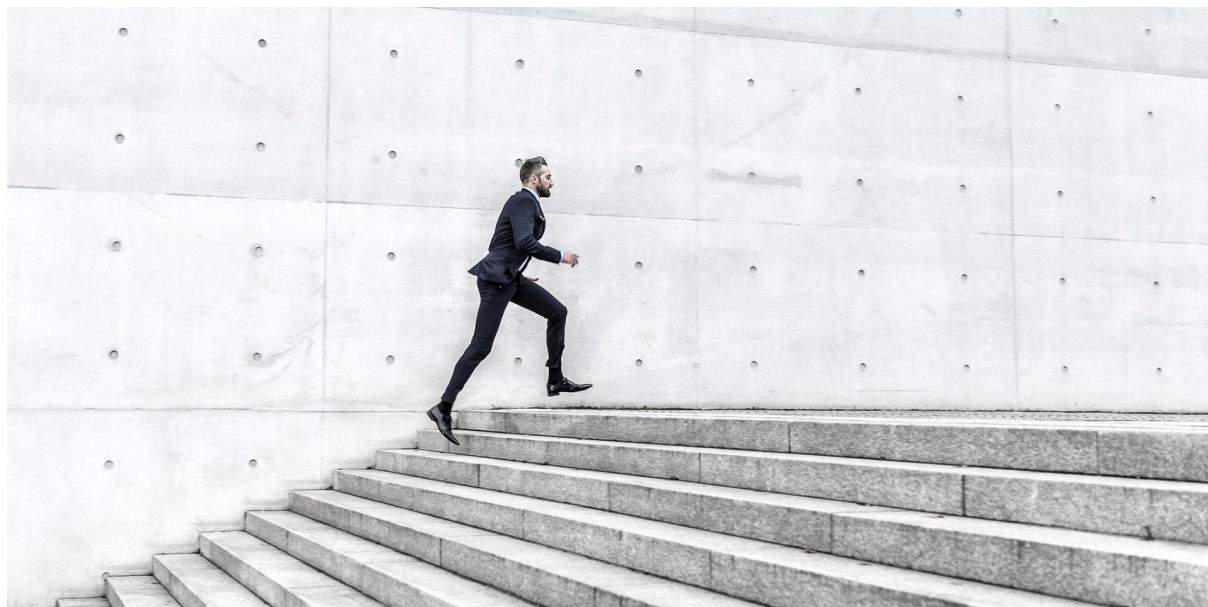
Les applications numériques visant à encourager une mobilité durable sont actuellement en vogue. Si ce type d'applications est notamment proposé par les prestataires de transports publics, on trouve désormais aussi des applications pour smartphones visant à motiver les automobilistes à changer leur comportement.

Notes et références

1 Cf. à ce sujet la synthèse thématique consacrée à l'acceptation

2 Cf. Michie, Susan; van Stralen, Maartje M.; West, Robert (2011) The behavior change wheel : A new method for characterizing and designing behavior change interventions. Dans : Implementation Science 6 :42. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3096582/>.

2.8. Un processus de synthèse en plusieurs étapes



L'élaboration de la synthèse relative à l'axe thématique « Comportement de mobilité » a nécessité un processus en plusieurs étapes. En octobre 2016, alors que les chercheurs étaient encore en plein travail, les responsables de tous les projets ayant trait aux comportements de mobilité se sont réunis. Dans le cadre d'un atelier, ils ont échangé à propos de leurs sujets de recherche, méthodes et approches dans le but d'identifier d'éventuelles interdépendances et synergies potentielles. Six mois plus tard, les chercheurs ont rencontré des représentants d'associations, d'offices fédéraux, de cantons et d'ONG concernées afin d'en savoir plus à propos de leurs attentes vis-à-vis des résultats de recherche et de leur diffusion.

Forts de ces enseignements, les Comités de direction du PNR « Énergie » ont développé une ébauche de synthèse pour chacun des six axes thématiques. Sur cette base, une première esquisse de la synthèse « Comportement de mobilité » a été élaborée par Konrad Götz et Ueli Haefeli, soumise à l'examen des Comités de direction des PNR « Énergie », puis rédigée par un journaliste scientifique.

En janvier 2019, un groupe de réflexion composé de sept spécialistes de l'administration et de l'économie s'est réuni pour examiner et évaluer l'esquisse de la synthèse (voir « [Mentions légales](#) »). Ils ont également évalué les recommandations en termes d'efficacité et de faisabilité. Après plusieurs remaniements et compléments, la synthèse a été adoptée en septembre 2019 par les Comités de direction du PNR « Énergie ».

3. Quatre domaines clés identifiés



Le PNR Énergie a permis d'identifier un certain nombre de facteurs ayant une influence sur le comportement de mobilité, dont on peut déduire des enjeux majeurs dans quatre domaines : motivation et information, autopartage, taux d'occupation du trafic individuel et efficacité énergétique du transport de marchandises.

3.1. L'influence de la motivation et de l'information

Pour faire évoluer efficacement le comportement de mobilité dans la direction souhaitée, les informations et les activités doivent être adaptées aussi précisément que possible aux groupes ciblés. Employées à bon escient, des boîtes à outils spécifiques et des applis ludiques peuvent se révéler utiles.

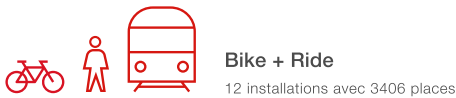
Information / communication # Administration publique # Population # Entreprises

3.1.1. Informations et activités spécifiques aux groupes cibles

Transports publics



Vélo



Voiture



Le site luzernmobil.ch informe sur l'ensemble des arrêts, l'offre nocturne, « Bike + Ride » et « Park + Ride » ainsi que sur d'autres offres et structures de transport public.

Source : luzernmobil.ch

La publicité mise depuis longtemps déjà sur les styles de vie, les images attrayantes et les histoires originales. Appliquer efficacement ces recettes à la communication et à l'information sur l'adoption d'un comportement durable en matière de mobilité est une mission délicate.¹ Ces lacunes en termes d'information apparaissent par exemple clairement lorsque, dans le cadre d'un sondage, 61 % des ménages interrogés sont incapables d'indiquer la classe d'efficacité énergétique de leur véhicule.²

Dans un monde dominé par l'individualisme et la diversité des modes et des styles de vie, une opération de communication ne pourra jamais s'adresser simultanément à tout le monde. Il convient plutôt de procéder en fonction des catégories de population ciblées.³ En matière de comportement de mobilité, cela se fait fréquemment sur la base de caractéristiques socio-démographiques. Le comportement de mobilité des femmes est par exemple différent de celui des hommes, celui des enfants diffère de celui des adultes et celui des personnes à haut revenu diffère de celui des catégories de revenus inférieures. Par ailleurs, la mobilité des groupes cibles varie également selon la situation : des élèves sur le chemin de l'école ont d'autres besoins que des pendulaires se rendant au travail, des fans de football en route vers le stade ou encore que des consommateurs rejoignant un centre commercial. À cela s'ajoute une segmentation des groupes cibles visant à tenir compte des dispositions de base liées au milieu social⁴ ou au style de vie^{5,6}. Grâce à ce type de modèles, les campagnes conçues en fonction des groupes cibles permettent d'agir sur les valeurs personnelles et l'état d'esprit fondamental du public visé.⁷



Sur la base des fondements théoriques évoqués plus haut, le projet « Modes de vie durables et consommation d'énergie » a permis de développer un modèle socio-psychologique en phase avec le comportement écoénergétique des ménages.⁸ En appliquant ce modèle, 1800 personnes ont été interrogées dans la ville de Lucerne et réparties dans des groupes correspondant à différents « styles de consommation d'énergie » selon un procédé de partitionnement.

