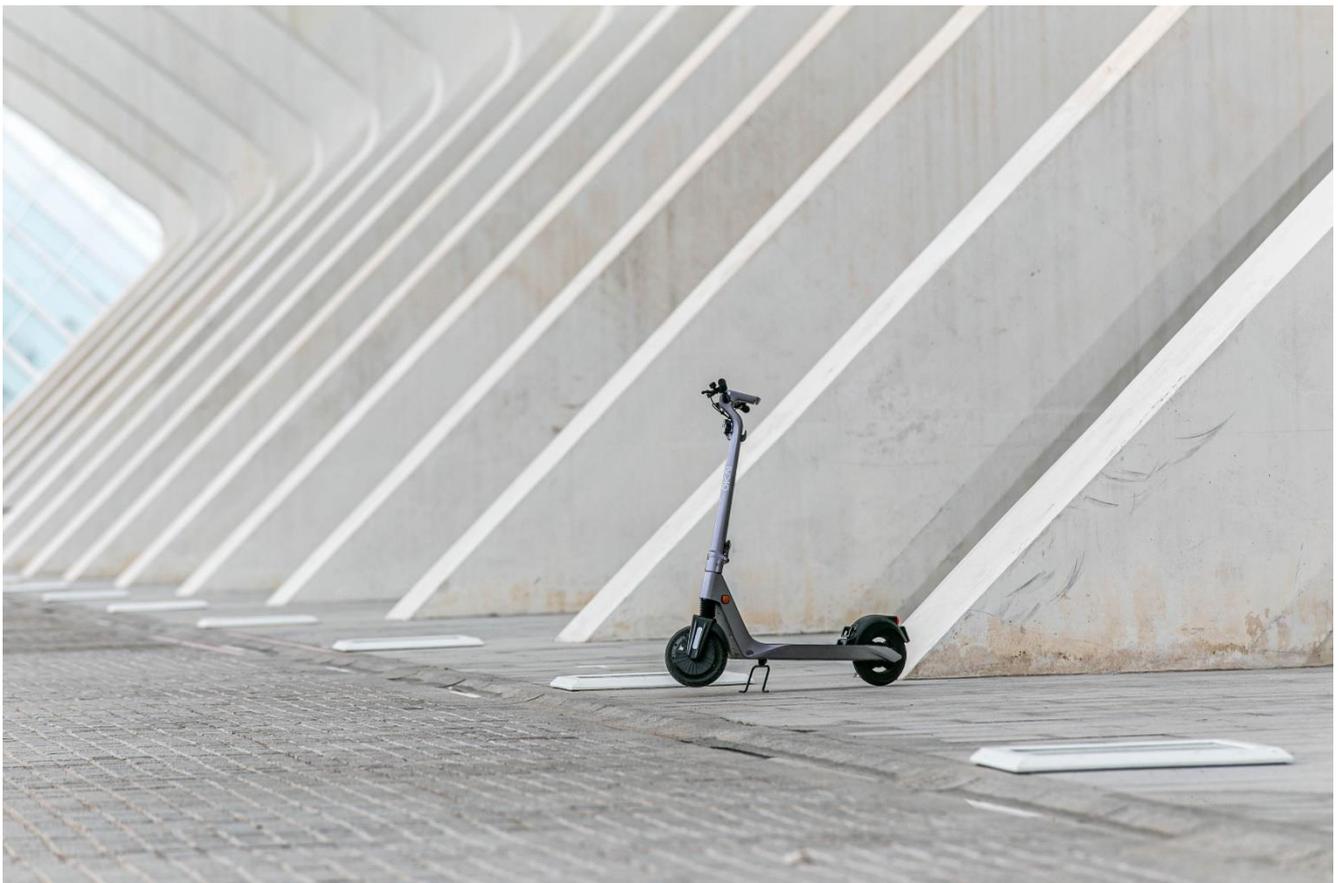


Micromobilité électrique

Rapport final
04.09.2023



Groupe d'accompagnement

Luca Olivieri, canton de Bâle-Ville
Tim Wettstein, Ville de Berne
Markus Birrer, Ville de Lucerne
Numa Glutz, Ville de Neuchâtel
Ramon Göldi, Ville de Schaffhouse
Ruth Furrer, Ville de Zurich
Wernher Brucks, Ville de Zurich
Monika Litscher, Union des villes suisses
Nathanaël Bruchez, Conférence des villes pour la mobilité

Équipe de projet

Remo Baumberger
Rita Nenniger
Laura Herten
Fabienne Perret

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zurich
Suisse
Téléphone +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

18 août 2023
20230818_SKM_Mikromobilität_Schlussbericht.docx
Numéro de projet: 221448.00
Couverture: Unsplash.com

Sommaire

1.	Introduction	4
1.1	Situation de départ	4
1.2	Délimitation et définitions	4
1.3	Objectifs du projet	5
1.4	Procédure	6
2.	Situation actuelle en Suisse	7
2.1	Conditions-cadres légales nationales	7
2.2	Gestion des flottes en partage par les villes	8
2.3	Conditions applicables aux offres de partage	10
2.4	Taille autorisée des flottes en partage	11
2.5	Coopérations intercommunales	13
2.6	Possibilités de soutien	14
3.	Modèles d'utilisation	16
3.1	Raisons de l'utilisation	16
3.2	Caractéristiques des trajets effectués	17
3.3	Substitution des moyens de transport	22
3.4	Effets sur le trafic	24
3.5	Pôles de mobilité	26
3.6	Mesures visant à influencer les modèles d'utilisation	28
4.	Écobilan	29
4.1	Analyse par phase	29
4.2	Mesures de nature à améliorer l'écobilan	32
5.	Sécurité routière	34
5.1	Potentiel de conflit	34
5.2	Nombre d'accidents	36
5.3	Infrastructure de transport	38
5.4	Mesures d'amélioration de la sécurité routière	39
6.	Synthèse	41
6.1	Possibilités de réglementation	41
6.2	Recommandations	42
7.	Répertoire des sources	45

1. Introduction

1.1 Situation de départ

En Suisse, les espaces urbains sont confrontés à de multiples défis. Les besoins de mobilité augmentent en raison de la densification urbaine et de la croissance associée du nombre d'habitants et de personnes actives. Ceux-ci rejoignent des infrastructures de transport déjà très fréquentées, en particulier aux heures de pointe. Il convient en outre d'améliorer la qualité de vie dans les villes.

Défis dans les espaces urbains

Dans sa Charte pour une mobilité urbaine durable, la Conférence des villes pour la mobilité a présenté les objectifs et les intentions de développement fondamentaux des villes signataires (CVM, 2010). Il y est précisé que dans les espaces urbains à forte densité de population, les formes de transport durables doivent absorber une grande partie du trafic et que les systèmes de transport doivent être considérés par rapport à leur incidence globale. Dans la planification, un accent est mis sur l'utilisation durable de ressources limitées telles que l'espace, l'énergie et l'argent. On peut par conséquent estimer que l'utilisation de l'espace public doit se faire de manière consciente, qu'il faut privilégier les modes de transport économes en surface et que toutes les approches d'action relatives à la mobilité et aux transports doivent être abordées. Globalement, ces intentions de développement peuvent être regroupées dans la «Stratégie ETGM» (Éviter, Transférer, Gérer harmonieusement, Mettre en réseau).

Objectifs des villes

Dans les villes et agglomérations, la micromobilité électrique (notamment les vélos électriques et trottinettes électriques) gagne du terrain en tant que nouvelle forme de mobilité. On compte de plus en plus de véhicules privés et de fournisseurs de systèmes de libre-service dédiés aux petits véhicules électriques et ces véhicules revêtent une importance croissante pour la mobilité multimodale. La question fondamentale consiste à savoir si la micromobilité aide à atteindre les objectifs et les intentions de développement des villes.

Essor de la micromobilité

On remarque également que les villes adoptent aujourd'hui des stratégies très différentes en ce qui concerne la réglementation des offres de partage. Les conditions des appels d'offres imposées aux opérateurs ne sont pas uniformes, notamment en ce qui concerne la densité de l'offre, le périmètre de circulation, la réglementation de la vitesse, les places de stationnement autorisées ou la fourniture de données relatives à l'offre et à l'utilisation. En outre, l'utilisation privée de ces véhicules progresse également. Toutefois, il manque encore des bases fiables à ce sujet, ce qui rend difficile le développement d'une politique cohérente.

Différentes approches en matière de réglementation

1.2 Délimitation et définitions

Les petits véhicules à moteur électrique tels que les trottinettes, les vélos, les Segways, les skateboards, etc. font tous partie de la «micromobilité» et sont à peine plus grands que les usagers et usagères eux-mêmes (O'Hern

Définition micromobilité

und Estgfaeller, 2020). La Confédération définit la micromobilité comme l'usage d'appareils et de véhicules dont le poids ne dépasse pas 350 kg, qui sont propulsés soit par la force musculaire soit par un moteur électrique et dont la vitesse maximale par construction n'excède pas 45 km/h. Cette définition s'inspire de celle de l'International Transport Forum (ITF) ou de l'OCDE (Conseil fédéral, 2021).

En conséquence, les appareils et les véhicules sans moteur électrique peuvent également être classés dans la micromobilité. La plupart des appareils et véhicules aujourd'hui en service affichent une masse largement inférieure à 350 kg. On les trouve aussi bien en propriété privée que dans des offres commerciales de partage (les fournisseurs s'appellent Tier, Voi, Lime, Bird, Nextbike, PubliBike, etc.). Quant à leur exploitation, elle peut s'effectuer depuis un emplacement fixe ou en «free floating» (sans station d'attache).

Classification et autres aspects

Le présent état des lieux ne se concentre pas sur le domaine de la micromobilité dans sa globalité mais sur les véhicules aujourd'hui majoritairement en service et sur les questions les plus importantes à l'heure actuelle pour les villes. Cela concerne les offres de partage¹ dans le domaine des **vélos électriques** et des **vélos conventionnels**. Les **trottinettes électriques** sont le second thème prioritaire de cette étude, à la fois en tant que véhicule privé et en tant qu'offre de partage. Seuls sont pris en considération les vélos électriques et les trottinettes électriques qui correspondent aux vélos électriques «lents» ou aux cyclomoteurs légers conformément à la catégorisation fédérale, c.-à-d. qui ne dépassent pas 25 km/h et 250 kg (Conseil fédéral, 2021). Dans le cas du partage, on tient compte des offres à stations fixes et des offres en free floating.

Délimitation pour la présente étude

1.3 Objectifs du projet

La Conférence des villes pour la mobilité a donc réalisé une étude sur la micromobilité électrique qui doit donner aux villes un aperçu de la situation actuelle et leur faire des recommandations quant à la réglementation des vélos électriques et trottinettes électriques afin de les aider à atteindre leurs objectifs en matière de durabilité. Dans ce contexte, les villes doivent exploiter au mieux les opportunités offertes par ces deux véhicules différents (premier et dernier kilomètre en combinaison avec les TP; comblement de lacunes géographiques et temporelles dans le réseau de TP, remplacement de la voiture sur les longs trajets par les vélos électriques, etc.) et éviter dans le même temps des risques importants.

Élaboration d'un aperçu à l'attention des villes

L'étude se concentre sur les principaux liens en rapport avec les questions suivantes, dont chacune fait l'objet d'un sous-chapitre dans le présent rapport:

Thèmes à approfondir

— **Réglementation:** Quelles sont les conditions-cadres légales applicables en Suisse? Quelles sont les différentes approches en matière de réglementation des offres de partage? Quels sont leurs avantages et leurs inconvénients? Comment les coopérations intercommunales peuvent-elles

¹ Le rapport utilise indifféremment les groupes de mots «offres de partage» dans le domaine de la micromobilité et «micromobilité partagée».

être élaborées? Quelles sont les possibilités de soutien pour les offres de partage?

- **Modèle d'utilisation et effets sur le trafic:** Quelles raisons plaident en faveur de l'utilisation des offres de micromobilité partagée? Quelles sont les caractéristiques des trajets recensés à l'heure actuelle? Quelle est la différence entre les trajets purement urbains et les trajets entre la ville et l'agglomération? Quels sont les modes de transport substitués? Quels effets globaux peut-on constater sur le trafic? Quel rôle peuvent jouer les pôles de mobilité?
- **Écobilan:** Quels sont les facteurs d'influence pertinents sur l'écobilan pendant toutes les «phases de vie» d'un véhicule? Quelles mesures peuvent être prises en vue d'améliorer l'écobilan?
- **Sécurité du trafic:** Quels conflits objectivement décelables résultent des vélos électriques et trottinettes électriques? Quelles conclusions peut-on tirer des statistiques sur les accidents? Quels sont les liens de dépendance avec les infrastructures de transport? Quelles mesures peuvent être prises afin d'améliorer la sécurité du trafic autour de la micromobilité?

Sur la base de cet état des lieux, des recommandations sont finalement formulées à l'attention des villes.

1.4 Procédure

L'étude a été élaborée en deux phases:

- Phase 1 pour effectuer un état des lieux en compilant des informations issues d'études et d'enquêtes déjà disponibles; puis discussion avec le groupe d'accompagnement (avec des représentant·e·s des villes) et priorisation du besoin d'approfondissement
- Phase 2 pour approfondir certains thèmes prioritaires par le groupe d'accompagnement et validés par le comité de la CVM (interface ville – agglomération, pôles de mobilité, interaction comportement des usagers et usagères et infrastructures, écobilan); puis discussion et déduction de recommandations à l'attention des villes en concertation avec le groupe d'accompagnement

Le présent rapport rend compte des résultats de ces deux phases. Le groupe d'accompagnement se compose de représentant·e·s de l'administration de six villes suisses (Bâle, Berne, Lucerne, Neuchâtel, Schaffhouse, Zurich).

Élaboration en deux phases

Six villes dans le groupe d'accompagnement

2. Situation actuelle en Suisse

2.1 Conditions-cadres légales nationales

En vertu de la loi suisse sur la circulation routière (LCR, 2020), l'ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers (OETV, 2022) définit les véhicules autorisés sur les routes publiques. Les prescriptions essentielles suivantes s'appliquent aux vélos électriques et trottinettes électriques considérés comme «lents».

Prescriptions applicables aux véhicules de micromobilité

- Puissance motrice maximale 500 W
- Vitesse maximale 20 km/h (uniquement électrique) ou 25 km/h (avec assistance de pédalage électrique)
- Poids total maximal 200 kg
- En principe une seule place
- Éclairage fixe avec au moins un feu blanc dirigé vers l'avant et un feu rouge dirigé vers l'arrière; feux de jour obligatoires
- Avertisseur acoustique (sonnette)

La plaque de contrôle n'est pas obligatoire pour les vélos électriques et trottinettes électriques «lents». Les personnes âgées entre 14 et 16 ans doivent avoir un permis de conduire de catégorie M (cyclomoteurs), les personnes de plus de 16 ans peuvent conduire sans permis. L'utilisation est interdite aux enfants de moins de 14 ans. Le port d'un casque de vélo n'est pas obligatoire.

Conformément à l'ordonnance sur la signalisation routière (OSR, 2021) et à l'ordonnance sur les règles de la circulation routière (OCR, 2022), les mêmes règles s'appliquent aux utilisatrices et utilisateurs de vélos électriques et de trottinettes électriques «lents» qu'aux utilisatrices et utilisateurs de vélos et cyclomoteurs: il n'est pas permis de circuler sur les trottoirs et routes soumises à une interdiction générale de circulation. L'utilisation des bandes et pistes cyclables est obligatoire. Lorsqu'il n'y en a pas, il convient de circuler sur le bord droit de la route. Le stationnement doit s'effectuer en priorité sur / dans les surfaces / installations prévues à cet effet. Le stationnement des véhicules sur le trottoir n'est autorisé que si un espace de 1,5 m de large reste libre à côté pour les piétons.

