



Les atouts des plateformes de covoiturage

Une contribution à la décarbonation de la mobilité en Suisse | Le trafic pendulaire pourrait être réduit en utilisant des parkings relais en tant que plateformes de covoiturage. Avec l'électrification de la mobilité, équiper ces parkings de stations de recharge alimentées par des panneaux photovoltaïques permettrait en outre de contribuer de manière significative à la décarbonation de la mobilité.

SAMUEL MÜLLER, NOÉMIE JEANNIN, JÉRÉMY DUMOULIN, NICOLAS WYRSCH

Généralement perçu de manière positive en Suisse, le covoiturage présente de nombreux avantages environnementaux, sociaux et économiques [1]. Avec la transition vers les véhicules électriques, il peut encore offrir des opportunités supplémentaires telles que, notamment, le développement de plateformes de covoiturage sous la forme de parkings relais intégrant des stations de recharge solaires. Ces plateformes pourraient optimiser l'utilisation de l'énergie photovoltaïque (PV), d'une part, en répondant à la demande en termes de

recharge et, d'autre part, en fournissant de l'énergie renouvelable aux ménages via la technologie V2X (Vehicle-to-everything). Par le biais d'une borne de recharge bidirectionnelle, cette technologie permet en effet d'utiliser une partie de l'énergie stockée dans les batteries des véhicules électriques pour alimenter un ménage, un bâtiment ou le réseau, et d'exploiter ainsi encore mieux les excédents de production PV.

Cependant, les études quantitatives visant à évaluer le potentiel de tels centres de mobilité restent rares, car elles nécessitent une connaissance

approfondie du potentiel en termes d'utilisateurs ainsi que des schémas de mobilité. Or, ceux-ci varient considérablement d'un endroit à l'autre, par exemple à proximité d'un centre urbain ou dans une région rurale.

Cet article présente une méthodologie utilisée pour évaluer le bénéfice d'une telle plateforme à travers un cas d'étude dans la région lémanique. Celui-ci est discuté en fonction du bassin d'utilisateurs, du potentiel en matière de recharge par le biais du PV, du potentiel en termes de V2X et des aspects économiques.

Potentiel d'utilisation des plateformes de covoiturage

Dans la même logique que les parkings d'échange en périphérie des villes conçus pour encourager l'usage des transports publics, les plateformes de covoiturage devraient se situer à proximité des entrées d'autoroute, entre des centres urbains importants, regroupant ainsi le plus large bassin de population possible. Ce premier cas d'étude est focalisé sur le bassin de population utilisant l'entrée de l'autoroute A1 à Nyon. Un parking relais situé à proximité pourrait donc intéresser tous les pendulaires prenant l'autoroute à Nyon pour se rendre à leur travail, que ce soit en direction de Genève ou de Lausanne.

Afin de déterminer le bassin de population concerné par cette plateforme, il a été admis que cette dernière devait se trouver à côté de l'entrée d'autoroute et être située à moins de 15 min de route du domicile des utilisateurs (sans passer par l'autoroute). La **figure 1** montre le périmètre concerné pour le cas de Nyon. La **figure 2** présente, quant à elle, la méthodologie utilisée pour quantifier le potentiel en matière de pendulaires afin de permettre une analyse technico-économique. Cette méthodologie implique quatre étapes: la définition d'un périmètre géographique permettant d'identifier les localités concernées, le calcul de tous les déplacements domicile-travail effectifs à partir des statistiques de mobilité, la détermination du nombre potentiel d'utilisateurs en fonction de la position du parking et, enfin, l'analyse technico-économique des besoins en énergie, des possibles surplus d'énergie et du bilan économique.

Les données sur la pendularité de l'Office fédéral de la statistique (personnes actives occupées selon la commune de domicile et la commune de travail) ont permis de quantifier le potentiel d'utilisateurs. En excluant toutes les personnes qui parcourent moins de 10 km pour se rendre à leur travail, on obtient, pour le cas de Nyon, 5270 pendulaires (chiffres de 2022) parcourant en moyenne 4,1 km en voiture entre leur domicile et l'entrée de l'autoroute, puis encore 27,9 km jusqu'à la commune où se situe leur lieu de travail (en majorité à Genève).