Notes et références

- 1 Cf. Götz K, Sunderer G (2019) : Neue Wege in die Verkehrswende. Impulse für Kommunikationskampagnen zum Behaviour Change. Publié par Agora-Verkehrswende, Berlin
- 2 https://www.sccer-crest.ch/fileadmin/user_upload/Energiekonsumverhalten_in_der_Schweiz_07032018_final.pdf
- 3 Cf. Kotler P, Lane Keller K, Bliemel F (2007) : Marketing-Management, Pearson Studium 2007
- 4 Zu sozialen Milieus in der Schweiz, cf. Sinus 2018 :<https://www.sinus-institut.de/sinus-loesungen/sinus-milieus-schweiz/>
- 5 Zu Lebensstilen in der Mobilitätsforschung cf. Ohnmacht et al. 2008, Götz et al. 2011/2016
- 6 Projet « Modes de vie durables et consommation d'énergie »
- 7 Cf. à ce sujet la synthèse thématique consacrée à l'acceptation
- 8 Projet « Modes de vie durables et consommation d'énergie » Timo Ohnmacht, Dorothea Schaffner, Christian Weibel, Helmut Schad (2017), Rethinking social psychology and intervention design : A model of energy savings and human behavior, Energy Research & Social Science 26, 40–53.

Information / communication # Incitation / encouragement # Administration publique #
Population # Entreprises

3.1.2. Boîtes à outils d'encouragement des déplacements à vélo et en transports publics



Phases comportementales Source : Brochure HSLU, p. 8

Des chercheurs de la Haute école de Lucerne ont développé conjointement avec la ville des offres et des mesures marketing visant à favoriser les économies d'énergie. Celles-ci comprenaient notamment un recours accru au vélo et aux transports en commun. Le modèle basé sur les groupes cibles et le groupe de mesures ont chacun permis de développer une boîte à outils également utilisable dans d'autres régions de Suisse et par d'autres acteurs.¹ À cet égard, le processus de changement de comportement a été découpé dans les quatre phases ci-après :

- *Réflexion préalable* : Dans cette première phase, le comportement actuel est remis en question et évalué. Un désir de changement de comportement peut naître.
- *Intention* : À ce stade, tout tourne autour de la concrétisation du nouveau comportement : les avantages et les inconvénients d'un certain nombre de pratiques sont pondérés entre eux.
- *Action* : Ici, les changements de comportement sont effectivement mis en œuvre. Cette étape nécessite des compétences spécifiques de planification et de résolution de problèmes.
- *Habitude* : Dans cette quatrième et dernière phase, il s'agit d'instituer de nouvelles habitudes et de pérenniser le nouveau comportement dans le temps.



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

La façon d'aborder un groupe cible n'est pas la même selon la phase dans laquelle celui-ci se trouve. De plus, les campagnes devraient également tirer profit des tendances momentanées de la société, car celles-ci **influencent fortement le comportement des consommateurs**.

Notes et références

1 Projet « **Modes de vie durables et consommation d'énergie** » Centre de compétences Mobilité de la Haute école de Lucerne – Économie (sans année) Velofahren. Massnahmen für die Reduktion des Energieverbrauchs – Ein Leitfaden mit zielgruppenorientierten Empfehlungen, Lucerne. Centre de compétences Mobilité de la Haute école de Lucerne – Économie (sans année) Förderung des öffentlichen Verkehrs. Massnahmen für die Reduktion des Energieverbrauchs – Ein Leitfaden mit zielgruppenorientierten Empfehlungen, Lucerne.

Information / communication # Acceptation # Incitation / encouragement # Administration publique # Population # Entreprises

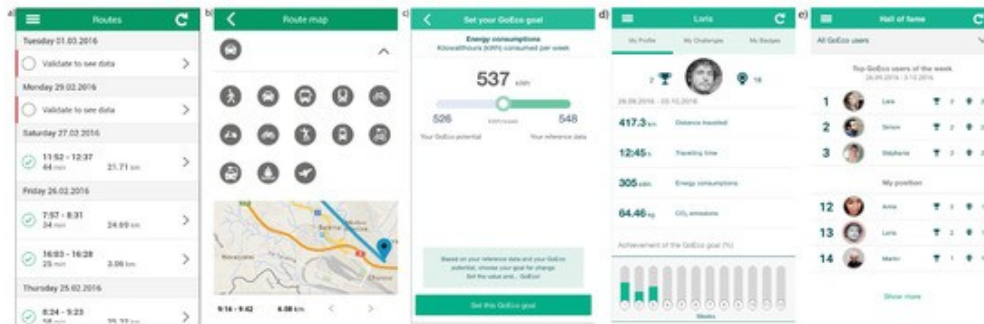
3.1.3. Changer les comportements grâce à des apps ludiques



Le projet « Compétition virtuelle pour une mobilité individuelle durable » a conduit au développement d'une application visant à encourager un comportement de mobilité économe en énergie.¹ Les personnes qui veulent bien se faire conseiller font dans un premier temps l'objet d'un enregistrement de leur comportement quotidien de mobilité à l'aide d'un logiciel de tracking capable d'identifier les moyens de transport utilisés. Les participants bénéficient ensuite d'un retour d'expérience avec des propositions de comportements à changer. Ces conseils sont personnalisés pour chaque utilisateur. Ils peuvent suggérer aussi bien une optimisation de l'itinéraire qu'un recours à des moyens de transport plus respectueux de l'environnement. Pour donner une touche ludique à la démarche, l'application utilise des éléments et des mécanismes inspirés des jeux vidéo.

Les résultats de l'étude mettent en évidence des différences socio-culturelles et infrastructurelles typiques entre les régions suisses. Chez les habitants de la région pilote de Zurich, l'utilisation de l'application n'a pas permis d'économies supplémentaires. L'agglomération zurichoise jouit d'un réseau de transports publics relativement bien développé et, par conséquent, d'un recours déjà important à des modes de transport alternatifs à la voiture. Dans la région pilote du Tessin, qui se distingue par une utilisation comparativement élevée de la voiture, la mise en œuvre de l'application s'est au contraire traduite par des économies significatives.

Capture d'écran de l'appli GoEco



Source : <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2674>

Pour obtenir un effet pertinent sur l'ensemble du territoire, une telle application devrait avant tout permettre de toucher ceux dont le comportement de mobilité est particulièrement énergivore. Or, en raison de leur forte affinité avec la voiture, il faut s'attendre à ce que ces groupes soient précisément les moins susceptibles de s'intéresser à une app de ce genre. Il s'agit par conséquent de trouver des incitations spécifiques aux personnes ayant une forte affinité avec la voiture. Au-delà des approches basées sur le jeu ou la compétition, il faudrait par exemple tester l'efficacité d'autres types d'incitations, par exemple d'ordre financier.

Les deux régions pilotes ont été marquées par un nombre relativement faible de participants et un taux d'abandon élevé. Ces phénomènes s'expliquent entre autres par le caractère très énergivore de la fonction de tracking. Les applications destinées à être largement utilisées doivent résoudre ces problèmes d'acceptation.

Notes et références

1 Projet « **Compétition virtuelle pour une mobilité individuelle durable** »

3.2. Autopartage : pour une utilisation optimisée des véhicules

Le partage de véhicules peut permettre de réduire sensiblement non seulement le nombre de véhicules mais aussi les déplacements. Les divers systèmes existants présentent des effets variés et leur implantation sur le marché reste faible. L'intégration à des infrastructures de transports publics pertinentes est un facteur de réussite.

Numérisation # Population # Entreprises

3.2.1. Des systèmes variés et une pratique marginale



Les véhicules privés restent en moyenne plus de 23 heures par jour au même endroit sans être utilisés et nécessitent pour cela de l'espace de stationnement. C'est pourquoi, en Suisse, des particuliers ont décidé il y a plusieurs décennies déjà de faire un usage partagé de leurs voitures. Actuellement, plusieurs associations et entreprises, comme Mobility ou Catch a Car, sont actives sur ce créneau. Le fournisseur principal dispose à lui seul de quelque 1500 sites, sur lesquels il propose environ 3000 autos réparties en neuf catégories différentes de taille, de prix et de motorisation, y compris des voitures électriques. Les prestataires d'autopartage coopèrent d'ailleurs aussi avec les transports publics en formant des communautés tarifaires. Ceci permet des itinéraires intermodaux, associant en toute souplesse plusieurs moyens de transport pour réaliser un trajet.