Utilisation des infrastructures de transport

En raison de l'importance croissante des petits véhicules électriques dans le transport de marchandises, le Conseil fédéral a proposé de leur permettre de circuler sur les surfaces de circulation des vélos. Pour les véhicules ne nécessitant pas de permis de conduire, cela doit être possible jusqu'à un poids maximal de 250 kg (contre 200 kg aujourd'hui), une largeur maximale d'un mètre et une vitesse maximale de 25 km/h. Pour les véhicules électriques nécessitant un permis de conduire, cela doit être permis jusqu'à un poids maximal de 450 kg, une largeur maximale de 1,20 m et une vitesse maximale de 25 km/h (Conseil fédéral, 2021). Ces règles ne sont cependant pas encore ancrées dans le droit.

Adaptations légales prévues

Les signalisations et marquages autorisés en Suisse dans les transports publics routiers sont décrits dans l'OSR. Concernant les autres signalisations, telles qu'elles sont discutées et appliquées au niveau international au sujet des surfaces de stationnement pour les véhicules de micromobilité partagés (pictogrammes, marquages colorés, etc.), il manque aujourd'hui une base légale. La pose de marquages ou signalisations spécifiques n'est donc actuellement possible en Suisse que sur les zones privées.

2.2 Gestion des flottes en partage par les villes

Les fournisseurs d'offres de partage en matière de micromobilité sollicitent l'espace public au-delà de la normale (usage commun accru). Pour ce faire, il convient de respecter les lois et ordonnances communales. La réglementation des systèmes de location est gérée différemment dans les différentes villes. En principe, on peut distinguer six approches – indépendamment du type de véhicule utilisé (vélos électriques ou trottinettes électriques) (ville de Zurich, 2022). Elles peuvent être caractérisées selon le Tableau 1, les avantages et les inconvénients n'étant que sommairement énumérés.

Approche	Brève description	Exemple	Avantages	Inconvénients
Délivrance d'autorisations d'exploitation sur demande des fournisseurs	La ville autorise les offres et édicte des conditions.	Trottinettes électriques à Zurich ou Saint-Gall	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle élevé de l'offre 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité requise pour la situation du marché • Travail administratif important
Procédure de candidature pour un nombre limité d'autorisations d'exploitation	La ville octroie des autorisations d'exploitation suite aux demandes des fournisseurs.	Trottinettes électriques à Berne	<ul style="list-style-type: none"> • Sélection des fournisseurs particulièrement appropriés • Concurrence accrue entre les offres pendant la soumission 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrée sur le marché compliquée pour les nouveaux candidats • Travail de procédure important
Procédure d'annonce	Dès lors que les conditions de la ville relatives à l'utilisation de l'espace public sont respectées, aucune autorisation n'est requise. Il suffit d'enregistrer l'offre de partage.	Trottinettes électriques à Bâle	<ul style="list-style-type: none"> • Transparence élevée des conditions • Travail administratif réduit 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun plafond applicable aux flottes
Commande d'une offre	La ville définit les conditions contextuelles de l'offre. Les fournisseurs peuvent soumettre une offre. La ville sélectionne l'une d'entre elles. Elle verse une contribution selon le cas.	Vélos à Zurich	<ul style="list-style-type: none"> • Garantie de la disponibilité • Contrôle élevé des caractéristiques de l'offre • Gains d'efficacité grâce aux entreprises du secteur privé 	<ul style="list-style-type: none"> • La plupart du temps financé par les pouvoirs publics
Exploitation municipale d'une offre	La ville exploite elle-même une offre par le biais d'une organisation publique. Elle fait l'acquisition de véhicules, les entretient et les met à disposition pour utilisation. Cela permet également de combiner des projets d'intégration professionnelle. Des prestations partielles, comme la mise à disposition d'une plateforme de réservation, peuvent également être achetées.	Vélos à Neuchâtel	<ul style="list-style-type: none"> • Garantie de la disponibilité • Contrôle élevé des caractéristiques de l'offre 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail administratif, financement par les pouvoirs publics • Garantie nécessaire de l'efficacité
Interdiction	Non-délivrance d'autorisations d'exploitation	Trottinettes électriques à Lucerne	<ul style="list-style-type: none"> • Prévention totale des risques 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de bénéfice en termes de mobilité

Tableau 1 Aperçu des approches réglementaires applicables aux flottes de micromobilité partagées

2.3 Conditions applicables aux offres de partage

En particulier dans le cas d'un appel d'offres ou d'une exploitation municipale, les caractéristiques des offres peuvent être définies en grande partie par les villes. S'agissant des autorisations d'exploitation et des procédures d'annonce, les principaux aspects aujourd'hui réglementés en Suisse (liste non exhaustive) sont les suivants:

Conditions
possibles

- Limitation de la taille des flottes (cf. paragraphe 2.4)
- Prescriptions sur l'utilisation des véhicules (respect de l'OETV, preuve de la sécurité d'exploitation, utilisation de batteries remplaçables)
- Prescriptions sur le stationnement des véhicules (p. ex. regroupement des véhicules par deux au maximum, pas de sollicitation excessive des installations de stationnement pour vélos)
- Définition de zones dans lesquelles aucun véhicule ne peut être stationné (zones d'interdiction de stationnement)
- Définition de zones dans lesquelles les véhicules doivent de préférence être stationnés
- Définition de «zones lentes» dans lesquelles les véhicules ne peuvent circuler qu'à vitesse réduite (p. ex. vitesse de marche dans les zones piétonnes)
- Utilisation d'une plateforme de données sur laquelle les fournisseurs doivent transmettre des données d'emplacement et d'utilisation de tous les véhicules
- Devoir d'information pour les fournisseurs (p. ex. sur la taille des flottes, le nombre de trajets, la durée et la distance des trajets, etc.)
- Prescriptions relatives aux caractéristiques des véhicules exploités (p. ex. moteur électrique ou vélos-cargos)
- Prescriptions relatives à l'établissement du fournisseur et à ses employé·e·s ainsi qu'à leur disponibilité (p. ex. filiale dans la ville, personnes physiquement présentes, disponibilité téléphonique, connaissances linguistiques)
- Prescriptions relatives aux contrats de partenariat (p. ex. pour la maintenance et l'entretien des véhicules, leur retour à des emplacements fixes et les personnes engagées à cet effet), p. ex. avec des institutions sociales
- Délai pour la suppression des cas de stationnement irrégulier et pour l'examen des réclamations (p. ex. dans les 24 heures)
- Paiement de taxes d'utilisation de l'espace public
- Limitation de la publicité sur les véhicules

Pour tous ces aspects, les villes doivent déterminer comment le contrôle et l'application fonctionnent. Outre les conditions «dures» découlant de la réglementation, plusieurs villes entretiennent en outre des canaux d'échange entre l'administration et les différents fournisseurs (tous à la «même table»). L'objectif est d'échanger des informations et d'encourager la collaboration.

Échange avec
les fournisseurs

Tant les administrations municipales (mise en œuvre et «réajustement» de la réglementation, communication efficace et uniforme) que les fournisseurs (sécurité de planification accrue, exploitation de synergies entre eux) peuvent en profiter. En général, l'intérêt est grand de part et d'autre pour participer à un tel échange.

2.4 Taille autorisée des flottes en partage

Afin de garantir une exploitation des offres de partage compatible avec la ville, certaines villes imposent un plafonnement des flottes. La définition porte sur l'ensemble de la flotte d'une ville, sur la flotte d'un seul fournisseur ou sur une zone spécifique du territoire de la ville. Les plafonds définis pour les flottes se basent en grande partie sur des considérations et des valeurs empiriques de spécialistes. Cette définition tient généralement compte de la rentabilité pour les exploitants privés. Le tableau suivant donne un aperçu de certaines villes (sans prétendre à l'exhaustivité; hors scooters électriques).

Aperçu des flottes
dans les villes
suisses

Ville	Bâle	Berne	Lucerne	Neuchâtel	Saint-Gall	Zurich
Population	env. 170 000	env. 130 000	env. 85 000	env. 45 000	env. 80 000	env. 440 000
Trottinettes électriques						
Modèle réglementaire	Procédure d'annonce	Demande d'autorisation d'exploitation	Non-délivrance d'autorisations d'exploitation	Non-délivrance d'autorisations d'exploitation	Autorisation d'exploitation	Autorisation d'exploitation
Emplacements	Free floating	Free floating	-	-	Free floating	Free floating
Plafond des flottes	200 par fournisseur	350 au total	-	-	300 par fournisseur	800 par fournisseur
Nombre de fournisseurs	5	2	-	-	1	5
Nombre d'hbts par véhicule autorisé	170	371	-	-	267	110
Vélos / Vélos électriques						
Modèle réglementaire	Commande / procédure d'annonce	Commande	Commande	Exploitation municipale	Autorisation d'exploitation	Commande / autorisation d'exploitation
Emplacements	Rattachés à une station / free floating	Rattachés à une station	Rattachés à une station	Rattachés à une station	Free floating	Rattachés à une station / free floating
Taille des flottes ²	2000 au total / 200 par fournisseur Pas de plafond des flottes pour une offre commandée	2400 au total	550 au total	350 au total (communes voisines incluses)	200 par fournisseur	1500 au total / 100 par fournisseur
Nombre de fournisseurs	1 / 1	1	1	1	1	1 / 1
Nombre d'hbts par véhicule autorisé	200 (communes voisines incluses)	54	155	251 (communes voisines incluses)	400	275

Tableau 2 Aperçu des plafonds des flottes dans certaines villes suisses, source: (ville de Zürich, 2022). L'offre de partage dans la ville de Schaffhouse se trouvait dans la phase de lancement au moment de l'élaboration du rapport et n'a donc pas été présentée dans le tableau.

Il n'existe pas de règle généralement valable pour déterminer un plafond des flottes. Celui-ci dépend à la fois de la politique municipale et des conditions-cadres locales, notamment de la densité de construction, de la qualité des infrastructures cyclables, de l'importance touristique ou de la surface disponible dans l'espace routier (difu, 2022). Dans l'ensemble, on constate que les grandes villes suisses autorisent plutôt de petites flottes d'trottinettes électriques en free-floating, surtout si l'on compare avec d'autres pays. En Europe, Stockholm arrive en tête, près de 11 000 trottinettes électriques y étaient en service en 2019, ce qui correspond à environ 85 habitant-e-s par véhicule immatriculé pour une population de 950 000 personnes. En Suisse,

Définition
Plafond des flottes

2 En ce qui concerne les procédures d'annonce et les autorisations d'exploitation, il s'agit de plafonds des flottes. En ce qui concerne les commandes, ce sont principalement des valeurs minimales (p. ex. Lucerne) qui peuvent également être dépassées par les fournisseurs.

les villes de Zurich et de Bâle se distinguent: elles affichent plusieurs fournisseurs et autorisent respectivement 800 et 200 véhicules par fournisseur. Les deux villes ne fixent pas de limite au nombre total. D'autres villes sont nettement plus restrictives. En effet, des inquiétudes ont été exprimées quant à l'utilisation excessive de l'espace public et à la sécurité routière.

En ce qui concerne les offres de partage de vélos et d vélos électriques, les flottes ont tendance à être plus importantes, sur tout dans le cas des offres rattachées à une station qui sont commandées ou exploitées par les villes. Ces chiffres sur les flottes montrent d'une part que cette forme de mobilité nécessite une densité élevée de l'offre pour attirer les usagères et usagers et d'autre part que l'objectif est d'assurer un service universel. De plus, les offres de partage de vélos et de vélos électriques rattachées à une station sont moins rejetées politiquement que les trottinettes électriques en free-floating.

Partage de vélos

2.5 Coopérations intercommunales

Pour les offres de partage commandées ou en exploitation propre, il existe déjà en Suisse des exemples de coopérations intercommunales utilisant des modèles basés sur des stations:

Exemples de coopérations

- PubliBike Glattal: dans les communes zurichoises de Dübendorf, Kloten, Opfikon et Wallisellen, 18 stations ont été réalisées (4-5 stations par commune). Les villes et communes financent le système de partage de vélos avec une contribution annuelle de fonctionnement de CHF 20 000. L'objectif est de promouvoir le vélo dans le trafic régional. Le nouvel appel d'offres «Züri Velo 2.0» de la ville de Zurich se fait en collaboration avec les communes des vallées du Glatt et du Limmat.
- «Neuchâtel roule!»: dans dix communes riveraines du lac de Neuchâtel, il est possible d'emprunter 350 vélos à 45 stations. Cette offre a été lancée par la ville de Neuchâtel. Elle vise à promouvoir l'utilisation du vélo sur les berges du lac, à assurer la protection de l'environnement, l'amélioration de la santé et la mise en œuvre d'un projet social (emplois pour les bénéficiaires de l'aide sociale). Le financement de l'offre est assuré par les communes et par des sponsors privés. Un service administratif doit obligatoirement être mis en place. Les vélos appartiennent à la ville.

Pour les offres non commandées ou pour les fournisseurs d'offres en free floating, il existe aujourd'hui divers obstacles à l'extension de leurs zones d'activité ou au trafic intercommunal. Par conséquent, il n'existe actuellement que peu d'offres intercommunales en free floating en Suisse. Il n'y a pas de standardisation formelle des processus de réglementation au niveau communal, ce qui augmente la charge de travail des fournisseurs. À cela s'ajoute la nécessité de prendre en compte les différentes attitudes et exigences des villes et communes. Enfin, une communication individuelle entre chaque fournisseur et chaque ville ou commune est nécessaire, ce qui augmente encore la charge de travail du côté des fournisseurs. Une standardisation des processus de réglementation pourrait réduire au moins en partie ces obstacles pour les fournisseurs et atténuer la charge administrative pour les villes et communes.

Obstacles pour les fournisseurs

Une collaboration intercommunale s'avère particulièrement avantageuse pour les petites et moyennes communes, comme l'illustre l'exemple des communes de la vallée du Glatt ainsi que «Neuchâtel roule!». Le regroupement et la mise à disposition commune de l'offre permettent de partager efficacement les tâches, de mener conjointement les négociations et de réduire les risques tant financiers que politiques. Selon les dires des parties prenantes, sans la proximité géographique avec la ville de Zurich et les négociations déjà effectuées par la ville de Zurich avec les fournisseurs, il aurait toutefois été difficile de mettre en place une offre de location dans la vallée de la Glatt. Par conséquent, les communes d'agglomération profitent non seulement de la tendance à l'augmentation du nombre des utilisatrices et utilisateurs, mais aussi, d'un point de vue financier et pour des raisons de disponibilité des ressources, du travail préparatoire effectué par les grandes villes voisines.

Opportunités pour les communes

Le financement commun de l'offre passe par des modèles judicieux. Par rapport à d'autres postes de dépenses, les coûts communaux relatifs à l'offre de location sont faibles dans la vallée de la Glatt, de sorte que les communes peuvent les assumer sans subventions externes. Toutefois, le processus de coordination intercommunal est parfois laborieux. On se heurte en particulier à un risque de conflits d'intérêts dans la définition d'un concept d'implantation qui dépasse les frontières communales si les coûts de chaque station sont répercutés sur la commune où elle est implantée. Mais d'autres modèles de répartition des coûts sont également envisageables (p. ex. en fonction de l'utilisation). Dans tous les cas, il faudra mettre à disposition des ressources humaines pour la mise en œuvre et le suivi.

Obstacles potentiels

2.6 Possibilités de soutien

Dans le cadre de planifications régionales ou de projets d'agglomération, les communes coopèrent d'ores et déjà dans des espaces dépendants sur le plan fonctionnel, notamment afin de percevoir des contributions fédérales pour le financement d'infrastructures de transport. Ce cadre pourrait à l'avenir être davantage utilisé pour des coopérations intercommunales dans le domaine de la micromobilité, en particulier pour des offres de mobilité au niveau des interfaces de transport, telles qu'elles sont actuellement encouragées par la Confédération et développées par les cantons et les régions dans le cadre de la planification.

Utiliser les plateformes existantes

En dehors des infrastructures, il est possible d'intégrer les offres de micromobilité (en même temps que les offres de TP) dans des plateformes de données et de réservation intermodales afin de promouvoir les chaînes de voyage intermodales et de pouvoir utiliser les avantages des modes de transport à différentes étapes (p. ex. mobilité sur le premier / dernier kilomètre). Les communautés de transport peuvent également intégrer des offres de micromobilité dans leur système, comme c'est parfois le cas à l'étranger (p. ex. Münchner Tarif- und Verkehrsverbund, MVV, à Munich).