Afin de faciliter l'identification du potentiel d'utilisation des plateformes de covoiturage, il est également pos-

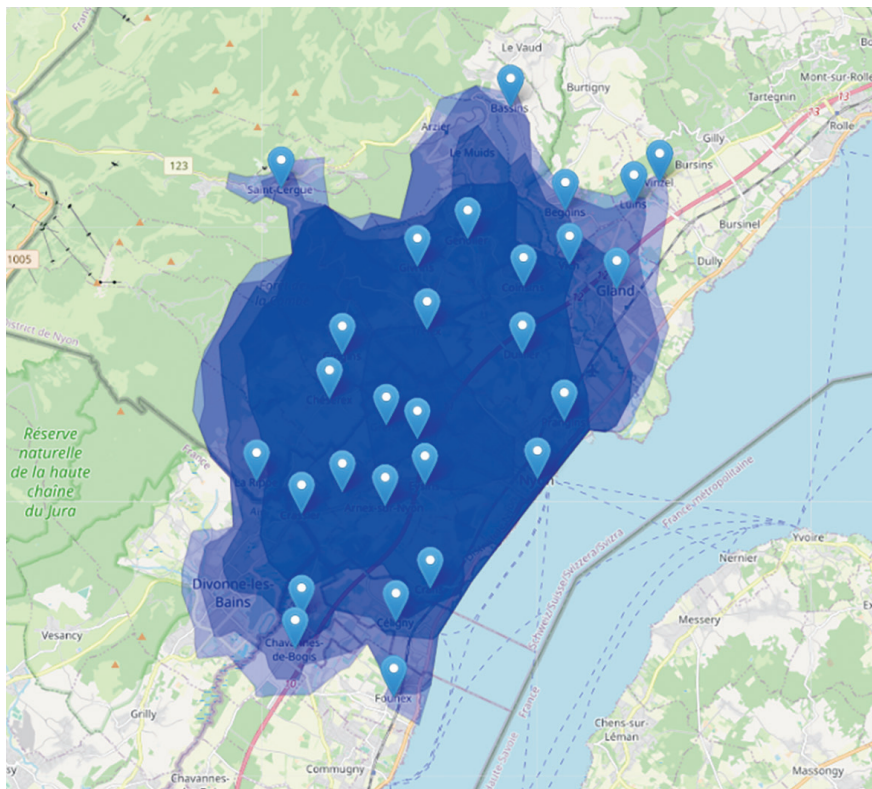


Figure 1 Périmètre et localités pertinentes pour un parking relais proche de l'entrée de l'autoroute A1 à Nyon.

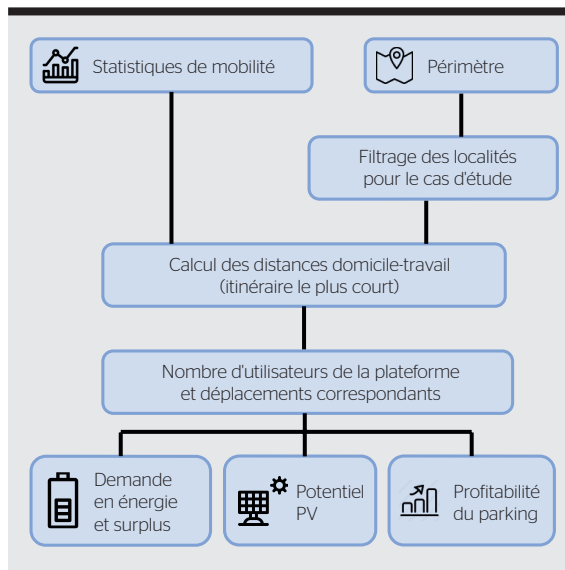


Figure 2 Méthodologie utilisée pour quantifier le potentiel en matière de pendulaires afin de permettre une analyse technico-économique de la plateforme de covoiturage.

sible d'utiliser l'outil open source «Citiwatts» [2]. Celui-ci permet de quantifier le trafic pendulaire autour de grands centres et de calculer les besoins en énergie pour la mobilité électrique. Son application à plusieurs localités de la région lémanique ainsi que dans les régions bâloise et lucernoise a démontré que cet outil était suffisamment précis pour évaluer le nombre de pendulaires.