Parallèlement à ces offres d'autopartage basées sur des stations fixes, on trouve aussi depuis peu en Suisse des systèmes en « free-floating » avec lesquels les véhicules stationnent dans l'espace public, d'où ils peuvent être loués spontanément et restitués selon le même principe. À Zurich, on trouve également un système de partage de trottinettes électriques fonctionnant de cette manière. Toutes les solutions de partage actuelles disposent d'une application pour smartphone, permettant de consulter la disponibilité et l'emplacement des véhicules.

Bien que l'autopartage ne se traduise pas toujours et partout par des économies d'énergie¹, il a permis de constater des effets positifs en Suisse. Pour que ces effets atteignent des proportions suffisantes, l'autopartage devrait parvenir à sortir de son état d'activité de niche pour conquérir le marché de masse. À ce jour, la pratique n'a séduit que 4 % de l'ensemble



des titulaires du permis de conduire et reste donc globalement marginale sur le marché.²

Notes et références

1 Un projet allemand a conclu à un bilan énergétique globalement négatif de la solution d'autopartage en « free-floating » de Car2go (cf. Hülsmann, F., J. Wiepking, W. Zimmer, G. Sunderer, K. Götz, Y. Sprinke (2018) : share - Étude scientifique du concept car2go avec des véhicules électriques et conventionnels. Recherche sur l'autopartage en « free-floating ».

Rapport final. Berlin/Francfort-sur-le-Main : Öko-Institut/ISOE http://www.isoe-publikationen.de/fileadmin/redaktion/Projekte/share/share_Endbericht.pdf).

2 Ohnmacht (2017) Carsharing in Switzerland. Second Basel Sustainability Forum : Mobility. 15 septembre 2017.

Acceptation # Population # Entreprises

3.2.2. L'autopartage réduit considérablement le nombre de voitures nécessaires



En faisant abstraction du fait que le concept n'est de loin pas accepté par tous les automobilistes¹, il est néanmoins intéressant de savoir combien de voitures en autopartage seraient nécessaires pour absorber le trafic réel. Des simulations effectuées par l'EPF de Zurich² ont permis de déterminer que 60 000 véhicules en « free-floating » suffiraient à couvrir les trajets effectués par les 240 000 voitures que compte actuellement la région de Zurich. Le parc automobile pourrait donc théoriquement être réduit au quart de sa taille. À condition toutefois que les utilisatrices et les utilisateurs soient prêts à effectuer 15 minutes à pied au maximum jusqu'à la prochaine voiture disponible, en sachant que dans 60 % des cas celle-ci se trouve à moins de 5 minutes.

D'autres études montrent clairement que la proximité du site d'autopartage est une condition essentielle pour le recours au service et pour l'économie d'énergie associée.³ Cela concorde avec les résultats de la synthèse « Acceptation » du PNR Énergie, d'après lesquels les Suissesses et les Suisses accordent davantage d'importance au confort et à d'autres aspects de la qualité de vie personnelle qu'aux arguments environnementaux.

La réalité de la réduction de la consommation d'énergie grâce à l'autopartage et les conditions requises à cet effet dépendent du système mis en pratique. À cet égard, il convient de prendre en considération le fait que les différents systèmes sont susceptibles de séduire différents groupes cibles.⁴ Pour l'instant, on constate que l'autopartage basé sur des stations fixes permet effectivement de réaliser des économies⁵, tandis que les études portant sur les offres en « free-floating » débouchent sur des conclusions contradictoires.⁶



Notes et références

1 Becker Henrik, Loder Allister, Schmid Basil, Axhausen Kay W. (2017), Modeling car-sharing membership as a mobility tool : A multivariate Probit approach with latent variables, in Travel Behaviour and Society, 8, 26-36. Maria Juschten, Timo Ohnmacht, Vu Thi Thao, Regine Gerike Reinhard Hössinger (2017), Carsharing in Switzerland : identifying new markets by predicting membership based on data on supply and demand, Transportation, DOI 10.1007/s11116-017-9818-7

2 Projet « **Partager, c'est économiser** »

3 Ohnmacht 2017 Carsharing in Switzerland. Second Basel Sustainability Forum : Mobility. 15 septembre 2017

4 Henrik Becker, Francesco Ciaria, Kay W. Axhausen, Comparing car-sharing schemes in Switzerland : User groups and usage patterns, Transportation Research Part A 97 (2017) 17–29

5 Haefeli U, Matti D, Schreyer Ch, Maibach M, Office fédéral de l'énergie (éd.) : Evaluation Car-Sharing. Rapport final. Berne, septembre 2006

6 Pour la Suisse : Henrik Becker, Francesco Ciaria, Kay W. Axhausen Measuring the car ownership impact of free-floating car-sharing, Transportation Research Part D 65 (2018) 51–62 A case study in Basel, Switzerland. Pour l'Allemagne : Hülsmann, F., J. Wiepking, W. Zimmer, G. Sunderer, K. Götz, Y. Sprinke (2018) : share - Étude scientifique du concept car2go avec des véhicules électriques et conventionnels. Recherche sur l'autopartage en « free-floating ». Rapport final. Berlin/Francfort-sur-le-Main : Öko-Institut/ISOE http://www.isoe-publikationen.de/fileadmin/redaktion/Projekte/share/share_Endbericht.pdf

Acceptation # Suffisance # Population # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

3.2.3. L'autopartage nécessite un environnement approprié



À lui seul, l'autopartage n'amène pas les gens à renoncer à posséder leur propre véhicule. C'est bien plus la combinaison d'une solide offre de partage intégrée à une infrastructure attrayante de transports publics et de pistes cyclables qui pourrait faire renoncer un nombre croissant de personnes à l'acquisition d'une voiture. Dans cette situation, les économies d'énergie sont réelles, car les recherches ont montré que les ménages sans voiture ont généralement un comportement de mobilité plus respectueux de l'environnement. En effet, ils n'ont pas tendance à utiliser la voiture pour la simple raison qu'elle est pour ainsi dire disponible gratuitement. À Bâle, il a été prouvé que l'introduction d'offres d'autopartage en « free-floating » a conduit 6 % de la clientèle à réduire son parc automobile privé.¹

Pour que l'autopartage puisse pleinement déployer ses effets sur le parc automobile, les systèmes doivent être judicieusement réglementés par les villes et intégrés avec d'autres mesures, comprenant entre autres des restrictions et des frais accrus liés à l'usage des véhicules personnels. C'est-à-dire des mesures incitant à réduire l'utilisation d'une voiture personnelle, voire à y renoncer totalement.

Notes et références

1 Projet « Partager, c'est économiser » Henrik Becker, Francesco Ciaria, Kay W. Axhausen, Comparing car-sharing schemes in Switzerland : User groups and usage patterns, Transportation Research Part A 97 (2017) 17–29

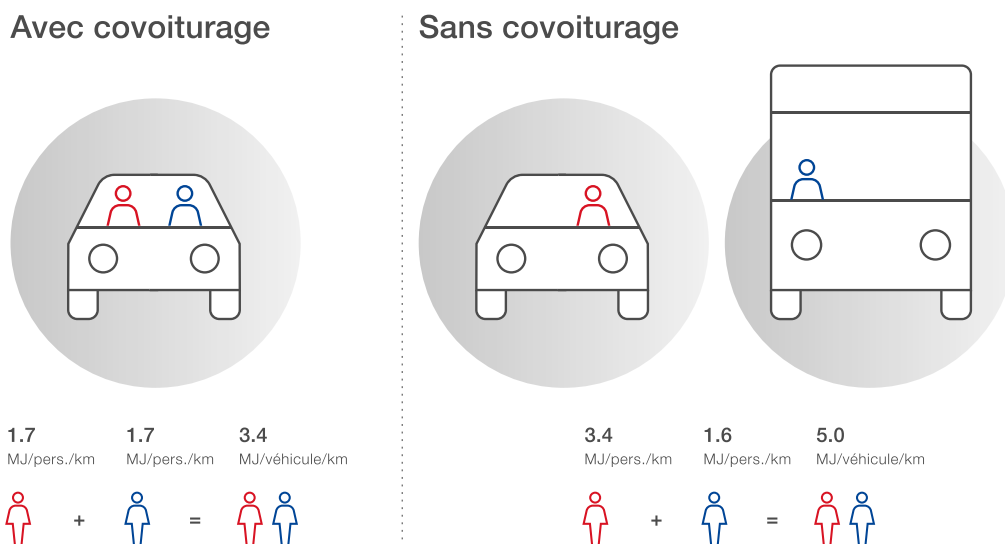


3.3. Le taux d'occupation du trafic individuel est insuffisant

Le taux d'occupation des moyens de transport individuels est généralement faible. Dans le cadre du trafic pendulaire, on ne compte en moyenne en Suisse que 1,1 personne par voiture. Du point de vue des économies d'énergie, le défi consiste par conséquent à améliorer le remplissage des véhicules à l'aide de mesures appropriées.