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dispose de plusieurs programmes de soutien (cf. Tableau 3) qui peuvent être examinés par les villes et communes pour la participation financière à des projets de vélos électriques et de trot-

Vue d'ensemble des programmes de soutien

tinettes électriques. Les programmes de soutien se distinguent par le montant de l'aide accordée, la durée du soutien et le type de projets soutenus. Certains de ces programmes de soutien imposent des thèmes prioritaires spécifiques et des délais de soumission fixes. Dans le contexte de la micro-mobilité, un programme paraît particulièrement intéressant: «MOMODU Communes». Celui-ci offre en effet un soutien allant jusqu'à CHF 500 000 par commune et une durée de soutien de cinq ans maximum. Tous les programmes ont en commun que les villes et communes intéressées doivent déposer une demande formelle de soutien.

	COMO	Programme de soutien pour les villes et communes	«MOMODU communes» (modèles de mobilité durable dans les communes de 50 000 hbts max.)	Programme Smart City Suisse
Organisation	Bureau de coordination pour la mobilité durable (OFEN)	SuisseEnergie (OFEN)	SuisseEnergie (OFEN)	SuisseEnergie (OFEN)
Objectifs des projets soutenus	Favoriser les modes de déplacement respectueux de l'environnement et des ressources et favorisant l'activité physique	Fonction d'exemple dans l'évolution vers l'objectif zéro émission nette	Approches innovantes pour une mobilité durable dans les communes	Mise en œuvre d'initiatives intelligentes
Durée du soutien	2-3 ans	2 ans	5 ans max.	Différentes offres du programme
Délai de soumission	2x an	31.07.2023		Délais de soumission partiels
Présence en ligne	https://www.suisseenergie.ch/encouragement-de-projet/como/?pk_vid=ed2648743d8eb1431693070166293d45	https://www.mobilservice.ch/fr/agenda/veranstaltungen/projektfoerderung-fuer-staedte-und-gemeinden-2902.html	https://www.local-energy.swiss/fr/programme/mobilitaet/monamo.html#/#/	https://www.local-energy.swiss/fr/programme/smart-city/das-programm.html#/#/

Tableau 3 Vue d'ensemble des programmes de soutien de la Confédération (sans prétention à l'exhaustivité)

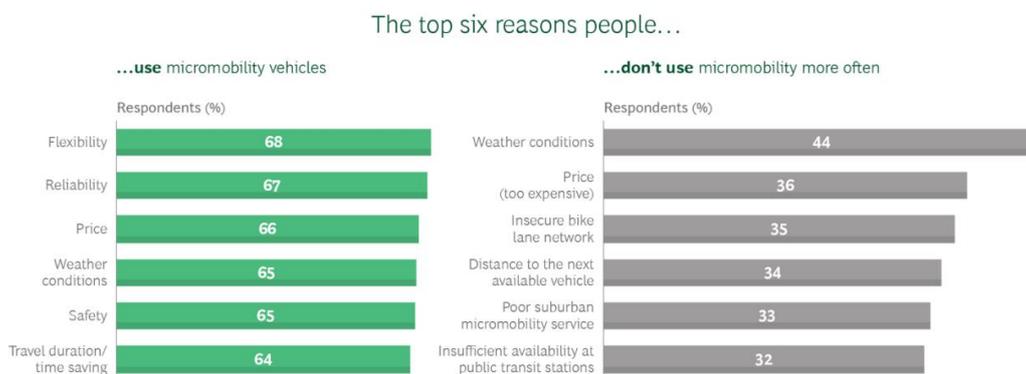
3. Modèles d'utilisation

Le chapitre suivant décrit principalement les trottinettes électriques et les vélos électriques partagés, en faisant également référence à l'utilisation privée de ces véhicules. C'est sur ce point que les connaissances sont les plus lacunaires. Des modèles d'utilisation des vélos conventionnels dans le cadre de l'usage privé peuvent être déduits du microrecensement mobilité et transports de la Confédération et ne sont pas abordés ici.

3.1 Raisons de l'utilisation

D'après les enquêtes auprès des utilisatrices et utilisateurs dans les villes de Zurich et Saint-Gall, les principaux avantages des trottinettes électriques et des vélos électriques résident dans l'utilisation flexible et spontanée, la facilité d'utilisation, le gain de temps (de déplacement) ainsi que les possibilités de combinaison avec les TP ((Moser et al., 2021) et (Hermann et al., 2023)). S'agissant des trottinettes électriques, l'expérience vécue et le divertissement sont également mentionnés; dans le cas des vélos électriques le franchissement de montées raides. Les principaux inconvénients du point de vue des utilisatrices et utilisateurs résident dans les prix élevés (surtout pour les trottinettes électriques), le rattachement partiel à une station de vélos électriques, l'utilisation réduite en cas de pluie ainsi que le rayon d'utilisation limité. Ces conclusions sont confirmées par des sources internationales. Les utilisatrices et utilisateurs en Allemagne ont indiqué que la rapidité et le confort sont des raisons importantes de leur utilisation mais que le plaisir est également prépondérant dans le cas des trottinettes électriques (Hobusch et al., 2021). Il n'est donc pas étonnant que des trajets illégaux (p. ex. à deux) soient parfois observés. Ces raisons d'utilisation s'opposent aux coûts élevés (notamment les frais d'activation), mais aussi à des zones d'activité parfois limitées. Il en résulte une limitation du potentiel pour les utilisatrices et utilisateurs. Ces résultats sont étayés par une étude internationale portant sur 10 pays (cf. Illustration 1).

Avantages et inconvénients du point de vue des utilisatrices et utilisateurs



Source: BCG survey, summer 2021.

Note: n = 11,412. Across regions, the reasons prompting or inhibiting use varied (as expected) on the basis of differences in climate and local transportation infrastructure.

Illustration 1 Raisons de l'utilisation ou de l'utilisation restreinte d'offres de micromobilité (vélos, vélos électriques, trottinettes électriques, scooters électriques; partagée et privée), étude internationale (Lang et al., 2022)

La demande en offres de micromobilité dépend de différents facteurs, notamment des conditions météorologiques. Les précipitations et les basses températures ont une influence négative sur la demande pour toutes les formes de micromobilité (Reck et al., 2021). Les conditions spatiales constituent un autre facteur: une forte densité de population, d'emplois, d'installations de loisirs et d'arrêts de TP dans les environs favorise la demande. On peut en déduire que les offres de partage commerciales ne peuvent guère être rentables en dehors des villes où les densités correspondantes diminuent.³ Afin d'y créer des offres, il faudrait que de nouvelles incitations soient mises en place par les pouvoirs publics (OSR, 2021). Concernant les vélos électriques, la topographie, qui représente un facteur important pour les offres de vélos conventionnels, a une influence négligeable.

Facteurs favorisant une forte demande locale

3.2 Caractéristiques des trajets effectués

Comparativement aux autres modes de transport, les distances parcourues en trottinettes électriques partagées sont courtes. En janvier et février 2020, la moyenne des distances des trajets dans la ville de Zurich s'élevait à 730 m (Reck et al., 2021). Les données actuelles de Zurich montrent que la distance de trajet moyenne s'élevait à environ 1480 m de janvier à novembre 2021 (Vianova, 2021). Celle-ci augmente en particulier durant les mois d'été, ce qui pourrait s'expliquer par les conditions météorologiques favorables. Une évolution comparable s'observe également pour les vélos électriques: ainsi, la distance de trajet moyenne en janvier et février 2020 dans la ville de Zurich s'élevait à 1595 m (Reck et al., 2021). La valeur moyenne de janvier à novembre 2021 était de 2970 m (Vianova, 2021).

Distances parcourues

Pour les trajets intercommunaux en trottinettes électriques, on ne dispose que de peu de bases de données car seules quelques offres ont été mises en place. Pour la présente étude, les trajets en trottinettes électriques partagées entre la ville de Bâle et la commune d'agglomération d'Allschwil ont donc été évalués à titre d'exemple.⁴ On constate que les distances parcourues sur ces trajets sont un peu plus longues que celles des trajets effectués à l'intérieur d'une seule commune. Comme le montre l'illustration 2, les distances moyennes parcourues à l'intérieur des communes de Bâle et d'Allschwil varient entre 1100 et 1800 m. En revanche, entre 2800 et 3000 m sont parcourus en moyenne sur les relations origine-destination entre les communes. Néanmoins, les distances parcourues pour les trajets intercommunaux sont comparativement modestes; en moyenne, les utilisatrices et utilisateurs ne voyagent pas jusqu'au centre de Bâle ou d'Allschwil.

3 Les modèles commerciaux des fournisseurs sont exclus de la présente étude en raison de données disponibles insuffisantes. Sur la base des discussions sectorielles, on peut supposer que certains fournisseurs présentent (encore) aujourd'hui des résultats annuels négatifs.

4 Les trajets en trottinettes électriques du fournisseur VOI entre Bâle et Allschwil ont été évalués. Les données évaluées concernent la période de mai 2022 à avril 2023. Au total, 200 695 trajets ont été effectués en e-trottinette durant la période considérée. Le nombre de trajets effectués depuis/vers Allschwil s'élève en moyenne à 15 trajets par jour.

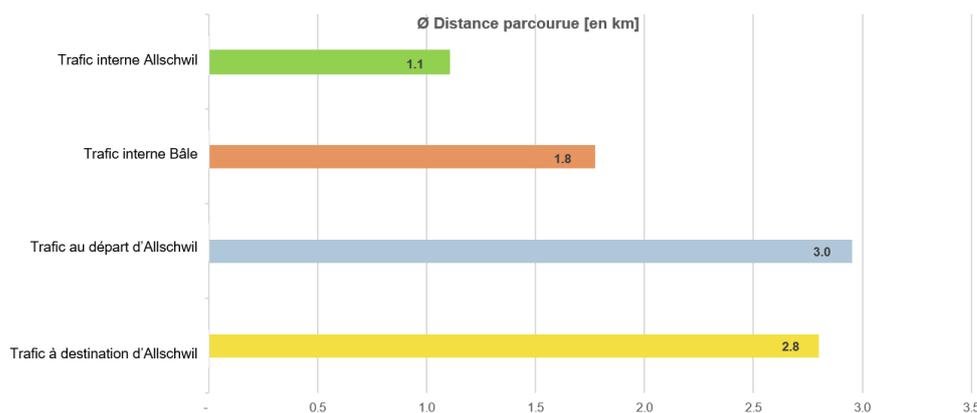


Illustration 2: Les distances parcourues en trottinettes électriques partagées (fournisseur VOI) pour les trajets à l'intérieur et entre les communes de Bâle et Allschwil (mai 2022 - avril 2023)

En fonction de l'origine, les trottinettes électriques partagées dans la ville de Zurich sont utilisées en moyenne 8 min (Vianova, 2021) resp. 12 min (Moser et al., 2021). Les distances plus longues parcourues en vélos électriques partagés se reflètent également dans la durée d'utilisation: en moyenne 20 min (Vianova, 2021) resp. 18 min (Moser et al., 2021). D'après l'enquête auprès des utilisatrices et utilisateurs dans les villes de Zurich et de Saint-Gall, environ la moitié des trajets en véhicules partagés pourrait être combinée avec les TP, aucune différence significative n'étant observable entre les catégories de véhicules (trottinettes électriques, vélos électriques, vélos).

Durée de l'utilisation

L'ordre de grandeur de ces résultats concorde également avec les études internationales. Ainsi, dans les villes allemandes, (Hobusch et al., 2021) 48 % des trajets en trottinettes électriques durent moins de dix minutes et la durée moyenne de location s'élève à 13,5 min. 17 % des trajets font moins d'un kilomètre, 37 % des utilisatrices et utilisateurs parcourent moins de 2 km. Dans un tiers des cas, les trottinettes électriques sont utilisées dans le cadre d'une chaîne de transport intermodale, la combinaison avec les TP sur rail (métro, RER, tram) étant plus fréquente qu'avec les TP sur route (bus). Cela pourrait indiquer une concurrence plus forte entre les TP municipaux et la micromobilité, alors que pour les transports régionaux et longue distance, la micromobilité est surtout combinée sur le premier / dernier kilomètre.

À Zurich, environ la moitié de tous les trajets en véhicules de micromobilité partagés (trottinettes électriques, vélos électriques, vélos) est effectuée le week-end, la part des trottinettes électriques étant légèrement supérieure à celle des vélos électriques (Moser et al., 2021). En ce qui concerne les horaires, les personnes interrogées indiquent qu'environ 50 % des trajets ont lieu le jour (6h00-18h00), environ 25 % le soir (18h00-22h00) et environ 25 % la nuit ainsi que pendant les heures marginales de nuit (22h00-06h00). Par rapport aux vélos électriques, les trottinettes électriques sont utilisées un peu plus souvent la nuit et pendant les heures marginales de nuit, les vélos électriques plus souvent la journée.

Répartition temporelle des trajets à l'intérieur de la ville

Si l'on examine de plus près les variations journalières, on constate que les vélos électriques rattachés à une station sont surtout utilisés aux heures de

pointe, aussi bien le matin que le soir. (Reck et al., 2021). En ce qui concerne les vélos électriques en free floating, la pointe matinale est particulièrement marquée. Les trottinettes électriques affichent un modèle d'utilisation opposé: leur utilisation diminue aux heures de pointe mais elles sont majoritairement utilisées la nuit et un peu plus souvent durant la journée en dehors des heures de pointe. Dans les villes allemandes, on a pu constater chez les utilisatrices et utilisateurs multiples une pointe marquée l'après-midi (14h00-18h00) pour les trottinettes électriques (Hobusch et al., 2021). Les utilisatrices et utilisateurs uniques effectuent leurs trajets principalement le week-end. On n'observe pas explicitement d'utilisation accrue la nuit dans les villes allemandes.

En ce qui concerne les trajets en trottinettes électriques partagées entre la ville de Bâle et la commune d'agglomération d'Allschwil⁵, on observe que les trajets au départ et à destination d'Allschwil sont répartis différemment sur la journée. L'illustration 3 montre que les jours ouvrés, en particulier aux heures de pointe le soir et durant la nuit, le trafic à destination d'Allschwil (trajets de Bâle à Allschwil) est marqué. A contrario, le trafic au départ d'Allschwil (trajets d'Allschwil à Bâle) a tendance à être plus élevé durant la pointe matinale. Le week-end, les trajets nocturnes à destination d'Allschwil sont également plus marqués. Il est possible que cela s'explique par l'offre de TP réduite durant la nuit dans la commune d'agglomération.

Répartition temporelle des trajets entre la ville et l'agglomération

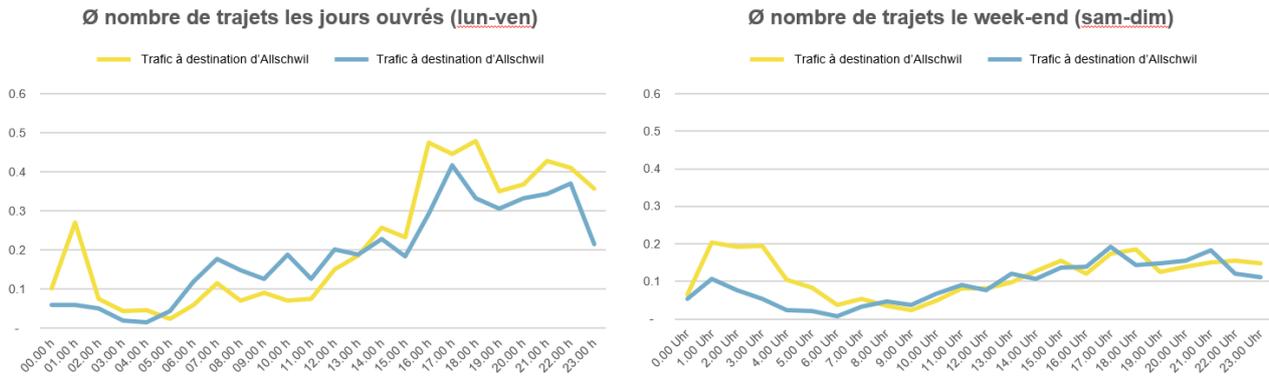


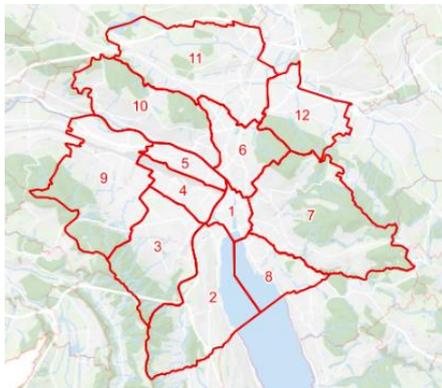
Illustration 3: Variation journalière du trafic origine et destination pour les trajets VOI entre Bâle et Allschwil (nombre de trajets moyen les jours ouvrés, lun-ven).