Potentils en termes de recharge photovoltaïque et de V2X

En admettant que tous les véhicules électriques sont dotés d'une batterie d'une capacité de 70 kWh chargée à 100 % au départ et consomment 0,2 kWh/km, l'étude révèle qu'ils disposent encore tous d'une réserve d'énergie après un aller-retour du domicile au travail et un aller-retour du domicile à la plateforme de covoitu-

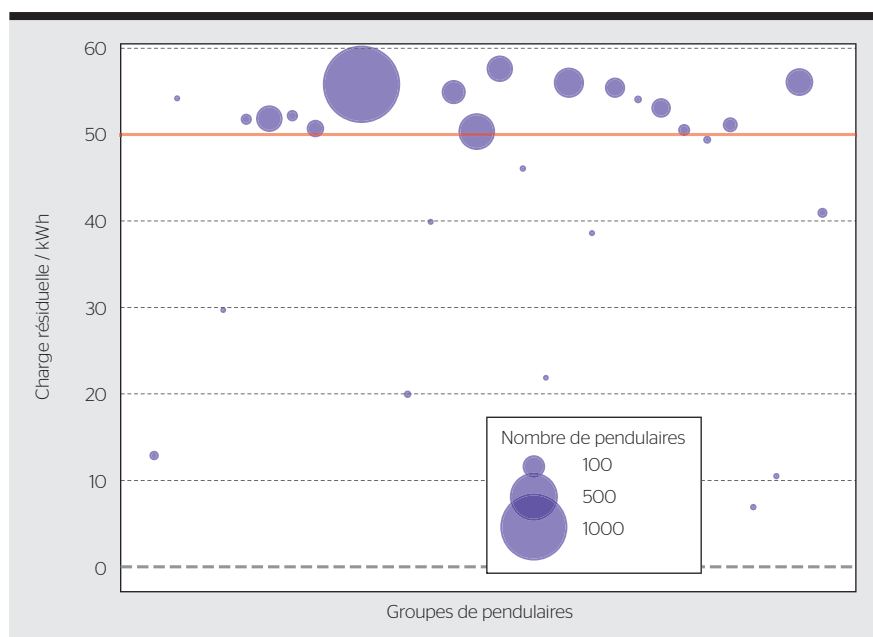


Figure 3 État de charge de la batterie de 70 kWh d'une voiture après un aller-retour domicile-travail et un aller-retour domicile-parking relais, pour tous les pendulaires de la région concernée. Ceux-ci sont classés par groupes en fonction de la localité de domicile et du lieu de travail.

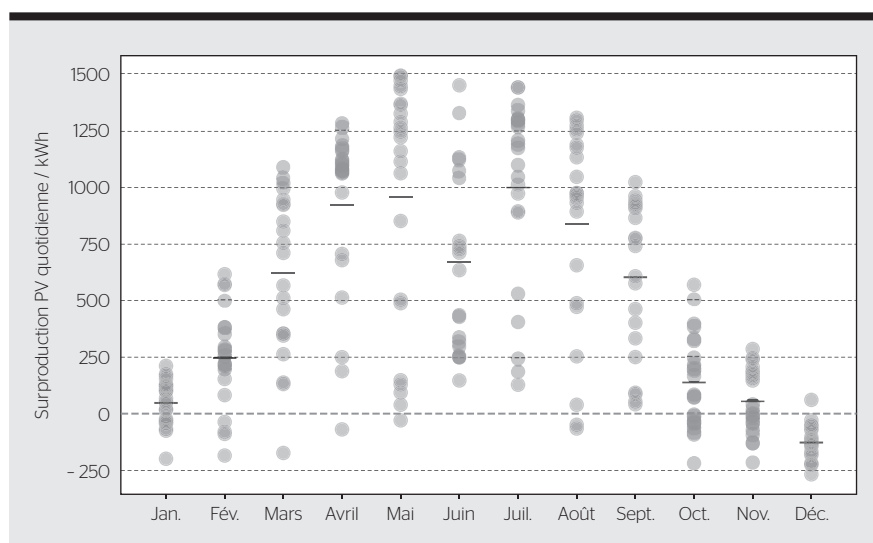


Figure 4 Bilan énergétique journalier d'un parking relais, à Nyon, couvert de modules PV, avec une part de voitures électriques de 20 %. Les traits horizontaux indiquent la médiane du bilan énergétique journalier (entre 8h00 et 16h00) de chaque mois.

rage. Pour près de 90 % des utilisateurs, cette réserve dépasse 50 kWh (**figure 3**). Ceci permettrait donc facilement un scénario où deux pendulaires feraient du covoiturage jusqu'au travail avec une de leurs voitures un jour sur deux, l'autre étant laissée en charge sur le parking relais.