Numérisation # Acceptation # Population # Entreprises

3.3.1. Développer la propension au covoiturage



Bilan énergétique de l'autopartage. À gauche deux personnes partagent une voiture pour se rendre au travail, à droite une personne prend la voiture tandis que l'autre emprunte les transports publics. *Source : Arnold, Tobias Arnold, Bachmann Friedel, Haefeli Ueli (2017), Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ? dans : Route et trafic 6/2017, 27-33.*

Même s'il est évident qu'un meilleur remplissage des véhicules permettrait des progrès considérables en matière d'efficacité énergétique, le covoiturage (également appelé « carpooling » ou « ridesharing ») souffre encore d'une faible acceptation en Suisse. De nouvelles applications numériques devraient toutefois contribuer à rendre le covoiturage plus accessible et, par conséquent, plus attractif.

Le projet « Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse »¹ est arrivé à la conclusion que le covoiturage permettrait une économie d'énergie théorique de l'ordre de 1 500 mégajoules par personne. Cela correspond à 8 % de la consommation moyenne d'électricité des ménages suisses.² À l'occasion d'une enquête représentative, 6,8 % des sondés ont d'ailleurs indiqué qu'ils comptaient proposer une offre de covoiturage au cours des six mois à venir. Si l'on extrapole à l'ensemble du pays, cela représente jusqu'à 480 000 places de covoiturage. Ceci se traduirait par des économies d'énergie de l'ordre de 490 000 gigajoules par an, ce qui équivaut à la consommation d'électricité de 26 250 ménages unipersonnels.

L'étude montre toutefois clairement qu'avec les conditions-cadres actuelles, le recours au covoiturage restera marginal. La solution la plus prometteuse en termes de politique énergétique serait le développement du covoiturage dans le cadre du trafic pendulaire.³



Notes et références

1 Projet « **Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ?** »

2 Ce chiffre inclut les effets de rebond et d'entraînement potentiels, cf. à ce propos le mot-clé rebond

3 Arnold, Tobias Arnold, Bachmann Friedel, Haefeli Ueli (2017), Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ? dans : Route et trafic 6/2017, 27-33.

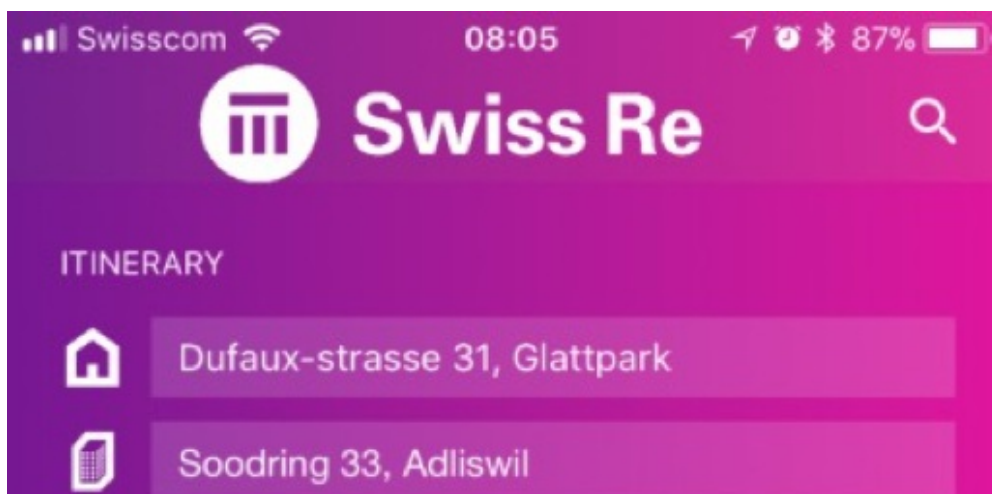
Numérisation # Population # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

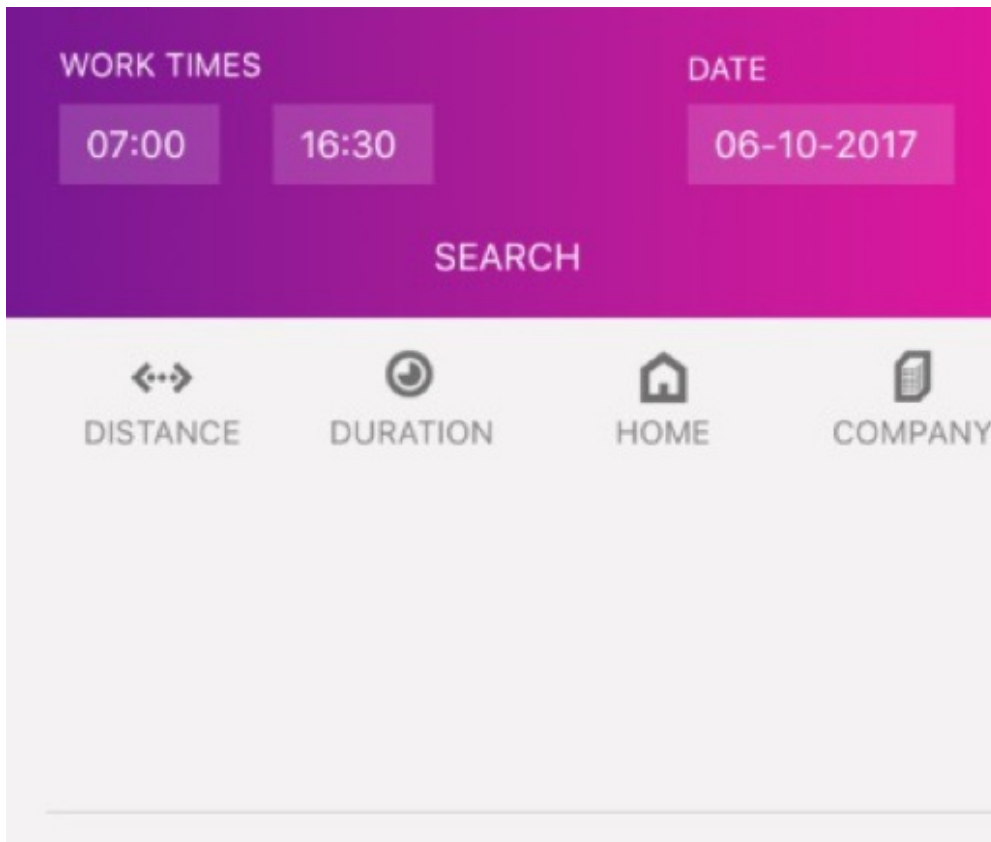
3.3.2. Opportunités du covoiturage pour les trajets domicile-travail



Du point de vue de la politique énergétique, il faudrait avant tout encourager le covoiturage pour les trajets domicile-travail¹ où le taux d'occupation ne dépasse pas 1,1 personne par voiture, un chiffre particulièrement faible. Dans la région de Zurich, le concept du covoiturage a fait l'objet d'un test grandeur nature dans une grande entreprise suisse (SwissRe) comptant 4000 collaborateurs. Les employés ont été informés sur l'intérêt de l'opération, les modalités pratiques de participation ainsi que la possibilité de télécharger une appli dédiée au covoiturage.²

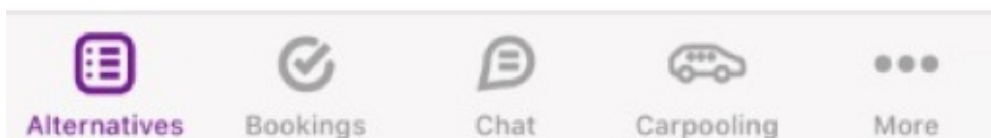
Capture d'écran de l'appli SwissRe dédiée au covoiturage au sein de l'entreprise





Interested in carpooling? Register as a driver for a new team and you are ready to start!