En ce qui concerne la répartition spatiale des trajets en véhicules partagés au sein d'une ville, les données de 2021 sur la ville de Zurich montrent les schémas suivants (ville de Zurich, 2022): Les trajets spatialement attribuables ont lieu pour 80 % (trottinettes électriques) ou 69 % (vélos électriques) à l'intérieur du centre-ville (arrondissements 1 à 8), pour 13 % (trottinettes électriques) ou 15 % (vélos électriques) en dehors du centre-ville et pour 7 % (trottinettes électriques) ou 16 % (vélos électriques) entre le centre-ville et d'autres territoires municipaux. On constate clairement que les

Répartition spatiale des trajets à l'intérieur de la ville

5 Les trajets en trottinettes électriques du fournisseur VOI entre Bâle et Allschwil ont été évalués. Les données évaluées concernent la période de mai 2022 à avril 2023. Au total, 200 695 trajets ont été effectués en e-trottinette durant la période considérée. Le nombre de trajets effectués depuis/vers Allschwil s'élève en moyenne à 15 trajets par jour.

vélos électriques sont utilisés nettement plus souvent pour des trajets (plus longs) entre le centre-ville et les autres quartiers de la ville.



Arrond.	Désignation	Part lieu de départ	Part lieu d'arrivée
1	Altstadt	19%	19%
2	Wollishofen/Leimbach/Enge	8%	8%
3	Wiedikon	9%	9%
4	Aussersihl	17%	16%
5	Industriequartier	11%	11%
6	Unterstrass/Oberstrass	5%	5%
7	Fluntern/Hottingen/Hirslanden/Witikon	3%	4%
8	Riesbach	5%	5%
9	Albisrieden/Altstetten	9%	10%
10	Höngg/Wipkingen	4%	4%
11	Affoltern/Oerlikon/Seebach	9%	9%
12	Schwamendingen	2%	2%
Total		100%	100%

Illustration 4 Vue d'ensemble de la répartition spatiale des trajets en trottinettes électriques partagées (ville de Zurich, 2022)

Si l'on considère les trajets de micromobilité en tant qu'étapes sur des trajets intermodaux, le tableau est différent car les distances parcourues augmentent (p. ex. si un trajet en train a lieu après l'utilisation d'une e-trottinette). Pour la ville de Zurich, on a étudié quelle liaison entre le domicile et le lieu de travail affichent les utilisatrices et utilisateurs des différentes offres de partage (Moser et al., 2021). On observe des différences entre les vélos électriques et les trottinettes électriques (cf. Illustration 5). Dans 55 % des cas, les vélos électriques sont utilisés par des personnes qui ont à la fois leur domicile et leur lieu de travail dans la ville de Zurich. En ce qui concerne les trottinettes électriques, cette part est nettement plus basse avec 38 %. Celles-ci sont en revanche plus souvent utilisées par des personnes (46 %) qui affichent des liaisons plus longues entre le domicile et le lieu de travail. 16 % (trottinettes électriques) resp. 15 % (vélos électriques) des utilisatrices et utilisateurs ont des liaisons domicile-lieu de travail entre la ville et les communes limitrophes. Ces proportions devraient surtout refléter la combinaison avec des étapes en TP.

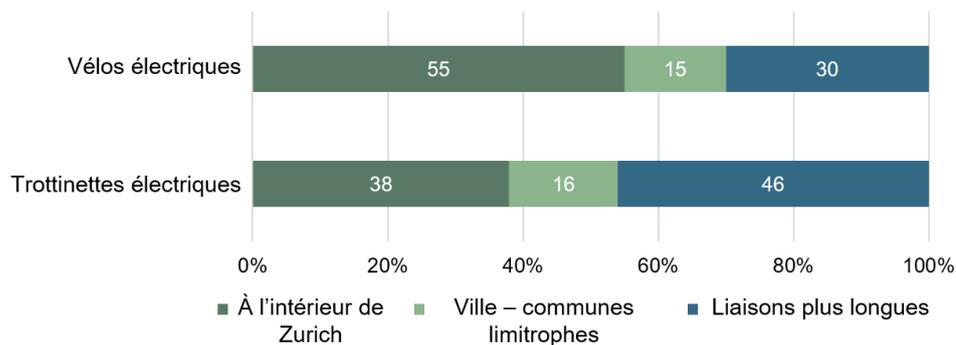


Illustration 5: Utilisatrices et utilisateurs d'offres de micromobilité partagée selon la liaison domicile - lieu de travail (Moser et al., 2021)

Il existe peu de données sur la répartition spatiale des trajets dans le cas d'offres de location intercommunales. D'après la densité d'utilisation, on peut supposer que le nombre de trajets au sein des villes est nettement plus élevé que le nombre de trajets au sein des communes d'agglomération ou entre la ville et l'agglomération. Une évaluation des trajets en trottinettes électriques⁶ entre Bâle et Allschwil montre que sur un total de 200 695 trajets effectués, 96 % ont eu lieu à l'intérieur de la ville de Bâle.

Répartition spatiale des trajets entre la ville et l'agglomération

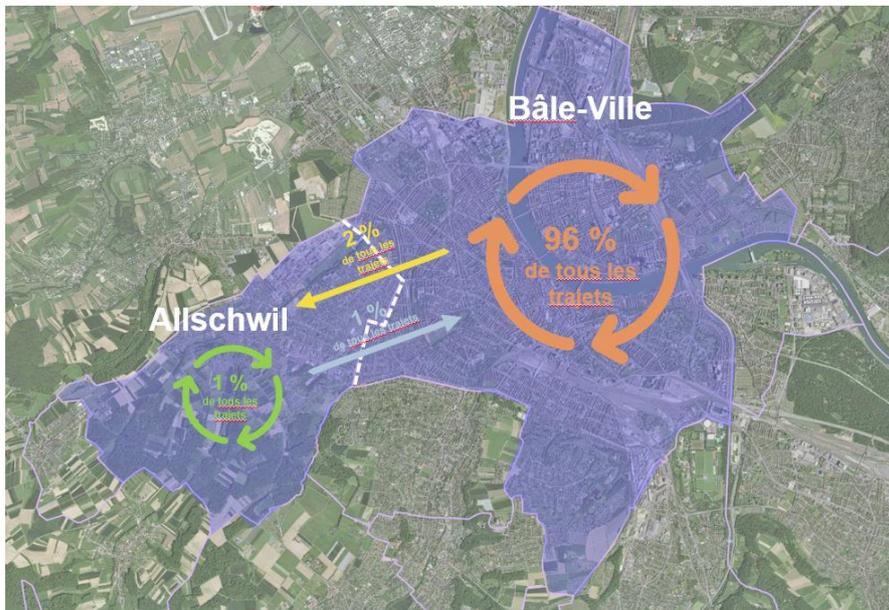


Illustration 6: Répartition spatiale des trajets en trottinettes électriques du fournisseur VOI entre Bâle et Allschwil.

Seulement 3 % des trajets ont été effectués entre Bâle et Allschwil. Seulement 1 % de tous les trajets ont eu lieu à l'intérieur d'Allschwil. Dans la ville de Bâle, 527 trajets ont été effectués en moyenne chaque jour avec des trottinettes électriques partagées, contre 7 par jour à Allschwil.

Une évaluation des trajets en vélos électriques et vélos partagés entre la ville de Zurich et les communes de la vallée du Glatt⁷ montre également que le nombre moyen de trajets journaliers à l'intérieur de la vallée de la Glatt et entre les communes de l'agglomération est faible (voir Illustration 7). En revanche, les relations origine-destination entre la ville de Zurich et les communes d'agglomération affichent un nombre de trajets nettement plus élevé. Par exemple, 28 trajets sont effectués en moyenne chaque jour avec un vélo du système de location entre la ville de Zurich et la commune de Wallisellen et seulement un demi-trajet entre Kloten et Wallisellen (cf. Illustration 7).

6 Les trajets en trottinettes électriques du fournisseur VOI entre Bâle et Allschwil ont été évalués. Les données évaluées concernent la période de mai 2022 à avril 2023. Au total, 200 695 trajets ont été effectués en e-trottinette durant la période considérée. Le nombre de trajets effectués depuis/vers Allschwil s'élève en moyenne à 15 trajets par jour.

7 Les trajets PubliBike au départ / à destination de la vallée de la Glatt durant la période de janvier 2022 à novembre 2022 ont été évalués. Au total, 35 661 trajets ont été effectués durant la période considérée. Dans la vallée de la Glatt, les communes de Kloten, d'Opfikon, de Wallisellen et de Dübendorf disposent d'une offre PubliBike. L'offre est basée sur des stations.

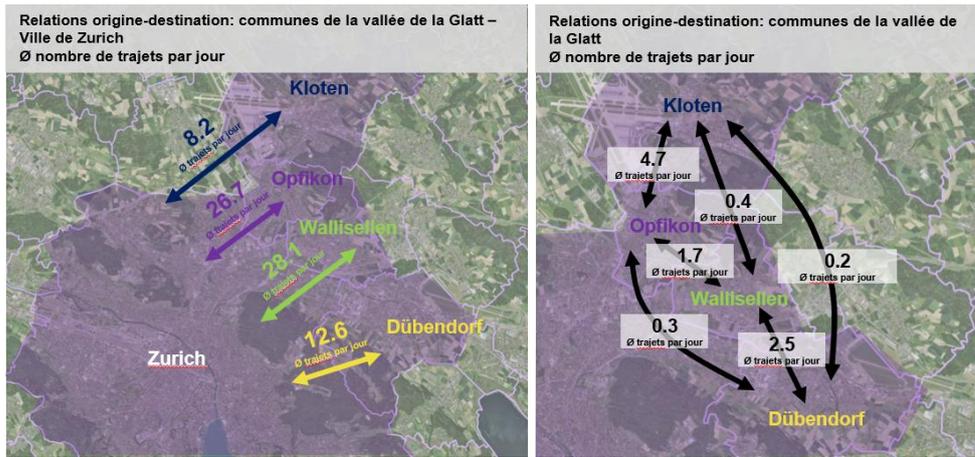


Illustration 7: Relations origine-destination pour les trajets PubliBike entre la ville de Zurich et les communes de la vallée du Glatt

3.3 Substitution des moyens de transport

En matière d'utilisation de nouvelles offres de mobilité, une question centrale est de savoir quels moyens de transport celles-ci remplacent. Dans le cas des vélos électriques privés, une méta-étude englobant différentes études internationales montre que les moyens de transport remplacés sont surtout les TP (33 %), le trafic cycliste conventionnel (27 %), le TIM (24 %) et le trafic piéton (10 %). On note toutefois de fortes disparités. En Chine, la part de substitution des TP est significativement plus élevée (Bigazzi und Wong, 2020). Pour les trottinettes électriques partagées, (Ramboll, 2020) montre la substitution dans différentes villes des États-Unis et de France (cf. illustration 8). Dans ces pays, ce sont principalement les trajets à pied qui sont remplacés, mais aussi les trajets en taxi (surtout aux États-Unis, où le système de TP n'est généralement pas comparable à l'Europe) et les trajets en TP (surtout en France). 4 à 7 % des trajets sont induits, c'est-à-dire qu'ils n'auraient pas eu lieu sans l'offre de micromobilité. C'est la ville britannique de Portsmouth qui par rapport aux autres présente un taux maximal de substitution au TIM de 34 % (The Economist, 2022).

Chiffres internationaux

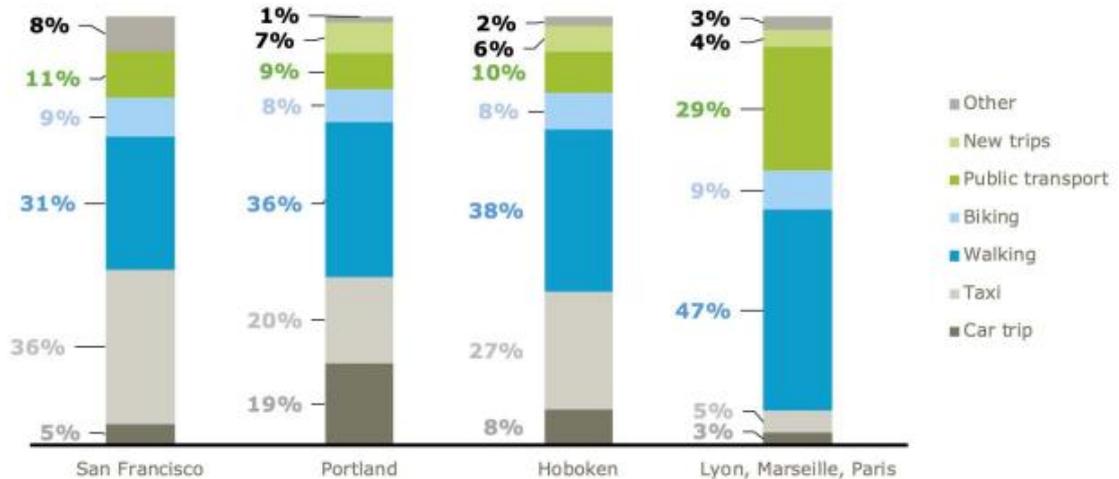


Illustration 8 Modification du choix du mode de transport suite à l'apparition des trottinettes électriques dans les villes nord-américaines et françaises (Ramboll, 2020)

Dans les villes allemandes, le taux de substitution du bouquet de transports écologiques (marche, vélo, TP) par des trottinettes électriques partagées est de 77 %, sachant que les utilisatrices et utilisateurs uniques et occasionnels remplacent surtout les trajets à pied et que les utilisatrices et utilisateurs réguliers remplacent les TP et le partage de vélos (Hobusch et al., 2021). L'utilisation de la voiture personnelle n'a été substituée que dans 1 % des cas. Pour 14 % des trajets, les personnes interrogées ont indiqué qu'il s'agissait d'un trajet induit, principalement les primo-utilisatrices et utilisateurs.

Pour la ville de Zurich, il existe un modèle décisionnel complet sur le choix du moyen de transport (Reck, 2021), qui a permis de déterminer la substitution en fonction du type de micromobilité (cf. Illustration 9). Il faut toutefois tenir compte de la période de l'enquête (juin / juillet 2020 pendant la pandémie de covid-19) et de la taille limitée de l'échantillon (345 trajets en e-trottinette). Les différences importantes résultent non seulement de la distinction entre trottinettes électriques et vélos électriques, mais aussi entre offre de partage et propriété privée. Les vélos électriques privés remplacent à raison de 32 % les trajets en voiture, alors que ce n'est que rarement le cas pour les vélos électriques partagés, qui remplacent surtout les trajets en TP, à vélo et à pied. Les trottinettes électriques et vélos électriques privés remplacent les trajets à pied, mais aussi, à raison de 21 % et 32 %, une part substantielle des trajets en voiture (cf. Illustration 9). Les trottinettes électriques partagées entraînent une forte substitution des trajets à pied (52 %) et, dans une bien moindre mesure, des trajets en voiture. Par ailleurs, on constate que la substitution dépend fortement de la distance. Pour les trajets courts, jusqu'à 1,5 km maximum, ce sont surtout les déplacements à pied qui sont substitués, pour les trajets plus longs, ce sont surtout les déplacements à vélo (pour les vélos électriques partagés) et les TP (pour les trottinettes électriques partagées). L'approche modélisée choisie ne permet pas de mettre en évidence les trajets induits.