En installant des modules PV sur toute la surface du parking et en admettant que 20 % des véhicules stationnés sont des voitures électriques

dont la batterie n'est rechargée qu'à cet endroit, la production PV a été évaluée comme étant suffisante pour couvrir les besoins en matière de recharge pendant 80 % des jours de l'année (**figure 4**). Un excédent important de production PV, principalement du printemps à l'automne, pourrait donc être utilisé le soir au domicile grâce à des bornes bidirectionnelles (V2X, ou Vehicle-to-Building V2B), puisque la plupart des pendulaires utilisent

moins de 20 kWh en deux jours, c'est-à-dire entre deux recharges de leur véhicule.

Estimation de la viabilité économique

Un scénario économique a aussi été établi pour le parking relais considéré dans le cas d'étude de Nyon et une flotte de 20 % de véhicules électriques. Avec le partage des trajets (avec deux pendulaires par véhicule), le bénéfice moyen pour les utilisateurs a été estimé à environ 2000 CHF par année, en tenant compte des frais moyens d'une voiture par kilomètre parcouru.

Pour rentabiliser une telle infrastructure, un certain seuil en matière de taille et de fréquentation est nécessaire. Une simulation économique a été établie avec un prix annuel de 800 CHF par couple de pendulaires pour l'utilisation du parking, qu'ils utilisent ou non l'infrastructure de recharge. Elle montre que, même avec un faible taux de participation des pendulaires potentiel ($\geq 8\%$), une électrification limitée de la flotte ($\geq 10\%$) et un prix de vente de l'électricité PV aux pendulaires équivalant au prix de l'électricité en provenance du réseau, une telle plateforme peut être rentable en moins de 20 ans à condition de maîtriser les coûts de construction (inférieurs à 10 000 CHF par place de parc, borne de recharge et PV inclus). Dans cette simulation, plus d'un tiers des revenus de l'opérateur d'un parking sont liés à la vente d'énergie pour la recharge des véhicules ainsi qu'à la vente des excédents de production PV au réseau.

À terme, le prix de la rétribution de l'injection des excédents PV dans le réseau est appelé à diminuer. La perte de gain pour l'opérateur devrait toutefois pouvoir être compensée par une recharge plus importante des véhicules dans un contexte de décharge au domicile par le biais du V2B. Un parking équipé de panneaux PV utilisé par des véhicules compatibles avec la recharge bidirectionnelle pourrait aussi être attractif pour un gestionnaire de réseaux électriques. Une recharge intelligente et la bidirectionnalité offrent une flexibilité qui pourrait être monnayée, à l'image de l'objectif du projet « V2X Suisse » reposant sur la gestion d'une flotte de voitures de Mobility [3].

Les effets sur la décarbonation en Suisse

La création de parkings relais avec installations PV exerce un quadruple effet sur la décarbonation. De tels parkings contribuent tout d'abord à une réduction importante du trafic, en diminuant le nombre de voitures prises dans des embouteillages. Par le biais de leurs prestations en termes de recharge, ils incitent à l'électrification de la flotte en mettant à disposition des bornes facilement accessibles, alimentées en outre en majeure partie par de l'électricité d'origine renouvelable. Enfin, ils offrent la possibilité de contribuer à un approvisionnement en électricité renouvelable des ménages grâce au V2B.

Les opportunités en Suisse

En Suisse, de nombreuses opportunités existent pour de tels (grands) parkings relais. Rien que dans la région lémanique, plusieurs autres entrées d'autoroutes seraient intéressantes

pour leur implémentation. Ailleurs en Suisse, d'autres opportunités ont aussi été identifiées dans la région bâloise (par exemple à Nenzlingen), en Suisse centrale (à Stans) ou encore au Tessin (à Ponte Tresa). À plus petite échelle, de nombreuses autres régions pourraient aussi être intéressantes: en fait, partout où les pendulaires parcourent un grand nombre de kilomètres pour se rendre vers des centres regroupant des activités importantes. Les régions de montagne telles que le Jura, le Valais ou les Grisons, ou les régions éloignées des centres importants, pourraient ainsi être ciblées pour l'implantation de petits parkings relais pouvant contribuer utilement à la réduction du trafic et à sa décarbonation.