[I want to know more](#)



Source :

L'enquête menée au terme de l'expérience a révélé que 31 % des sondés étaient informés de la possibilité de proposer des offres de covoiturage ou d'en profiter. Si 7 % d'entre eux avaient téléchargé l'appli, à peine 0,3 % avait testé au moins une fois le covoiturage. Les scientifiques ont avancé diverses raisons pour expliquer cette faible acceptation : le seul système pouvant rivaliser avec la voiture personnelle sont les transports publics or, grâce à un solide soutien public, ceux-ci sont tellement développés dans la région de Zurich que le covoiturage ne représente actuellement pas une alternative intéressante. La nécessité de



renoncer au moment personnel que constitue un trajet en voiture effectué seul a certainement aussi joué un rôle dans le manque d'acceptation, tout comme le fait que le covoiturage exige une coordination des horaires.

Quoi qu'il en soit, un concept de covoiturage ne peut fonctionner qu'à condition de rassembler un pool suffisamment important de participants potentiels. Cet aspect constitue une condition sine qua non d'une souplesse et d'une fiabilité suffisantes. Pour y parvenir, il ne suffit pas d'introduire le covoiturage dans un certain nombre de grandes entreprises. Il faudrait plutôt que les sociétés géographiquement proches prennent des initiatives groupées pour atteindre le seuil critique. Quant aux grandes entreprises, la politique pourrait les habiliter à assurer une gestion globale de la mobilité voire les astreindre à le faire. Les entreprises prêtes à proposer activement un concept de covoiturage devraient en outre pouvoir compter sur le soutien des autorités.

Notes et références

1 Projet « **Consommation collaborative : effet de mode ou réelle promesse ?** »

2 Haefeli, Ueli; Artho, Jürg; Roose, Zilla; Bachmann, Friedel; Marconi, Davide, Arnold, Tobias (2018) : Carpooling im Pendlerverkehr, Schlussbericht. Projet de suivi du projet du PNR 71 « Hype or Promise ? The Contribution of Collaborative Consumption to Saving Energy », mené dans le cadre d'un projet pilote chez Swiss RE, Adliswil/Zurich. Rapport remis au FNS, à l'Office fédéral de l'énergie, à Interface Politikstudien Forschung Beratung Lucerne et au service de recherches sociales de l'Université de Zurich

3.4. Efficacité énergétique du transport de marchandises

La mondialisation des échanges a entraîné une forte hausse des flux de marchandises. À l'échelon local, des termes comme « Same-Day-Delivery » et le trafic croissant de véhicules de livraison montrent clairement que la logistique continuera de gagner en importance dans un avenir proche. Le transport de marchandises devient ainsi un véritable défi pour la politique énergétique.

Acceptation # Suffisance # Administration publique # Population # Entreprises

3.4.1. Vision d'avenir pour un transport de marchandises économe en énergie



Le projet « Logistique urbaine intelligente » a permis d'envisager la perspective d'un trafic urbain de marchandises efficace sur le plan énergétique et non émetteur de CO₂ à l'horizon 2050 et de développer un plan d'action correspondant. Il est apparu qu'avec une série de mesures appropriées cet objectif était réalisable et apporterait une contribution significative au développement durable du pays. Si l'intégralité du trafic de marchandises de Suisse était exempte de CO₂, cela permettrait d'atteindre 7 % des objectifs de la stratégie énergétique et 9 % des objectifs de réduction du CO₂.¹

Les cargo-bikes comme alternative douce



Source : Sun21 Présentation du concept de transport de marchandises pour Bâle

[https://www.sun21.ch/images/pdf/2018/G %C3 %BCterverkehrskonzept_Letzte_Meile_Olivieri_Luca.pdf](https://www.sun21.ch/images/pdf/2018/G%C3%BCterverkehrskonzept_Letzte_Meile_Olivieri_Luca.pdf)

La concrétisation du plan d'action nécessite toutefois une compréhension des comportements de mobilité nettement plus poussée que celle dont on dispose actuellement. Tous les acteurs devraient fondamentalement modifier leur comportement, de l'État aux entreprises en passant par le grand public. Ce dernier devrait par exemple privilégier les produits partagés, la réparation à l'achat de neuf et l'allongement de la durée de vie des produits. Cela permettrait de réduire les volumes fabriqués, consommés et transportés. Les conclusions d'autres projets indiquent qu'un renforcement des efforts de sobriété au sein de la population est tout à fait concevable, tant qu'il n'est pas perçu comme une restriction de la qualité de vie personnelle.² Conformément à la synthèse « Acceptation » du PNR Énergie cette dernière figure en effet **en tête des priorités des Suissesses et des Suisses**. La sobriété devrait par conséquent être si possible associée à des avantages connexes personnels, par exemple dans le domaine de la santé ou du bien-être.

Notes et références

1 Projet « **Logistique de fret urbain efficace sur le plan énergétique** » Rapp Trans AG, Interface Politikstudien Forschung Beratung (2018) : Logistique urbaine intelligente. À l'avenir, l'approvisionnement des villes sera efficace en énergie et dépourvu d'émissions de CO₂.

2 Projet « **Vers un consensus sociétal** », Projet « **Promouvoir un comportement efficace sur le plan énergétique dans les villes** »

Numérisation # Population # Entreprises

3.4.2. Le recours aux technologies d'automatisation reste insuffisant

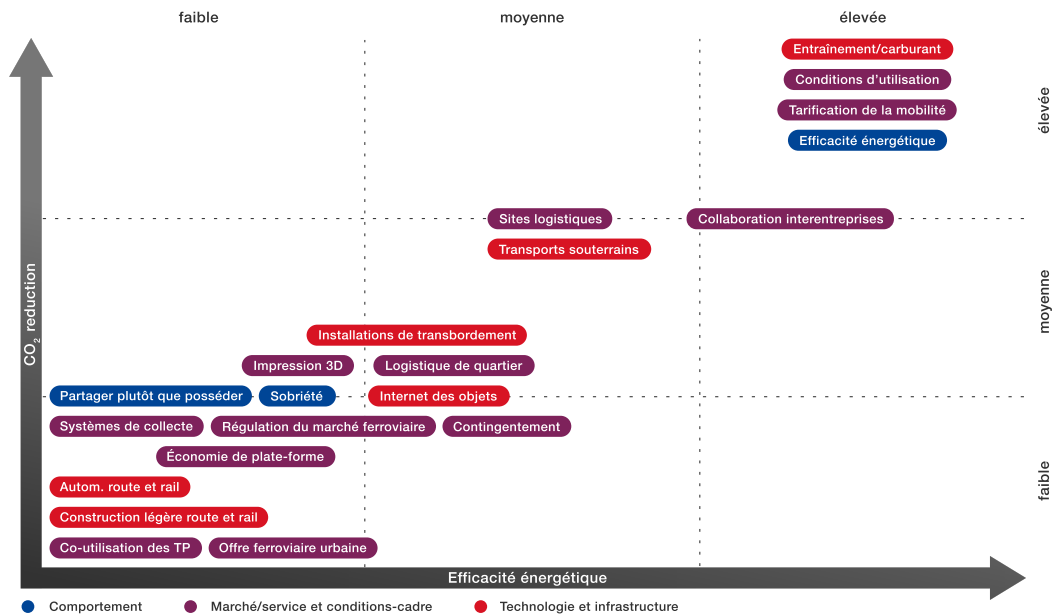


Robot de livraison de la Poste lors d'un essai pilote *Source : Thomas Schmia*

Les dernières technologies dans le domaine des véhicules automatisés et des systèmes de transport pourraient apporter une contribution substantielle à un transport urbain de marchandises économe en énergie et faiblement émetteur de CO₂. Selon une conclusion du projet « Logistique urbaine intelligente », ces technologies doivent être mises en œuvre de façon globale pour produire un effet maximum. Cela implique par exemple de convertir l'intégralité des infrastructures de transport de fret et l'ensemble des véhicules à une propulsion électrique à base d'énergies renouvelables. À cela s'ajoute une automatisation poussée du fret ferroviaire ainsi que du transport urbain de marchandises. Des systèmes d'acheminement souterrains exclusivement dédiés aux marchandises assureraient une distribution primaire efficace. Sur le dernier kilomètre, le transport pourrait être assuré par des robots de livraison ou traité par des centres de distribution de quartier. Les technologies numériques d'automatisation susceptibles de contribuer à cet objectif comprennent également les plateformes de partage. Une économie collaborative financièrement intéressante devrait être mise en place non seulement pour les particuliers (C2C) mais aussi pour les entreprises (B2B et B2C).