Évaluations en Suisse

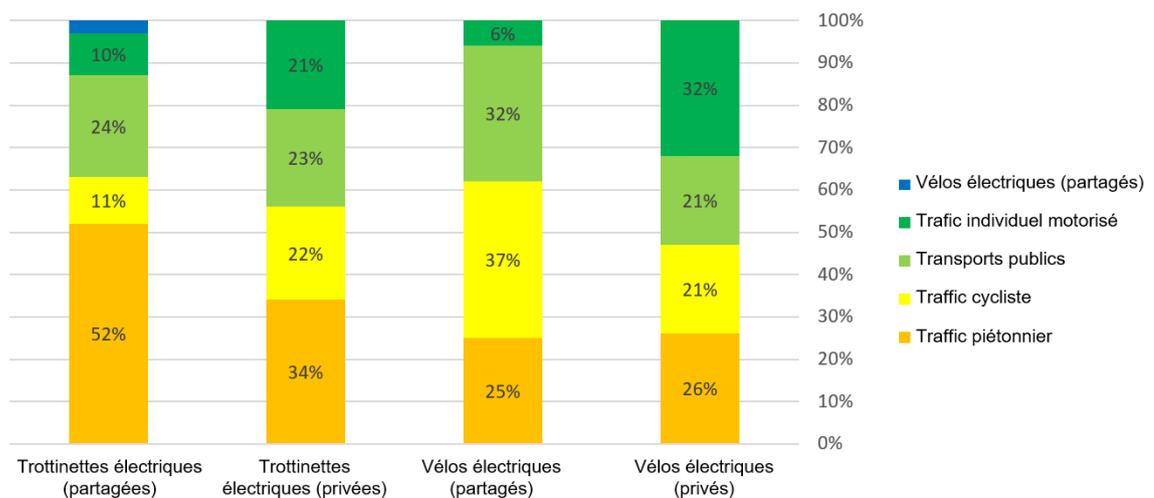


Illustration 9 Substitution des moyens de transport (sur la base du nombre de trajets) par la micromobilité à Zurich, source: (Reck, 2021)

3.4 Effets sur le trafic

L'état des connaissances sur les effets de la micromobilité sur l'ensemble du trafic est pour l'instant encore modeste. (Schmid et al., 2022) font état, pour l'ensemble du domaine de la mobilité partagée, d'un manque de bases solides concernant les effets des différents modèles commerciaux sur le trafic. Cette étude préconise que les lacunes soient comblées le plus rapidement possible par des projets pilotes et l'agenda de recherche de la Confédération. De même, il n'existe pratiquement pas de bases sur les véhicules de micromobilité privés. Par exemple, le microrecensement 2021 de la Confédération rassemble de nombreux moyens de locomotion sous le terme «appareils assimilés à des véhicules» et les classe dans le moyen de transport «autres» dans les évaluations ou les graphiques. De plus, alors qu'il existe en Suisse une statistique des ventes de vélos et d vélos électriques privés grâce à l'association professionnelle Velosuisse (il s'est vendu en 2021 quelque 494 000 vélos, dont environ 187 000 vélos électriques), il en manque une pour les trottinettes électriques privées, pour lesquelles il n'existe que des estimations. Pour le secteur du partage, l'association sectorielle CHACOMO fait état d'environ 8200 trottinettes électriques et de 10 700 vélos en Suisse.

Présence de lacunes dans les données

Pour mesurer les effets sur le trafic urbain, on considère comme base l'utilisation des offres de micromobilité telles que décrites dans les premières études sur la Suisse, principalement par (Reck, 2021) et (Moser et al., 2021). En résumé, on peut dire que les trottinettes électriques sont surtout utilisées pour des trajets courts (< 2,5 km), dans le centre-ville ou près des universités, aux heures creuses et la nuit, pour les trajets de loisirs, en plaine, par une météo sans précipitations et si les distances d'accès sont faibles. Les vélos électriques sont surtout utilisés pour des trajets relativement plus longs (1 à 5 km), dans le centre-ville ou entre le centre-ville et d'autres zones de la ville, aux heures de pointe, pour les trajets pendulaires, aussi bien en montée qu'en descente et par une météo sans précipitations. Les deux catégories de véhicules sont probablement combinées avec les TP dans 30 à 50 % des cas. La demande mesurée jusqu'à présent sur les relations entre la ville et l'agglomération est en net recul par rapport à la demande en relations entièrement situées en ville.

Tendances de l'utilisation

L'évaluation de la micromobilité par rapport aux stratégies urbaines de mobilité et de transport est du point de vue actuel ambivalente. Les effets sont avant tout déterminés par le comportement individuel des utilisatrices et utilisateurs. En particulier, les trottinettes électriques privées ou utilisées individuellement devraient plutôt attirer des utilisatrices et utilisateurs ayant une assez forte affinité pour la voiture (Moser et al., 2021). La micromobilité partagée a cependant peu de potentiel à court terme pour réduire le volume de transport global ou celui du TIM, car selon les études disponibles, les trafics substitués sont surtout les TP et les TPC, et la micromobilité partagée génère des trajets induits. Les villes ne souhaitent notamment pas que les courts trajets à pied soient remplacés par de la micromobilité (y compris du fait de l'impact sur la santé). À plus long terme, le potentiel de la micromobilité partagée pourrait être plus important, surtout si on assiste à une augmentation de la multimodalité ou si on voit se réaliser davantage de chaînes

Lien avec les stratégies urbaines de mobilité et de transport

de déplacement intermodales, par exemple par l'intégration des offres de micromobilité dans des applications de mobilité largement utilisées. La micromobilité partagée peut constituer un complément à l'offre de TP, précisément là où celle-ci présente des faiblesses (par ex. heures creuses, lacunes dans la desserte, trajets tangentiels, taux d'utilisation élevés). À long terme, les outils de mobilité devraient en outre évoluer, même si l'offre de micromobilité n'incitera probablement que peu de personnes à renoncer à posséder une voiture. (Moser et al., 2021) arrivent à la conclusion qu'aujourd'hui, en matière de micromobilité, les effets en termes de complémentarité et de substitution des TP s'équilibrent plus ou moins. Selon cette étude, cela se lit dans les réponses à l'enquête, où 20 à 30 % des personnes interrogées ont indiqué qu'elles ne souhaitaient pas renouveler leur abonnement de TP ou en acquérir un nouveau, suite à l'utilisation de la micromobilité partagée. En outre, il faut prendre en compte le fait que l'utilisation de la micromobilité partagée devrait également conduire à l'achat d'trottinettes électriques et d vélos électriques privés, qui présentent à leur tour une substitution plus avantageuse des moyens de transport (Reck, 2021).

(Mosca et al., 2022) évaluent les effets de la micromobilité sur le trafic dans la ville de Zurich pour l'année 2025 à l'aide de deux scénarios. Ceux-ci décrivent un univers de micromobilité orienté vers l'écologie (en complétant de manière optimale les TP) ou un univers de mobilité flexible et plus orienté vers la consommation (substitution de tous les moyens de transport, part plus élevée de trajets induits). Or, dans ces scénarios, seuls 1,5 % à 2,0 % de l'ensemble des déplacements de personnes, soit 0,5 % à 0,6 % du total des personnes-kilomètres, sont effectués en micromobilité (vélos électriques, trottinettes électriques, aussi bien partagés que privés). Il en ressort que dans les deux scénarios, l'importance de la micromobilité électrique reste modeste et qu'il ne faut pas s'attendre à une révolution des outils de mobilité. Pour les autres villes, il n'existe pas d'estimations étayées des effets sur le trafic.

Pour les offres de mobilité partagée, le potentiel de transfert pour les trajets impliquant plusieurs espaces (à l'interface entre ville et agglomération) semble modeste. C'est ce que suggère une évaluation des trajets à vélo ou à vélo électrique effectués actuellement entre la ville de Zurich et les communes de la vallée de la Glatt. En moyenne, seul 0,6 voyage est effectué par vélo ou vélo électrique chaque jour sur ces trajets (taille de la flotte dans la vallée de la Glatt: 180 vélos). Comme le montre le Tableau 4, les parts de la micromobilité dans le trafic total, calculées sur la base du modèle global des transports (GVM) Zurich d'après les données de 2018, sont donc très faibles. En supposant que les vélos partagés soient utilisés avec des taux de location maximaux (au niveau international, selon les déclarations des fournisseurs, on enregistre jusqu'à 20 trajets par vélo et par jour, alors que dans la ville de Zurich, le taux de location est à ce jour d'environ 2 trajets par vélo par jour), la flotte existante permettrait d'effectuer au maximum 3 % des trajets avec les vélos partagés.

Une part limitée de l'ensemble de la mobilité

Potentiels de transfert pour les trajets intercommunaux

Relations origine-destination	GVM ZH trajets origine-destination véh./jour [DWV, 2018]	Situation actuelle: Ø 0,6 trajet par vélo et par jour		Hypothèse: Ø 20 trajets par vélo et par jour	
		PubliBike Ø trajets origine-destination par jour	Parts des Trajets PubliBike dans GVM ZH	PubliBike Ø trajets origine-destination par jour	Parts des trajets PubliBike dans GVM ZH
Zurich ↔ Kloten	44 094	8,2	0,02 %	274	0,6 %
Zurich ↔ Wallisellen	32 166	28,1	0,09 %	934	2,9 %
Zurich ↔ Opfikon	31 664	26,7	0,08 %	886	2,8 %
Zurich ↔ Dübendorf	31 734	12,6	0,04 %	419	1,3 %

Tableau 4: Potentiels de transfert des trajets PubliBike sur le trafic origine-destination entre la ville de Zurich et les communes de la vallée de la Glatt

Par conséquent, même avec un taux de location maximal, les potentiels de transfert sont plutôt modestes. Une activation de potentiels partiels est cependant possible sur le principe. Une condition préalable à cela pourrait être d’avoir une infrastructure cyclable plus continue et plus sûre ainsi que des «pôles de mobilité» (voir paragraphe 3.5).

3.5 Pôles de mobilité

Les pôles de mobilité relient différentes offres de mobilité entre elles, permettant ainsi d’y effectuer des correspondances pratiques. En outre, les pôles de mobilité proposent généralement aussi des offres non liées aux transports. Dans le cadre des conceptions et projets pilotes en cours sur les pôles de mobilité, l’objectif est de répartir les sites de manière décentralisée dans la ville afin de favoriser les trajets intermodaux, en particulier là où les TP présentent des faiblesses (principalement la distribution fine). Les pôles de mobilité sont placés aux arrêts de TP et aux endroits particulièrement utilisés et se trouvent ainsi à proximité immédiate de bonnes offres pour les trajets d’arrivée et de suite du voyage. Il existe des projets pilotes dans certaines gares (p. ex. le projet pilote de la BLS dans les gares de Bern Bümpliz Nord et de Bern Weissenbühl) ainsi qu’aux arrêts des transports publics locaux ou près de complexes résidentiels denses (projet pilote «ZüriMobil» des VBZ doté de 14 stations à Zurich).

Ces projets pilotes en cours ont permis de faire de premières expériences avec les pôles de mobilité. Dans les lieux de correspondance, on fera bien d’assurer une manipulation simple et rapide ainsi qu’une utilisation sans obstacles. En outre, on améliorera la convivialité et la manipulation des installations par une délimitation claire des zones de stationnement, un espace suffisant et un design uniforme. La mise en œuvre des deux concepts du BLS et des VBZ suit un principe bottom-up dans lequel les offres sont d’abord testées avant d’être utilisées plus largement dans la planification et la mise en œuvre. Les projets pilotes de ce genre permettent de démontrer les avantages de la mobilité combinée, d’amorcer le débat politique et d’augmenter l’acceptation sociale.

Projets pilotes et planifications en cours

Connaissances actuelles

Effets sur le trafic

Il n'existe actuellement que peu de connaissances sur les effets des pôles de mobilité sur le trafic en Suisse. Les exemples de Zurich et de Berne considérés montrent toutefois que près de la moitié des offres de location proposées dans les stations sont utilisées en combinaison avec les TP. Dans le cadre du projet pilote de la BLS, une faible part de la clientèle a en outre indiqué qu'avant d'utiliser ces offres, elle se rendait à la gare en voiture. Les effets sur le trafic ne peuvent pas encore être mesurés dans toute leur ampleur, car dans les projets pilotes, il n'y a souvent qu'un petit nombre de véhicules dans les stations. Il n'est donc pour l'instant pas possible de constater une modification du nombre de voyageuses et voyageurs dans les TP, ni parmi les clientes et clients du BLS, ni chez celles et ceux des VBZ.

3.6 Mesures visant à influencer les modèles d'utilisation

Si l'on cherche par ces nouvelles offres à favoriser la réduction du TIM dans l'environnement urbain, on pourra, comme le montre le Tableau 5, adopter différentes approches de réglementation:

Approches relatives aux modèles d'utilisation et à la demande de transport

Mesure	Offres de partage	Véhicules privés
Adaptation de la mise à disposition de surfaces aux processus de correspondance et aux caractéristiques des interfaces de transports, par exemple réservation de surfaces facilement accessibles à la micromobilité dans des interfaces de quartier identifiées.	X	X
Prise en compte des offres de micromobilité dans les concepts de mobilité de l'administration, des entreprises et des sites pour réduire l'utilisation du TIM	X	X
Intégration des formes de mobilité dans les concepts globaux de transport urbain et les plans directeurs communaux	X	X
Promotion du développement des infrastructures cyclables afin de rendre leur utilisation aussi sûre et attractive que possible.	X	X
Restrictions spatiales des zones de desserte, limitation de la taille des flottes ou formulation de critères pour la mise à disposition de surfaces par les pouvoirs publics dans le but de combiner ou de substituer avantageusement les moyens de transport (p. ex. zones périphériques, zones présentant des lacunes en matière de TP; pose toutefois un conflit d'objectifs avec la maximisation de la demande recherchée par les fournisseurs).	X	
Promotion de projets pilotes avec des offres partielles dans des espaces sélectionnés, génération de connaissances supplémentaires	X	
Obligation d'intégrer les offres dans les systèmes et plateformes de réservation urbains intermodaux afin d'encourager la mobilité multimodale	X	

Tableau 5: Mesures destinées à influencer les modèles d'utilisation

4. Écobilan

Pour évaluer la durabilité de la micromobilité, il faut considérer chacune de ses trois dimensions (écologique, sociale et économique). Le paragraphe suivant se concentre sur la dimension écologique ou l'écobilan (émissions de gaz à effet de serre générées sans prise en compte des coûts) des offres de partage. En ce qui concerne l'écobilan, on distinguera les quatre phases suivantes: production et transport du lieu de production au lieu d'utilisation, mise à disposition de l'infrastructure de transport, exploitation du véhicule et fin de vie. L'exploitation se compose de l'utilisation du véhicule, des trajets opérationnels pour les modes partagés et de l'entretien du véhicule (Mosca et al., 2022).

Vue d'ensemble

Phase	Facteurs pertinents
Production des véhicules et transport à destination	<ul style="list-style-type: none"> — Matériau primaire et secondaire utilisé — Production d'énergie pour le processus — Besoins en énergie pour le transport (surtout Chine-Europe)
Mise à disposition de l'infrastructure de transport	<ul style="list-style-type: none"> — Matériau primaire et secondaire utilisé — Entretien des routes — Élimination de l'infrastructure
Exploitation du véhicule	<ul style="list-style-type: none"> — Mix électrique utilisé — Trajets opérationnels générés — Véhicules d'exploitation utilisés — Entretien des véhicules — Durée de vie
Fin de vie des véhicules	<ul style="list-style-type: none"> — Énergie pour l'élimination — Réutilisation de l'acier et de l'aluminium

Tableau 6 Aperçu des facteurs d'influence pertinents de l'écobilan pour toutes les «phases de vie»

On possède sur l'écobilan des vélos électriques des données bien étayées. Il existe à ce sujet différentes bases, p. ex. (Leuenberger und Frischknecht, 2010). Les trottinettes électriques en mode partagé étant un phénomène plutôt récent, il existe encore peu de travaux de recherche à ce sujet.