L'opportunité de réaliser un parking relais existe dès qu'un nombre important de pendulaires résidant dans un groupe de communes rurales proches les unes des autres se rend vers un ou plusieurs centres éloignés de plus de

25 km. Pour que cette opportunité puisse se concrétiser, il est toutefois nécessaire que le parking en question apporte une plus-value en termes de confort et/ou économique. La disponibilité de terrains à un coût raisonnable est également indispensable.

Références

- [1] F. Ciari, K. W. Axhausen, « Carpooling in Switzerland: Public attitudes and growth strategies », 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., 13-17 janvier 2013. doi.org/10.3929/ethz-b-000052702
- [2] Outil open source « Citiwatts ». citiwatts.eu
- [3] www.mobility.ch/fr/v2x

Auteurs

Samuel Müller a effectué son service civil au PV-Lab de l'EPFL.
→ samuel@mueller-meyer.ch

Noémie Jeannin est doctorante au PV-Lab de l'EPFL.
→ EPFL, 2000 Neuchâtel
→ noemie.jeannin@epfl.ch

Jérémy Dumoulin est post-doctorant au PV-Lab de l'EPFL.
→ jeremy.dumoulin@epfl.ch

D^r Nicolas Wyrsch est chargé de cours et chef de groupe au PV-Lab de l'EPFL.
→ nicolas.wyrsch@epfl.ch

IN KÜRZE

Die Vorteile von Mitfahrplattformen

Ein Beitrag zur Dekarbonisierung der Mobilität in der Schweiz

Der Pendlerverkehr könnte durch die Nutzung von Park-and-Ride-Parkplätzen bei Autobahneinfahrten als Mitfahrplattformen reduziert werden. Die Ausrüstung dieser Parkplätze mit Ladestationen, die mit Solarstrom betrieben werden, würde zudem zur Dekarbonisierung der Mobilität beitragen und gleichzeitig die Lastspitzen am Abend reduzieren.

Dieser Artikel stellt eine Methode zur Bewertung der Vorteile einer solchen Plattform anhand einer Fallstudie vor, die sich auf das Einzugsgebiet der Autobahneinfahrt Nyon an der A1 konzentriert. Die Methode umfasst vier Schritte: die Festlegung eines geografischen Gebiets, das die betroffenen Wohngebiete umfasst, die Berechnung aller tatsächlichen Pendlerfahrten anhand von Mobilitätsstatistiken, die Ermittlung der potenziellen Nutzerzahl und schliesslich die technisch-wirtschaftliche Analyse des Energiebedarfs, möglicher Produktionsüberschüsse und der wirtschaftlichen Bilanz.

Die Studie basiert auf einem Szenario, in dem zwei Pendler jeden zweiten Tag mit einem ihrer Autos zur Arbeit fah-

ren und das andere Auto auf dem Parkplatz stehen lassen. Durch die Installation von PV-Modulen auf der gesamten Parkplatzfläche und unter der Annahme, dass ein Fünftel der parkierten Fahrzeuge Elektroautos sind, deren Batterien nur an diesem Ort aufgeladen werden, wurde die PV-Produktion als ausreichend bewertet, um den Ladebedarf an 80 % der Tage im Jahr zu decken. Ein Teil des sommerlichen PV-Überschusses könnte dank bidirektionaler Ladestationen (Vehicle-to-X, V2X) sogar abends zu Hause genutzt werden. Die gemeinsamen Fahrten ergeben geschätzt einen durchschnittlichen Ertrag für die Nutzer von rund 2000 CHF pro Jahr. Mit einem Jahrespreis von 800 CHF pro Pendlerpaar für die Nutzung des Parkplatzes, einem Verkaufspreis für den PV-Strom an die Pendler, der dem Netzstrompreis entspricht, und Baukosten von weniger als 10 000 CHF pro Parkplatz (inklusive Ladestation und PV) könnte sich eine solche Plattform in weniger als 20 Jahren amortisieren.