Régulation # Numérisation # Administration publique # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

3.4.3. Importance des conditions-cadres gouvernementales



Voici les ingrédients potentiels d'une réglementation judicieuse : contribution de diverses mesures à une logistique dépourvue d'émissions de CO₂ et efficace en énergie à l'horizon 2050. Les mesures affichées dans l'angle supérieur droit fournissent la contribution la plus importante. *Source : Projet « Logistique de fret urbain efficace sur le plan énergétique ».* Envoyer des signaux de prix tels qu'un péage automobile basé sur la distance parcourue ou une réduction des prix des transports publics.

Le processus de transformation requis dans la perspective d'un trafic urbain de marchandises efficace sur le plan énergétique et non émetteur de CO₂ représente un défi de taille pour les entreprises. Pour permettre aux entreprises de le surmonter, l'État doit mettre en place un cadre fiable et équitable, et les accompagner dans le cadre de la mise en œuvre. À titre d'exemple, le projet « Logistique urbaine intelligente »¹ propose un marquage obligatoire de tous les produits en fonction de l'énergie nécessaire à leur production et à leur transport. Ceci améliore la transparence vis-à-vis des consommatrices et des consommateurs et garantit les mêmes conditions pour tous les acteurs du marché.

Sur le plan de l'aménagement du territoire, les autorités doivent veiller à ce que les entreprises disposent de surfaces appropriées pour la livraison et le transbordement des marchandises. Par le passé, le développement territorial des espaces urbains avait tendance à refouler toujours plus les sites logistiques du centre vers la périphérie, ce qui se traduisait par un allongement des trajets et une augmentation de la consommation d'énergie associée.

Pour soutenir le processus de transformation, le gouvernement devrait donner l'exemple en appliquant à ses propres offres de transport une politique tarifaire transparente et à long



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

terme. Il inciterait ainsi le secteur du transport de fret et ses clients à modifier leur comportement en matière de décisions d'entreprise et à se préoccuper davantage des objectifs d'économies d'énergie. Les autorités doivent disposer des ressources nécessaires à cet effet.

Notes et références

1 Projet « **Logistique de fret urbain efficace sur le plan énergétique** »



4. Sept recommandations pour une mobilité durable

Toute une série de mesures peut être déduite des projets du PNR Énergie portant sur les comportements de mobilité. Dans le cadre de cette synthèse, elles ont été rassemblées en sept recommandations centrales dont la mise en œuvre permet d'initier la transition vers une mobilité durable et économe en énergie.





Comportement # Incitation / encouragement # Administration publique # Associations et ONG #
Politique (Confédération, canton, commune)

4.1. Changement de comportement – l'acte volontaire ne suffit pas



Tout changement de comportement doit affronter l'inertie humaine. En l'absence d'incitations et de réglementations ciblées, il est impossible d'atteindre un changement fondamental comme celui qu'exige la réalisation des objectifs de la Stratégie énergétique 2050.

Le potentiel théorique des changements de comportement est certes considérable, mais les actions volontaires ne suffisent pas à les transposer dans la pratique. Déjà bien connu de la recherche, ce constat fondamental au sujet des opportunités et des limites des changements de comportement volontaires dans le domaine de la mobilité a été clairement confirmé par les projets du PNR Énergie. En théorie, le covoiturage d'entreprise offre par exemple un grand potentiel d'économies d'énergie, mais les conditions-cadres actuelles ne sont manifestement pas assez incitatives pour faire réellement évoluer les comportements dans la direction souhaitée.

De même, les offres numériques ne conduisent pas automatiquement à des économies d'énergie significatives. Conjuguées à des signaux de prix erronés et à l'absence de moyens de régulation politiques, elles risquent bien plus de déboucher sur une hausse du trafic que sur une réduction.

Les résultats des projets apparaissent encore comme bien trop modestes pour être susceptibles de contribuer à combler les lacunes qui subsistent par rapport aux objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Ce n'est que lorsqu'on parviendra à concilier les conditions-cadres de la mobilité avec les contraintes de la politique énergétique, grâce à une



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

réglementation à la fois intelligente et courageuse, que les opportunités théoriques d'économies d'énergie identifiées pourront être concrétisées dans une mesure appropriée.

C'est donc avant tout au niveau politique qu'il convient d'agir. À eux seuls, les appels à changer volontairement de comportement et les campagnes d'information ne suffiront pas à résoudre le problème. Au lieu de cela, les mesures et les offres prometteuses et souhaitables doivent être encadrées par des réglementations et conjuguées à des incitations.

Information / communication # Administration publique # Associations et ONG # Entreprises

4.2. Jouer sur l'émotion et la situation individuelle



Pour que les informations puissent déclencher une remise en cause, elles doivent d'abord toucher leurs destinataires. C'est pourquoi, la communication doit être soigneusement adaptée à la réalité quotidienne individuelle des citoyennes et des citoyens, et les interpeller sur le plan émotionnel.

Des informations sur l'impact du comportement actuel et sur les alternatives possibles sont à l'origine de pratiquement tout changement de comportement. À cet égard, il s'agit notamment de tenir compte des aspects suivants :

- Les informations doivent s'adresser à des groupes cibles spécifiques. Ceux-ci peuvent être définis sur la base de critères institutionnels (ménages, entreprises, administration), de groupes démographiques (jeunes et vieux, femmes et hommes) ou de modes de vie (urbain, proche de la nature, sportif).
- Les informations doivent être délivrées en phase avec la situation. Une personne qui envisage d'acheter une voiture et est tentée par une voiture électrique a besoin d'autres informations que quelqu'un qui possède déjà une voiture et réfléchit à en réduire l'usage.
- L'association de facteurs émotionnels aux arguments rationnels permet d'en accroître significativement le pouvoir de persuasion. Là aussi, le groupe cible joue un rôle important. Les jeunes gens ont un rapport différent à l'émotivité que les personnes plus âgées. Les entreprises décident de façon plus rationnelle qu'émotionnelle.
- Une campagne d'information reste sans effet si elle n'est pas en mesure de proposer des comportements alternatifs attrayants. Les campagnes ne doivent par conséquent jamais



être lancées indépendamment d'une offre concrète. **Comme l'ont montré les études consacrées à l'acceptation des mesures**, les avantages environnementaux seuls suffisent rarement à convaincre. Les mesures se révèlent nettement plus efficaces si elles comportent une dimension ludique, des vertus pour la santé, un gain de temps ou des techniques attrayantes.