4.1 Analyse par phase

Alors que pour les vélos électriques, on utilise de nombreux modèles différents, les fournisseurs d'offres de partage se procurent les trottinettes électriques essentiellement auprès de deux fabricants, dont les installations de production sont situées en Chine. Une e-trottinette moyenne en mode partagé pèse 18 kg et est équipée d'un moteur de 330 W. La batterie a une capacité moyenne d'environ 560 Wh et une autonomie d'environ 42 km (Mosca et al., 2022). Les principaux matériaux des trottinettes électriques sont l'aluminium (46 %), une batterie lithium-ion (16 %), un moteur électrique (16 %) et des pièces en caoutchouc et en plastique (17 %). Les composants en aluminium sont responsables de 65 % des émissions de gaz à effet de

Phase de production

serre générées pendant la production et la batterie de 12 %. (Severengiz et al., 2020). Par conséquent, la limitation au maximum de la part d'aluminium dans la production est essentielle pour l'écobilan. Il est possible d'utiliser de l'aluminium recyclé ou d'autres matériaux, mais cela augmente généralement le poids du véhicule. Un autre point est une conception qui permette le remplacement des composants afin de pouvoir réaliser les réparations facilement. La batterie, notamment, devrait être facilement remplaçable, ce qui dans l'exploitation des flottes de véhicules permettrait en outre de réduire les trajets de transport liés à la recharge de la batterie.

Les deux paramètres les plus importants dans la phase d'exploitation des offres de partage sont la durée de vie des véhicules utilisés ainsi que la nature et la longueur des trajets opérationnels. L'une des premières études sur les trottinettes électriques en mode partagé a été réalisée à North Raleigh, aux États-Unis, en supposant que les véhicules d'exploitation étaient des fourgons diesel (Hollingsworth et al., 2019). La durée de vie moyenne des trottinettes électriques était dans ces calculs d'à peine 11 mois. Une étude de l'ITF datant de 2020 supposait déjà une durée de vie nettement plus longue, à savoir deux ans (Cazzola und Christ, 2020). Les deux études donnent également des indications différentes sur les distances parcourues par les véhicules d'exploitation. Dans une autre étude, réalisée à Bruxelles, il est indiqué que la longueur des distances parcourues par les véhicules d'exploitation dépend de la taille de la ville (Moreau et al., 2020). De plus, cette étude montre que la durée de vie des trottinettes électriques ne cesse d'augmenter. On sait encore peu de choses sur l'entretien des trottinettes électriques en mode partagé, c'est-à-dire combien d'trottinettes électriques sont effectivement réparées, ce qui est (ou n'est pas) réparé et combien de trajets opérationnels cela génère. (Severengiz et al., 2020).

Phase d'exploitation pour les trottinettes électriques partagées

Les fournisseurs d'trottinettes électriques partagées en Suisse indiquent atteindre une durée de vie allant jusqu'à 5 ans⁸. Pour ce faire, ils réalisent entre autres des réparations dans un atelier sur place disposant de son propre stock de pièces de rechange. Il faut toutefois atteindre une taille de flotte minimale pour que les coûts puissent être supportés par le marché. Les trottinettes électriques endommagées sont généralement démontées et les pièces réutilisées dans la mesure du possible. De plus, on met en place des zones (virtuelles) d'interdiction de stationnement à proximité des cours d'eau afin de prévenir le vandalisme. Selon les déclarations des fournisseurs, le vandalisme représente en Suisse un problème mineur en comparaison internationale. Les trajets opérationnels sont particulièrement nécessaires pour le «rebalancing», c'est-à-dire la répartition des véhicules dans l'espace. Pour ce faire, les fournisseurs d'trottinettes électriques partagées utilisent parfois de leur propre chef des véhicules électriques. D'autre part, le fournisseur a intérêt à regrouper efficacement les trajets, différentes mesures sont déjà mises en œuvre à cet effet (p. ex. création de zones). Les incitations financières pour que les utilisatrices et utilisateurs réalisent eux-mêmes le rebalancing, par exemple en passant d'une zone à faible demande à une zone à forte demande, n'ont qu'un potentiel limité et ne sont donc pas

8 Selon l'interview de TIER sur l'offre de partage dans la ville de Zurich (31.05.23).

de nature à remplacer une partie substantielle des trajets opérationnels. Des projets pilotes de remplacement des batteries par les utilisatrices et utilisateurs ont été réalisés par des fournisseurs d'trottinettes électriques, mais ils n'ont pour l'instant pas encore été mis en œuvre à grande échelle.

Pour les vélos partagés, la durée de vie et les trajets opérationnels sont eux aussi déterminants. Toutefois, on atteint dans ce domaine généralement des durées de vie plus longues que pour les trottinettes électriques. Le prestataire du système de partage de vélos de Lucerne table sur une durée de vie moyenne de 7 ans.⁹ Pour l'entretien et la réparation des vélos, on fait souvent appel à des partenaires sociaux des villes, ce qui est souvent exigé par les municipalités. En ce qui concerne les vélos utilisés, il faut tenir compte du fait que les systèmes de partage de vélos sont avant tout commandés par les villes et que les fournisseurs sont exposés à la concurrence. En conséquence, les véhicules utilisés doivent convaincre, surtout sur le plan des coûts. Sauf exigence contraire du cahier des charges, l'écobilan est plutôt relégué au second plan, même pour les trajets opérationnels, qui ne sont encore presque jamais effectués avec des véhicules électriques.

Phase opérationnelle du partage de vélos

Un élément pertinent d'une vision globale des émissions est en fin de compte la substitution des moyens de transport, autrement dit: quel moyen de transport les utilisatrices et utilisateurs auraient-ils choisi si l'offre de micromobilité n'avait pas été disponible? Selon les hypothèses et les sources, les émissions de gaz à effet de serre de la micromobilité électrique varient, mais elles devraient être nettement supérieures à celles du trafic piéton et du trafic cycliste classique (non électrique). (Cazzola und Christ, 2020) partent du principe que les trottinettes électriques et les vélos électriques privés ont des émissions de gaz à effet de serre plus faibles que les TP (en moyenne), tandis que les trottinettes électriques et vélos électriques partagés ont des émissions de gaz à effet de serre plus élevées. Un transfert des TP vers les trottinettes électriques et vélos électriques partagés aurait donc un effet négatif. Si la durée de vie des véhicules partagés était supérieure à deux ans et si les trajets des véhicules de l'entreprise étaient réduits, les TP présenteraient en revanche un bilan de gaz à effet de serre moins bon que les trottinettes électriques et vélos électriques partagés. C'est ce qui ressort de la comparaison des gaz à effet de serre de (Cazzola und Christ, 2020). C'est pour les voitures privées (TIM) que les émissions moyennes de gaz à effet de serre sont les plus élevées. Si l'on parvient à attirer des utilisatrices et utilisateurs du TIM, le bilan des gaz à effet de serre s'améliore. Par conséquent, la micromobilité pourrait jouer un rôle dans les trajets intermodaux (p. ex. en combinaison avec des pôles de mobilité) ou dans la Mobility as a Service afin d'offrir une alternative intéressante aux utilisatrices et utilisateurs du TIM.

Effets dus au changement du choix du mode de transport

(Moreau et al., 2020) exclut explicitement la phase de fin de vie de son écobilan, car on en sait trop peu sur la fin de vie des trottinettes électriques. (Severengiz et al., 2020) partent du principe que les appareils sont broyés et ajoutent à leur calcul l'énergie de ce processus. Selon les déclarations des fournisseurs de services de partage, ceux-ci ont parfois commencé à

Fin de vie

9 Selon l'interview de Nextbike sur l'offre de partage dans la ville de Lucerne (31.05.23).

vendre leurs «vieilles» trottinettes électriques et leurs vélos à des particuliers afin de prolonger leur durée de vie ou d'améliorer encore leur bilan écologique («seconde vie»). Cela génère toutefois une charge administrative. De plus, il faut assurer l'élimination correcte après la phase d'utilisation ou la deuxième vie. En général, le moment de la «mise au rebut» ou la durée de vie des véhicules utilisés en mode partagé pourraient être contrôlés par le biais d'un monitoring, ce qui n'a guère été fait jusqu'à présent dans les villes suisses.

En résumé, la phase de production des véhicules représente la part la plus importante en termes d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre. L'empreinte carbone ou les émissions par kilomètre sont ensuite déterminées par la durée de vie et le kilométrage de l'appareil. Le nombre et la longueur des trajets opérationnels ainsi que les véhicules d'exploitation utilisés sont également importants pour l'écobilan. Selon la littérature, le transport du lieu de fabrication au lieu d'utilisation et l'infrastructure sont négligeables, car les émissions sont peu nombreuses par rapport aux autres phases du cycle de vie.

Conclusion sur l'ensemble des phases

4.2 Mesures de nature à améliorer l'écobilan

Si elles veulent davantage prendre en compte la durabilité environnementale, les villes seront bien avisées d'adopter des approches en matière de réglementation de la micromobilité électrique, comme cela est expliqué dans le Tableau 7 (Mosca et al., 2022).

Mesures de nature à améliorer l'écobilan

Mesure	Offres de partage	Véhicules privés
Objectifs de durée de vie des véhicules et de réutilisation des matériaux à la fin de vie des véhicules, prise en compte des utilisations de seconde vie	x	
Suivi de la durée de vie des véhicules et des trajets opérationnels	x	
Objectifs pour les nouveaux véhicules quant à l'utilisation d'aluminium et à une conception du produit permettant un remplacement facile des pièces	x	
Obligation pour les fournisseurs de recourir à des ateliers locaux pour la réparation et la maintenance des véhicules utilisés	x	
Obligation pour les fournisseurs d'avoir des véhicules d'entreprise à faibles émissions (p. ex. vélos cargos électriques)	x	
Création d'incitations à la réduction des trajets opérationnels, par exemple par le biais d'un système de bonus pour certaines zones de stationnement	x	

Tableau 7: Mesures de nature à améliorer l'écobilan

5. Sécurité routière

Le chapitre suivant décrit avant tout les trottinettes électriques et les vélos électriques, mais se réfère parfois aussi aux vélos. Il aborde uniquement la sécurité routière, la sécurité des produits étant négligée dans la présente étude.

5.1 Potentiel de conflit

Lors des trajets en trottinettes électriques, il se produit des conflits dans l'espace routier. Une enquête réalisée en Allemagne analyse les conflits vécus par les utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques ainsi que par les piéton·ne·s et les cyclistes (difu, 2022). Les utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques font surtout état de conflits avec d'autres personnes qui les amènent à faire des manœuvres d'évitement et à ralentir (cf. Illustration 10). Les accidents proprement dits se produisent plus souvent seul (chute) qu'en impliquant d'autres personnes (collision). Un tiers des utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques déclarent n'avoir vécu aucun conflit jusqu'à présent.

Conflits des utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques

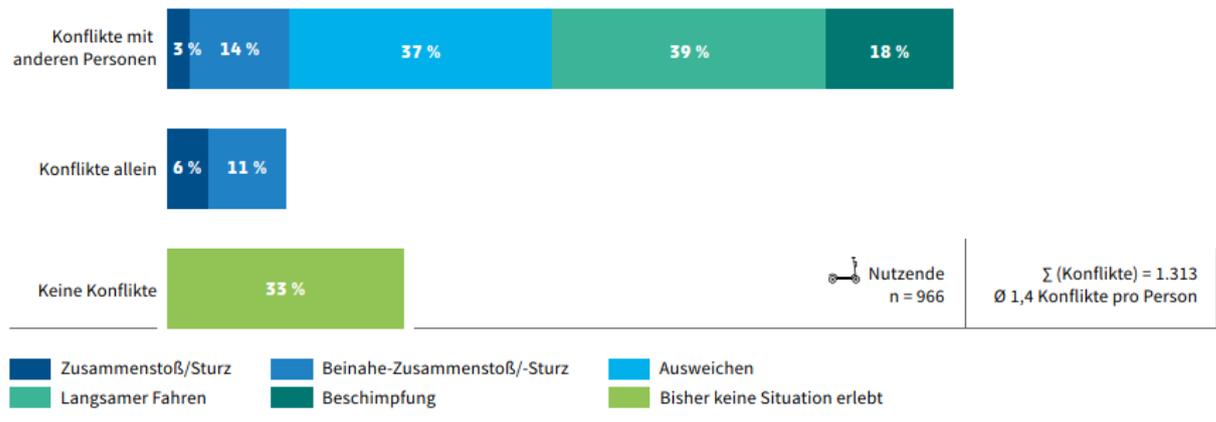


Illustration 10 Expérience de conflit des utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques (difu, 2022), réponses multiples possibles

Les piéton·ne·s font surtout état de conflits avec des trottinettes électriques garées ou avec des trottinettes électriques en mouvement (cf. Illustration 11). De nombreux piéton·ne·s indiquent qu'ils doivent éviter les trottinettes électriques garées ou en mouvement et qu'ils en ressentent de l'agacement. 17 % de l'ensemble des piéton·ne·s interrogés indiquent avoir été victimes d'une collision / chute avec des trottinettes électriques garées, 18 % n'ayant pas vécu de conflit. Les cyclistes font état de nettement moins de conflits que les piéton·ne·s. 40 % des cyclistes interrogés n'ont pas vécu de conflit avec des trottinettes électriques. Les personnes interrogées mentionnent surtout des conflits en rapport avec des trottinettes électriques en mouvement, les conséquences les plus fréquentes étant la manœuvre d'évitement, le ralentissement et l'agacement. Parmi tous les groupes interrogés, en cas de conflit avec d'autres personnes, la cause du conflit est avant tout attribuée à ces dernières (difu, 2022). En outre, on peut supposer que sur les surfaces partagées, les personnes qui ressentent une insécurité sont

Conflits dans le trafic piéton et cycliste

surtout celles n'utilisent pas elles-mêmes une e-trottinette (Steinemann et al., 2023).

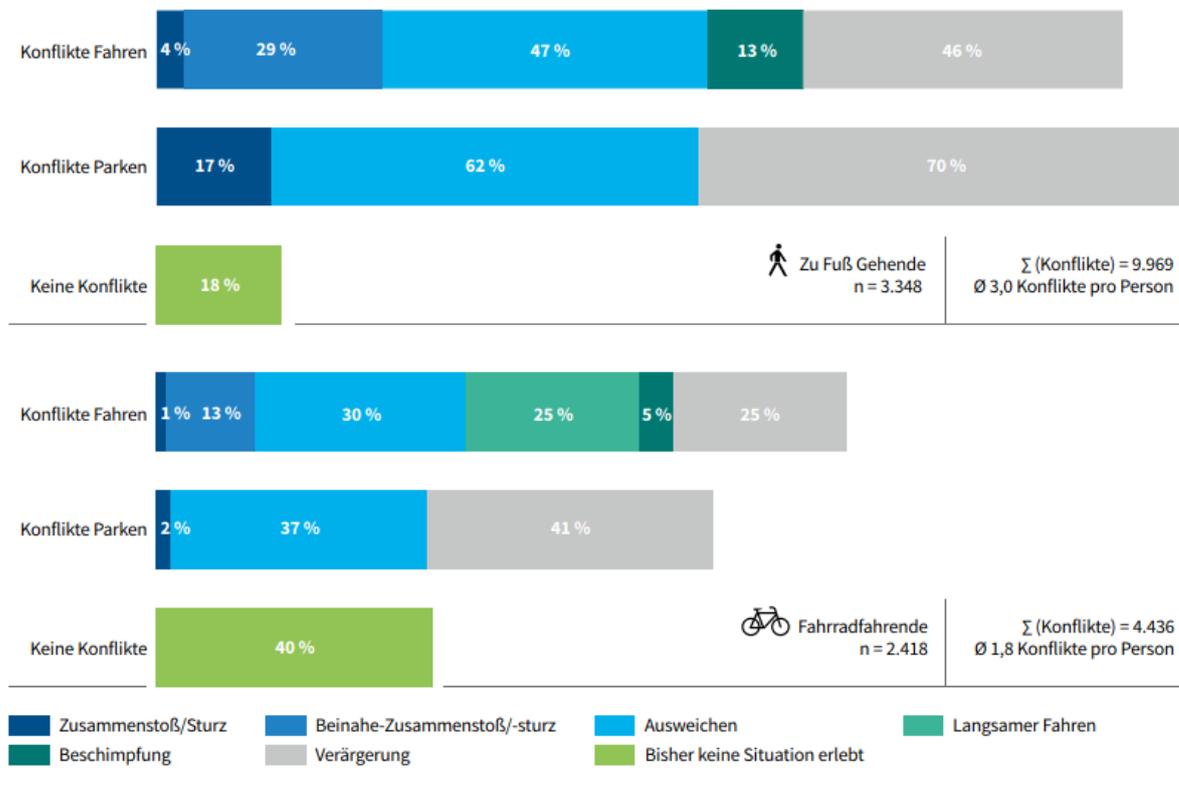


Illustration 11 Expérience de conflits entre piéton·ne·s et cyclistes (difu, 2022), réponses multiples possibles

Il ressort des observations que pour les trottinettes électriques, les manœuvres particulièrement critiques sont les virages. D'une part, bifurquer suppose souvent de traverser d'autres voies de circulation, ce qui exige de regarder vers l'arrière et d'adopter un comportement coopératif. D'autre part, un signe de la main implique des exigences accrues en termes d'équilibre. Un «signe du pied» serait dans ce contexte utile, mais il n'est pas encore établi. De manière générale, pour de nombreux usagers et usagères de la route, le comportement des utilisatrices et utilisateurs de la micromobilité n'est pas encore compréhensible intuitivement. Par rapport aux autres moyens de transport, la position verticale du corps des utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques est également inhabituelle.

Situations critiques

Les inégalités du sol et les ralentisseurs constituent un autre défi pour les utilisatrices et utilisateurs, car les trottinettes électriques ont souvent de petites roues. Sachant que les trajets effectués par les véhicules de micromobilité sont généralement courts (cf. section 3.2), un facteur très important est en outre le caractère direct du plan de circulation. Les itinéraires impliquant des détours et des besoins de temps supplémentaire sont souvent ignorés. On constate donc dans la micromobilité quelques infractions en relation avec l'utilisation des infrastructures piétonnes (p. ex. passages pour piéton·ne·s) et les feux rouges ainsi que le non-respect de la priorité des piéton·ne·s. Par

ailleurs, on peut supposer que comme mesure de protection, les utilisatrices et utilisateurs évitent surtout les endroits subjectivement dangereux. Aujourd'hui, le port du casque est rare, avec une part probablement plus élevée parmi les utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques privées que pour les véhicules partagés (Steinemann et al., 2023).

5.2 Nombre d'accidents

Les accidents enregistrés en Suisse au cours des deux dernières années sont répertoriés par la statistique des accidents de la route de l'OFROU comme indiqué dans le tableau 3. En raison du faible nombre absolu d'accidents, il n'est guère possible de tirer des conclusions générales sur les causalités. La SUVA suppose qu'il existe un grand nombre de cas non recensés et estime à environ 2400 les accidents d'trottinettes électriques survenus en 2021.

Accidents enregistrés

Véhicule	Accidents avec des blessés graves		Accidents avec des personnes tuées	
	2021	2022	2021	2022
<i>Année de référence</i>				
Vélos	819	769	22	19
Vélos électriques	531	560	17	23
EaV	62	52	0	4
Trottinettes électriques	89	114	0	3

Tableau 8 Accidents enregistrés par la police en Suisse (ASTRA, 2023)

Selon une étude de la ville de Zurich, les accidents d'usagères et usagers de la route avec des véhicules de micromobilité se sont élevés à 47 (en 2019) et 74 (en 2020). La majorité d'entre eux étaient des chutes, une minorité des collisions. Selon les procès-verbaux des accidents enregistrés avec des trottinettes électriques, 31 % sont des véhicules privés, 63 % des véhicules partagés et pour 6 %, le mode d'utilisation est inconnu (Brucks, 2021).

Si l'on examine en détail les accidents enregistrés par la police en Suisse entre 2019 et 2021, on constate que les personnes victimes d'un accident de trottinette électrique sont surtout des hommes et des personnes âgées de 25 à 44 ans (cf. Illustration 12). Pour les vélos électriques, les personnes impliquées dans les accidents sont surtout des plus de 45 ans. De plus, là aussi, la majorité sont des hommes (bfu, 2023).

Personnes accidentées

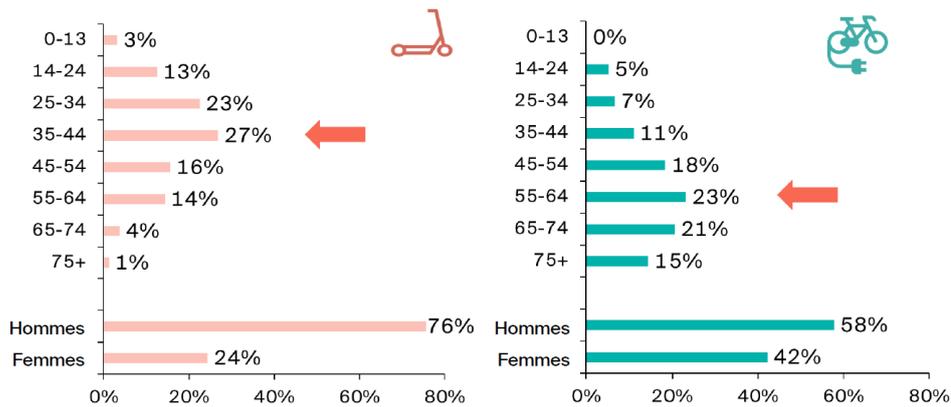


Illustration 12 Répartition des accidents enregistrés impliquant des trottinettes électriques et des vélos électriques selon l'âge de la conductrice ou du conducteur, période 2019-2021 (bfu, 2023)

Pour ce qui est des types d'accidents, on constate également des disparités entre les différents véhicules (cf. Illustration 13). Alors que les collisions avec d'autres usagers ou usagers de la route sont fréquentes pour les vélos et les vélos électriques, les trottinettes électriques sont surtout impliquées dans des accidents seuls (bfu, 2023). Lorsque des collisions se produisent avec des trottinettes électriques, c'est surtout avec des voitures de tourisme et avec blessure des utilisatrices et utilisateurs des trottinettes électriques. La police n'a pratiquement pas enregistré de collisions avec des piéton·ne·s.

Types d'accidents

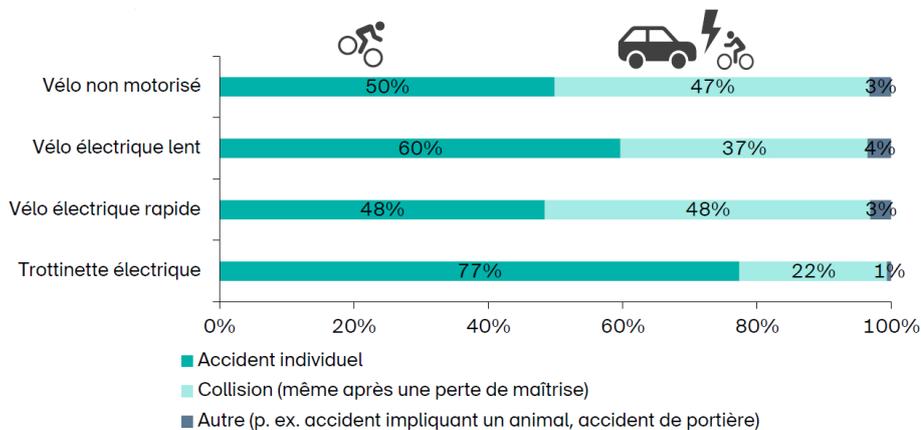


Illustration 13 Types d'accidents survenant selon le véhicule, période 2019-2021 (bfu, 2023)

Les causes principales des accidents enregistrées par la police en Suisse diffèrent selon qu'il s'agit de vélos électriques ou de trottinettes électriques. Alors que la distraction et une vitesse inadaptée présentent une part similaire pour les deux véhicules, il y a une grande différence en ce qui concerne l'influence de l'alcool. Dans plus de 40 % des accidents impliquant des trottinettes électriques, l'alcool était la cause principale. Ce chiffre reflète les heures où étaient utilisées les trottinettes électriques. Environ la moitié des accidents impliquant des trottinettes électriques sont survenus la nuit.

Causes principales enregistrées

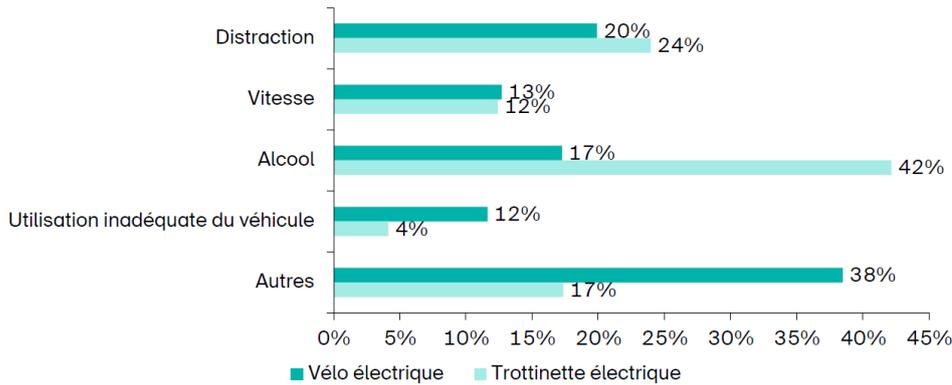


Illustration 94 Causes principales des accidents d vélos électriques et d trottinettes électriques enregistrés par la police, période 2019-2021 (bfu, 2023)

5.3 Infrastructure de transport

Une analyse du Portland Bureau of Transportation (PBOT, 2020) montre que l'aménagement de l'infrastructure routière a une influence essentielle sur le nombre de violations des règles (cf. illustration 15). S'il existe une bande cyclable protégée, 8 % de l'ensemble des utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques utilisent le trottoir. En l'absence de bande cyclable, ils sont 39 % à le faire. Dans le cas des routes cyclables (appelées «Neighbourhood Greenways» [voies vertes de quartier] à Portland), il n'a été constaté aucune infraction aux règles sur le trottoir. Certes, l'analyse de 128 observations n'est pas représentative, mais elle montre néanmoins de manière exemplaire un lien entre l'infrastructure de transport et le comportement des usagers et usagers important pour la planification communale des transports.

Lien avec l'infrastructure de transport

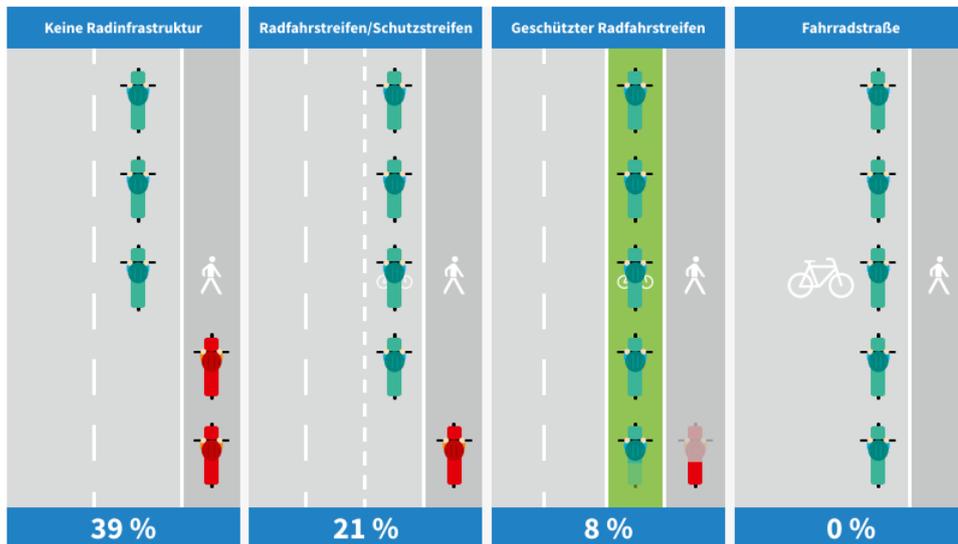


Illustration 15 Pourcentage de conductrices et conducteurs d trottinettes électriques circulant illégalement sur les trottoirs, enquête de Portland, Oregon (difu, 2022)

Une enquête menée auprès de 698 utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques en Suisse confirme que ceux ceux-ci utilisent fréquemment les trottoirs. Seuls environ 10 % (trottinettes électriques partagées) ou 15 % (trottinettes électriques privées) des conductrices et conducteurs ont indiqué

Utilisation du trottoir

ne jamais utiliser un chemin piétonnier ou un trottoir. Environ 25 % (trottinettes électriques partagées) et 35 % (trottinettes électriques privées) utilisent aussi souvent que possible les chemins piétonniers ou les trottoirs (Steinemann et al., 2023).

Différentes études et enquêtes ont pour objet l'aménagement sûr et attrayant de l'infrastructure de transport pour les trottinettes électriques, vélos et vélos électriques. On peut identifier différentes approches, qui s'appliquent sur le principe à tous les véhicules mentionnés:

Conception de l'infrastructure de transport

- Création de bandes et routes cyclables sur le réseau routier
- Séparation des flux de trafic pour éviter les conflits (infrastructures séparées), en particulier là où il y a beaucoup d'accidents avec des cyclistes (p. ex. dans les ronds-points)
- Réduction de la vitesse maximale autorisée dans les zones de conflit entre trafic cycliste et trafic individuel motorisé (TIM)
- Promotion de l'interaction et de la communication dans les zones de conflit (conditions: bonne visibilité, vitesses basses)
- Création d'aires de stationnement pour les cyclistes aux endroits où il est utile ou nécessaire d'attendre («sas pour cyclistes», virage indirect à gauche)

Lors de la planification de l'infrastructure, il faut tenir compte du fait que les cyclistes sont très hétérogènes, ce qui est renforcé par les nouvelles formes de mobilité et de propulsion. On a des exigences différentes entre les cyclistes lents et peu sûrs d'eux et les cyclistes expérimentés, rapides et souvent moins sensibles aux risques. Dans d'autres pays, ce conflit est parfois traité de manière à ce que l'utilisation de l'infrastructure cyclable ne soit pas obligatoire, ce qui permettrait aux cyclistes peu sensibles aux risques de rouler sur l'espace du TIM, dans l'esprit du «vehicular cycling» (Livingston, 2023). Selon ce concept, les cyclistes doivent se conformer à la fois aux mêmes droits (pas d'obligation de rouler à droite) et aux mêmes obligations (respect des stops, des feux rouges, des marquages pour véhicules bifurquant, etc.) que le trafic automobile.