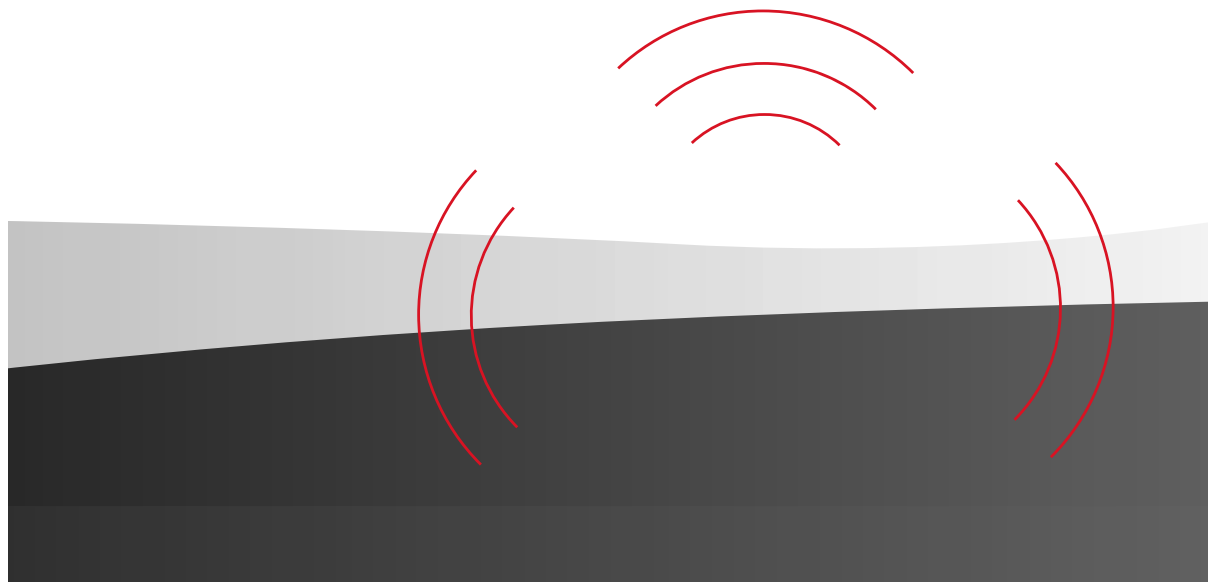
Ce type de stratégies d'information et de communication est avant tout promu par des institutions ou des sociétés conjuguant des intérêts commerciaux et sociaux. Les transports publics et d'autres fournisseurs de mobilité peuvent ainsi se démarquer en tant que pionniers d'une économie responsable. Les institutions gouvernementales de tous les échelons fédéraux peuvent elles aussi mener des campagnes de communication. ¹

Notes et références

1 Projet « **Modes de vie durables et consommation d'énergie** » Centre de compétences Mobilité de la Haute école de Lucerne – Économie (sans année) Velofahren. Massnahmen für die Reduktion des Energieverbrauchs – Ein Leitfaden mit zielgruppenorientierten Empfehlungen, Lucerne. Centre de compétences Mobilité de la Haute école de Lucerne – Économie (sans année)

Numérisation # Incitations # Entreprises # Politique (Confédération, canton, commune)

4.3. Utiliser le numérique à bon escient



Les plateformes numériques constituent une solution idéale pour intégrer directement les exigences de politique énergétique aux processus et aux modèles économiques. Les choses ne se font toutefois pas d'elles-mêmes et des incitations appropriées sont nécessaires pour les exploitants des plateformes.

L'avenir sera numérique et le secteur de la mobilité n'échappe pas à la règle. Si rien ne garantit que cette évolution contribuera aux économies d'énergie, il ne fait toutefois aucun doute que les plateformes numériques constituent un bon moyen de régulation pour les futures politiques en matière de mobilité. À long terme, le concept de MaaS (Mobility-as-a-Service) et la conduite autonome vont radicalement redéfinir le trafic. Même si les processus de diffusion seront généralement plus longs que les auteurs des techniques ne le promettent, de nombreux paramètres efficaces à long terme se définissent dès maintenant. Il s'agit généralement de nouveaux modèles d'activité – souvent des stratégies de plateforme – qui se traduisent également par une simplification pour les utilisatrices et les utilisateurs. En revanche, les économies d'énergie sont rarement une priorité de ces offres. Les exigences de politique énergétique pourraient pourtant être intégrées efficacement à la conception des plateformes. Les applications de mobilité pourraient par exemple être conçues de façon à être pré-réglées sur la combinaison de moyens de transport la plus efficace en termes d'énergie.

Dans le cadre du PNR Énergie, la mise en œuvre d'applications mobiles a permis d'obtenir de précieux enseignements. Il est ainsi apparu que de nombreux obstacles devaient encore être surmontés avant que les applications ne fonctionnent à grande échelle dans le secteur de la mobilité. Il s'agit notamment d'aspects liés à la conception (attractivité du design des



applications), aux caractéristiques techniques (performances des batteries des smartphones), ainsi qu'à la réglementation en matière de politique des transports. Il manque des incitations, susceptibles de motiver le recours à des techniques d'économies d'énergie. À cet égard, les mesures individuelles sont insuffisantes. La politique doit s'engager dans la durée et accompagner activement le processus de transition vers la mobilité numérique de bout en bout. L'efficacité énergétique doit par conséquent jouer un rôle central dans la politique fédérale en matière de mobilité multimodale qui est en cours d'élaboration.¹ En cas de succès, un nombre croissant d'acteurs privés et de prestataires de mobilité parapublics remanieront leurs modèles d'activité en conséquence.

Notes et références

1 Voir à ce propos : [Office fédérale de l'énergie \(2018\) : Digitalisierung im Energiesektor. Dialogpapier zum Transformationsprozess, Berne.](#)

Planification # Site # CO2 / Gaz à effet de serre # Administration publique # Entreprises #
 Politique (Confédération, canton, commune)

4.4. Cap sur la logistique



Malgré la forte hausse de la consommation d'énergie liée à la logistique des marchandises, elle n'est encore guère prise en compte lors de l'aménagement du territoire et des sites. Pourtant, une combinaison de diverses mesures permettrait un approvisionnement des villes exempt d'émissions de CO₂.

Les conclusions du PNR Énergie mettent en lumière la part considérable et croissante des processus logistiques dans la consommation d'énergie liée au transport. Aussi bien les entreprises que les administrations et les ménages privés sont par conséquent engagés à contribuer à rendre la logistique moins énergivore.

L'importance de ce domaine de la mobilité a été sous-estimée par le passé et peu de ressources ont à ce jour été mises en place au sein des autorités publiques pour répondre à cette problématique. Au contraire, le développement territorial des espaces urbains a tendance à refouler toujours plus vers la périphérie les sites logistiques proches du centre, ce qui se traduit par un allongement des trajets et une augmentation de la consommation d'énergie associée. De même, malgré des planifications de test approfondies, l'efficacité énergétique de l'approvisionnement de la population reste généralement le parent pauvre du développement de nouveaux sites en zones résidentielles densifiées. Par le passé, divers acteurs, notamment gouvernementaux, ont failli à leur mission à cet égard.

Le message clé du projet de PNR correspondant est néanmoins positif. La vision d'une logistique urbaine efficace en énergie et exempte d'émissions de CO₂ n'a rien d'une utopie. En associant diverses mesures, elle est parfaitement réalisable d'ici 2050, pour peu qu'il y ait une volonté politique allant en ce sens. Comme le projet l'a également mis en évidence, les



acteurs privés du secteur logistique sont tout à fait disposés à adapter leur comportement. Ils attendent cependant pour cela une réglementation fiable, permettant une planification à long terme des investissements dans de nouvelles infrastructures et des modèles d'activité adaptés.¹

Notes et références

1 Rapp Trans AG, Interface Politikstudien Forschung Beratung (2018) : Logistique urbaine intelligente. À l'avenir, l'approvisionnement des villes sera efficace en énergie et dépourvu d'émissions de CO₂.

CO2 / Gaz à effet de serre # Combustible / carburant # Associations et ONG # Population #
Politique (Confédération, canton, commune)

4.5. Tenir enfin compte du trafic aérien



Bien que plus d'un tiers des distances soient aujourd'hui parcourues en avion, le pouvoir politique et la population restent indifférents au bilan écologique du trafic aérien.

Un seul projet du PNR Énergie était consacré aux mesures d'efficacité énergétique en matière de voyages aériens. Ceci est d'autant plus regrettable que dès 2015, plus d'un tiers des distances parcourues par la population suisse correspondaient à des voyages en avion. Et malgré le nombre croissant de liaisons ferroviaires rapides sur les distances moyennes, le trafic aérien continue de fortement augmenter. Le nombre moyen de voyages en avion par personne et par an a bondi de 43 % entre 2010 et 2015.¹ En même temps, le kérosène étant exempté de l'impôt sur les huiles minérales, le trafic aérien est aujourd'hui fiscalement avantagé par rapport aux autres moyens de transport. Le Sondage suisse sur l'environnement (Schweizer Umweltsurvey) mené dans le cadre d'un projet de recherche a en outre révélé que le bilan écologique des voyages en avion reste largement ignoré par les citoyennes et les citoyens. La conscience environnementale et la prétendue disposition personnelle à s'engager en faveur de l'environnement n'ont aucune influence sur le nombre de vols privés et professionnels. De même, l'adhésion à la Stratégie énergétique 2050 ne se traduit aucunement par une réduction des déplacements par voie aérienne.² Les mesures nécessaires pour diminuer le recours à l'avion, au moins sur courte et moyenne distance, n'ont pas encore fait l'objet de recherches très poussées en Suisse. La politique publique en matière de recherche a clairement un rôle à jouer dans cette optique.