Cyclistes hétérogènes

5.4 Mesures d'amélioration de la sécurité routière

Pour améliorer la sécurité routière des trottinettes électriques et des vélos électriques, il est possible de prendre différentes mesures, telles que listées dans le Tableau 9:

Domaine	Mesure
Infrastructure et fonctionnement	L'infrastructure devrait être conçue de manière à ce que les véhicules puissent être utilisés en toute sécurité (bfu, 2023). Avec l'émergence de la micromobilité, on voit augmenter encore la pression pour la réalisation d'infrastructures cyclables. Outre l'infrastructure bâtie, le régime de vitesse est également pertinent pour la sécurité routière. Ainsi, l'instauration d'une vitesse de 30 km/h est également recommandée pour répondre aux nouvelles formes de mobilité (difu, 2022). Il convient en outre de veiller à une signalisation adéquate. Pour les offres de partage, il est en outre possible de mettre en place des zones virtuelles à vitesse réduite ou interdites à la circulation, où, en limitant l'utilisation en conséquence, on pourra éviter les principaux conflits (p. ex. dans les zones piétonnes). Pour éviter les conflits avec les piétons, on pourra délimiter et séparer des zones de stationnement pour les offres de partage.
Contrôles de police	Le comportement des usagères et usagers doit être régulièrement contrôlé par la police (bfu, 2023). Il faut aussi veiller à ce que les appareils utilisés soient effectivement autorisés à circuler sur la route. Notamment pour ce qui est des trottinettes électriques privées, il est probable que de nombreux véhicules circulent sur les routes sans répondre aux exigences techniques de la Confédération (cf. section 2.1).
Règlementation	Les exigences techniques relatives aux véhicules utilisés doivent être régulièrement vérifiées et adaptées aux développements actuels. En ce qui concerne les fournisseurs d'offres de partage, il faut veiller à ce qu'elles utilisent exclusivement des véhicules autorisés à la circulation routière, ce qui devrait être largement le cas aujourd'hui. En outre, il faut veiller à continuer à appliquer un âge minimum pour l'utilisation des véhicules.
Prévention et sensibilisation	Les utilisatrices et utilisateurs d'trottinettes électriques et d vélos électriques, mais aussi les conductrices et conducteurs de véhicules à moteur et les piétons, doivent être sensibilisés aux règles et aux risques pertinents. Dans ce contexte, on aurait tout intérêt à se focaliser sur les primo-utilisatrices et primo-utilisateurs ainsi que sur les utilisatrices et utilisateurs occasionnels. En outre, les règles de la circulation relatives aux trottinettes électriques doivent être intégrées dans les formations au permis de conduire cat. M. Pour les véhicules partagés, il est possible d'apposer les consignes de sécurité sur les véhicules (p. ex. TIER à Zurich) ou de les intégrer dans les plateformes numériques de location. Il est également possible d'intégrer dans les applications des fournisseurs un test sommaire d'aptitude à la conduite (p. ex. exercices de coordination tels que ceux parfois utilisés par Voi).

Tableau 9: Mesures d'amélioration de la sécurité routière

6. Synthèse

6.1 Possibilités de réglementation

Outre la réglementation des offres en tant que telles (selon le chapitre 2.2), les villes disposent de plusieurs autres possibilités d'influencer la micromobilité. Les principales approches dans les thèmes traités dans ce rapport, à savoir les modèles d'utilisation, l'écobilan et la sécurité routière, sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Domaine	Approche	E-trottinette		E-bike / vélo	
		partagée	privée	partagé	privé
Modèle d'utilisation, écobilan	Adaptation de la mise à disposition de surfaces aux processus de correspondance et aux caractéristiques des interfaces de transports (p. ex. réservation de surfaces facilement accessibles à la micromobilité dans des interfaces de quartier identifiées).	x	x	x	x
Modèle d'utilisation, écobilan	Prise en compte des offres de micromobilité dans les concepts de mobilité de l'administration, des entreprises et des sites pour réduire l'utilisation du TIM	x	x	x	x
Modèle d'utilisation	Intégration des formes de mobilité dans les concepts globaux de transport urbain et les plans directeurs communaux	x	x	x	x
Modèle d'utilisation, sécurité routière	Promotion du développement des infrastructures cyclables afin de rendre leur utilisation aussi sûre et attractive que possible.	x	x	x	x
Modèle d'utilisation, écobilan	Restrictions spatiales des zones de desserte, limitation de la taille des flottes ou formulation de critères pour la mise à disposition de surfaces par les pouvoirs publics dans le but de combiner ou de substituer avantageusement les moyens de transport (p. ex. zones périphériques, zones présentant des lacunes en matière de TP; pose toutefois un conflit d'objectifs avec la maximisation de la demande recherchée par les fournisseurs).	x		x	
Modèle d'utilisation	Promotion de projets pilotes avec des offres partielles dans des espaces sélectionnés, génération de connaissances supplémentaires	x		x	
Modèle d'utilisation, écobilan	Obligation d'intégrer les offres dans des plateformes ou systèmes de réservation urbains intermodaux afin de promouvoir la mobilité multimodale	x		x	
Écobilan	Objectifs de durée de vie des véhicules et de réutilisation des matériaux en fin de vie des véhicules, prise en compte des utilisations de seconde vie	x		x	
Écobilan	Suivi de la durée de vie des véhicules et des trajets opérationnels	x		x	
Écobilan	Objectifs pour les nouveaux véhicules quant à l'utilisation d'aluminium et à une conception du produit permettant un remplacement facile des pièces	x		x	

Écobilan	Obligation pour les fournisseurs de recourir à des ateliers locaux pour la réparation et la maintenance des véhicules utilisés	x		x	
Écobilan	Obligation pour les fournisseurs d'avoir des véhicules d'entreprise à faibles émissions (p. ex. vélos cargos électriques)	x		x	
Écobilan	Création d'incitations à la réduction des trajets opérationnels, par exemple par le biais d'un système de bonus pour certaines zones de stationnement	x		x	
Sécurité routière	Campagnes de sensibilisation aux règles de la circulation en vigueur	x	x	x	x
Sécurité routière	Réalisation de contrôles de police, notamment pour l'immatriculation des véhicules utilisés et le contrôle de l'aptitude à la conduite	x	x	x	x
Sécurité routière	Obligation pour les fournisseurs de mettre à disposition des informations (par ex. via l'appli du fournisseur) et d'offrir une formation aux utilisatrices et utilisateurs	x		x	
Sécurité routière	Incitation à l'intégration de la micromobilité dans les cours d'éducation routière ou dans la formation au permis de conduire cat. M (Confédération / cantons)	x	x	x	x
Sécurité routière	Preuve de la sécurité d'exploitation, obligations relatives au SAV et à la maintenance pour les fournisseurs	x		x	
Sécurité routière	Définition de zones d'interdiction de stationnement et d'interdiction de circuler dans les domaines à fort potentiel de conflit (p. ex. forte fréquentation piétonne)	x		x	
Sécurité routière	Calendrier à respecter pour l'élimination des situations de stationnement irrégulier et l'examen des réclamations	x		x	

Tableau 10: Aperçu des approches réglementaires et rattachement à la forme de mobilité

6.2 Recommandations

Les premières offres de partage de vélos ont été testées en Suisse il y a plus de dix ans et ont sans cesse été développées depuis. Alors qu'une large consolidation a eu lieu parmi les fournisseurs de vélos partagés, une première consolidation se dessine également parmi les fournisseurs d'trottinettes électriques partagées. Les expériences faites avec les offres existantes et les premiers enseignements tirés de différents projets pilotes permettent de formuler différentes recommandations à l'attention des villes.

Évolution actuelle

1. Réglementer les offres de partage

Le partage de vélos, d vélos électriques et d'trottinettes électriques présente des chances et des risques. Pour exploiter les chances et réduire les risques, il est nécessaire d'avoir une réglementation ciblée qui définisse le nombre et les caractéristiques des véhicules utilisés, leur maintenance et leur réparation, les zones appropriées dans l'espace urbain, le comportement de stationnement dans l'espace public, les trajets opérationnels nécessaires ainsi que la saisie, le traitement et la transmission des données (d'utilisation). Différentes approches réglementaires sont possibles, dont le choix dépend notamment de la politique de chaque ville. Même les villes qui n'autorisent pas les offres de partage de certaines formes de mobilité (p. ex.

Recommandation: six points

les trottinettes électriques) doivent se pencher sur certaines de ces questions, car l'utilisation privée de ces véhicules doit également se faire dans un cadre réglementé.

2. Aligner les actions sur les stratégies en matière de climat et de mobilité

Les stratégies municipales en matière d'énergie, de climat et de mobilité contiennent entre autres des objectifs à atteindre pour une mobilité plus durable. Elles visent un transfert du TIM vers les TP et le trafic piéton et cycliste¹⁰. Les offres de partage de vélos, de vélos électriques et de trottinettes électriques peuvent et doivent apporter une contribution importante à la transition des transports et être utilisées comme une mesure pour atteindre les objectifs (substitution du TIM sur les trajets intermodaux). Les risques liés à l'écobilan des offres de partage peuvent être considérablement réduits par une réglementation judicieuse.

3. Utiliser les enseignements tirés des projets pilotes et des bonnes pratiques

Les projets pilotes permettent d'acquérir des connaissances importantes sur le marché en utilisant des ressources limitées. Un moyen de maximiser les avantages aussi bien pour les villes que pour les demandeuses et demandeurs d'offres de mobilité consiste à échanger systématiquement les connaissances entre les villes et les analyser afin de définir des mesures de (poursuite du) développement ciblées. Il faut garantir les échanges entre les villes ou les porteurs de projets.

4. Pôles de mobilité: compléter les offres de TP au lieu de les concurrencer

Pour ne pas risquer de concurrencer les TP routiers par les offres de partage de vélos, d vélos électriques et d trottinettes électriques, il faut créer des offres attrayantes pour les chaînes d'itinéraires intermodaux au moyen de ce que l'on appelle des pôles de mobilité aux arrêts de transports publics. Dans ce contexte, l'utilisation des offres se trouve favorisée par une grande visibilité physique et numérique ainsi que par un regroupement des offres associé à un effet de reconnaissance élevé. L'intégration des offres de partage dans des plateformes de réservation de TP ou des projets de MaaS peut également contribuer à renforcer l'intermodalité en tant qu'alternative au TIM. En outre, la micromobilité offre également la possibilité de soulager les TP dans une moindre mesure, par exemple aux heures de pointe.

5. Promouvoir la coopération régionale

Les projets pilotes régionaux déjà mis en œuvre entre la ville et l'agglomération ne mettent pour l'instant en évidence qu'une demande modeste de transport pour les offres de partage. Il ne faut pas se laisser décourager par cela. Les effets mesurés peuvent s'expliquer par la taille limitée des flottes et par un changement de comportement encore très lent des utilisatrices et utilisateurs potentiels. Étant donné qu'une partie significative du trafic intra-urbain est générée dans les quartiers et l'agglomération, il est recommandé

10 Cf. p. ex. la [Stratégie énergétique et climatique 2025 de la ville de Berne](#)

de mettre en place une coopération régionale intercommunale. Le transport avec tous ses défis ne tient pas compte des frontières politiques.

6. S'adresser directement aux utilisatrices et utilisateurs potentiels

L'analyse des flux de trafic ainsi que l'évaluation de l'utilisation de l'offre fournissent des informations sur les utilisatrices et utilisateurs potentiels et leur potentiel d'utilisation ou leur comportement en ce qui concerne les offres de vélos, d vélos électriques et d'trottinettes électriques. Les différents groupes cibles doivent être abordés de manière spécifique par le biais de canaux de communication judicieux et de mesures appropriées, afin que le changement de comportement visé se produise. Dans ce contexte, il convient également de vérifier dans quelle mesure des essais gratuits (en collaboration avec des fournisseurs privés) peuvent permettre de gagner des utilisatrices et utilisateurs.

7. Répertoire des sources

- ASTRA, 2023. Strassenverkehrsunfall-Statistik 2022.
- bfu, 2023. E-Trottinette im Strassenverkehr: Erkenntnisse aus der Unfallforschung.
- Bigazzi, A., Wong, K., 2020. Electric bicycle mode substitution for driving, public transit, conventional cycling, and walking. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 85, 102412. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102412>
- Brucks, W., 2021. Verwaltung geteilter Mikromobilität.
- Bundesrat, 2021. Verkehrsflächen für den Langsamverkehr Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 18.4291 Burkart vom 14. Dezember 2018 und 15.4038 Candinas vom 25. September 2015.
- Cazzola, P., Christ, P., 2020. Good to Go? Assessing the Environmental Performance of New Mobility, Corporate Partnership Board Report. ITF (OECD), Paris.
- difu, 2022. E-Tretroller in Städten – Nutzung, Konflikte und kommunale Handlungsmöglichkeiten.
- Hermann, A., Scharfenberger, P., Hohenreuther, M., 2023. Studie zur Nutzung der Mikromobilität in St.Gallen. Universität St.Gallen, Institut für Mobilität.
- Hobusch, J., Kistorz, N., Wilkes, G., Kagerbauer, M., 2021. E-Scooter - Freizeitspaß oder alternatives Mobilitätsangebot? *Strassenverkehrstechnik* 31–38.
- Hollingsworth, J., Copeland, B., Johnson, J.X., 2019. Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. *Environ. Res. Lett.* 14, 084031. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2da8>
- Lang, N., Hagenmaier, M., Hohenreuther, M., Schellong, D., Herrmann, A., 2022. Putting Micromobility at the Center of Urban Mobility.
- Leuenberger, M., Frischknecht, R., 2010. Life Cycle Assessment of Two Wheel Vehicles.
- Livingston, C., 2023. Zusammenspiel Infrastruktur und Nutzung bei der Mikromobilität.
- Moreau, H., de Jamblinne de Meux, L., Zeller, V., D'Ans, P., Ruwet, C., Achten, W.M.J., 2020. Dockless E-Scooter: A Green Solution for Mobility? Comparative Case Study between Dockless E-Scooters, Displaced Transport, and Personal E-Scooters. *Sustainability* 12, 1803. <https://doi.org/10.3390/su12051803>
- Mosca, P., Weber, S., Baumberger, R., 2022. Elektrische Mikromobilität in Städten; Typische Fahrzeuge, Nachfrageeffekte, Energiebedarf und CO2-Emissionen.
- Moser, C., Artho, J., Capillo, M., Bibic, V., 2021. Wirkung von Sharing-Angeboten auf Mobilitätsgewohnheiten und -werkzeuge; Forschungsprojekt FP-1.27 Schlussbericht, Mai 2021; Energieforschung Stadt Zürich.
- O'Hern, S., Estgfaeller, N., 2020. A Scientometric Review of Powered Micromobility. *Sustainability* 12, 9505. <https://doi.org/10.3390/su12229505>
- PBOT, 2020. 2018 E-Scooter Findings Report.
- Ramboll, 2020. Achieving sustainable Micro-Mobility; Green Paper.
- Reck, D.J., 2021. Mode choice, substitution patterns and environmental impacts of shared and personal micro-mobility. Presented at the 21st Swiss Transport Research Conference (STRC), Ascona.

- Reck, D.J., Haitao, H., Guidon, S., Axhausen, K.W., 2021. Explaining shared micromobility usage, competition and mode choice by modelling empirical data from Zurich, Switzerland. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 124, 102947. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102947>
- Schmid, J., Halef, M., Beckmann, J., 2022. Shared Mobility Agenda 2030, Synthesebericht, Konzept zur Marktentwicklung Shared Mobility.
- Severengiz, S., Finke, S., Schelte, N., Wendt, N., 2020. Life Cycle Assessment on the Mobility Service E-Scooter Sharing, in: 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS). Presented at the 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS), IEEE, Dortmund, Germany, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111817>
- SKM, 2010. Charta für eine nachhaltige städtische Mobilität.
- SSV, 2021. Signalisationsverordnung, 741.21, 01.01.2021.
- Stadt Zürich, 2022. Mikromobilitätsmanagement; Schlussbericht zum Pilotprojekt.
- Steinemann, P., Hagendorn, C., 2023. E-FäG: Verkehrsplanerische Auswirkungen und zukünftige Anforderungen von E-Trotтинetten.
- SVG, 2020. Strassenverkehrsgesetz, 741.01, 01.01.2020.
- SVS, 2021. E-Scooter; Analyse und Lösungsansätze für eine sinnvolle Einbindung in das Verkehrssystem.
- The Economist, 2022. A trial of e-scooters in Britain has encouraging results.
- Vianova, 2021. Datenplattform, eingesetzt in der Stadt Zürich.
- VRV, 2022. Verkehrsregelnverordnung, 741.11, 01.04.2022.
- VTS, 2022. Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge, 741.41, 01.06.2022.