Notes et références

1 Sont considérés comme des voyages en avion, les déplacements incluant au moins une nuit sur place : Comportement de la population suisse en matière de transport 2015 : Source Office fédéral de la statistique / Office fédéral du développement territorial (2017) : Comportements de la population en matière de transports. Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015. Neuchâtel et Berne.

2 Projet « **Mesures douces et consommation d'énergie** »

Numérisation # Incitation / encouragement # Administration publique # Associations et ONG #
Politique (Confédération, canton, commune)

4.6. Définir des lignes directrices, des incitations et des sanctions



Des conditions-cadres appropriées peuvent faire évoluer les comportements de mobilité vers plus d'efficacité énergétique. Des lignes directrices officielles sont toutefois indispensables pour y parvenir.

Le pouvoir de transformation de la consommation collaborative, les promesses du numérique et les progrès technologiques des véhicules et des infrastructures ont suscité au cours des dernières années l'espoir que le comportement de mobilité évoluerait vers des modes de transport durables et efficaces en énergie, même en l'absence de lignes directrices gouvernementales.

Les résultats de recherche du PNR Énergie montrent clairement que cette attente relève de l'illusion. Dans le secteur des transports, les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 ne peuvent pas être atteints avec des stratégies exclusivement axées sur la technologie et basées sur le marché. Rares sont les nouvelles applications numériques qui sont aujourd'hui utilisées dans le but de réduire la consommation d'énergie. En l'absence d'initiatives fortes, la logistique ne s'engagera pas spontanément sur la voie de l'efficacité énergétique. À cela s'ajoute l'effet générateur de trafic des nouvelles offres de mobilité. Des mesures tant incitatives que dissuasives sont par conséquent nécessaires pour parvenir à un comportement durable en matière de mobilité.

En tant que financeur et exploitant des infrastructures, mais aussi comme co-mandant des offres, l'État joue à ce titre un rôle structurant central. Il doit activement accompagner les nouveaux développements et reconsidérer les incitations inappropriées, par exemple en matière de taxation du trafic aérien. Afin de pouvoir pleinement jouer son rôle, il doit toutefois



Energie

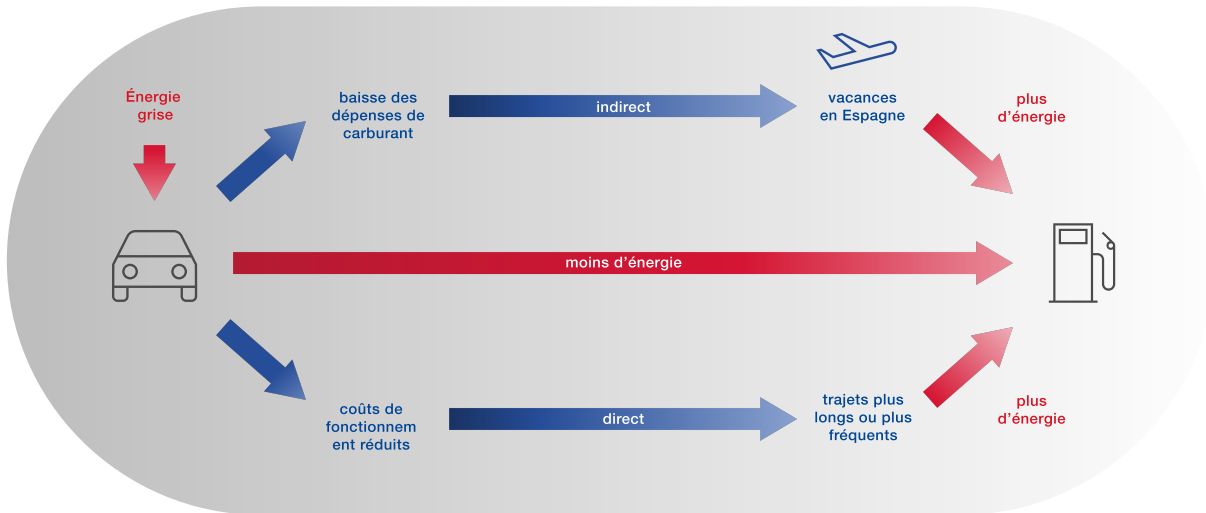
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

s'affranchir des modèles en vigueur. Définir la politique en matière de transports publics et de trafic individuel dans des divisions administratives distinctes n'est plus pertinent dans la mesure où ces deux formes de mobilité sont amenées à fusionner dans le contexte des nouveaux services numériques. Le même constat vaut pour les politiques menées en matière d'aménagement du territoire, d'énergie et de transport, qui doivent elles aussi être davantage interconnectées dans la perspective de la stratégie énergétique.

Le PNR Énergie conclut toutefois sur une note positive : associés à une gestion politique appropriée, l'autopartage, le covoiturage et les applications pour smartphone peuvent rendre notre mobilité mieux adaptée à nos besoins et plus efficace sur le plan énergétique, voire conduire à une logistique urbaine exempte de CO₂ sur le long terme. Et tout ceci est possible sans les tant redoutées pertes de confort de vie.

Pilotage # Administration publique # Associations et ONG

4.7. Éviter les effets de rebond



Effet de rebond – consommateur/trice Source : Steven Sorrell ; *The Rebound Effect : an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency* ; UK Energy Research Centre, London, 2007

Les économies conduisent souvent à une consommation accrue à un autre niveau. Dans le contexte des nouveaux services de mobilité, ce type d'effet de rebond doit faire l'objet d'une vigilance systématique et de contre-mesures le cas échéant.

Toute nouvelle offre de mobilité comporte le risque que l'économie d'énergie kilométrique soit (sur)compensée par une augmentation quantitative des déplacements. Les scientifiques parlent dans ce contexte d'effets induits ou, plus généralement, d'effets de rebond. Un effet de rebond survient par exemple lorsqu'une personne achète une voiture particulièrement économe en carburant et en fait un prétexte pour rouler davantage ou s'offrir un voyage en avion. À la clé, cela ne se traduit pas par une économie d'énergie, mais par une consommation accrue. Lors de l'évaluation de nouvelles offres, il est par conséquent important de systématiquement examiner les effets de rebond potentiels et de prendre des contre-mesures le cas échéant.¹

Les nouvelles offres de services de mobilité, dont l'introduction est généralement motivée par le développement économique, doivent donc toujours être examinées en détail afin d'estimer leur impact sur l'environnement. Lors de l'évaluation des économies d'énergie associées à un projet pilote – portant par exemple sur une offre d'usage partagé – il convient de tenir compte non seulement de l'impact direct, mais aussi des effets de rebond. Seules les offres ayant un impact globalement positif devraient bénéficier durablement du soutien des autorités. À cet égard, il est judicieux que les institutions et les villes (p. ex. dans le cadre du programme



Sharing Cities) se concertent à un stade précoce de la mise en place, afin d'éviter ensemble les effets négatifs et d'optimiser le potentiel d'économie d'énergie.

Notes et références

1 Ces contre-mesures peuvent par exemple prendre la forme d'incitations, c'est-à-dire des recommandations de comportement sans caractère contraignant. Exemple : « Votre trajet en train vous a permis d'économiser 100 francs par rapport à un trajet en voiture. Vous pouvez investir cet argent dans un vol court-courrier ou vous offrir un billet de concert dans votre ville. Si ces deux activités vous procureront sans aucun doute du plaisir, la seconde est nettement plus bénéfique pour l'environnement. »