



ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE



EPFL - ENAC - Laboratoire de Sociologie Urbaine

Projet de Master :

**Décarbonation des transports et report modal en Suisse :
Étude de cas sur le Vélo à Assistance Électrique, entre
pratiques actuelles, potentiels théoriques et prise en compte
par les politiques.**

Automne 2025

Étudiant : Martin SIMON,

Superviseurs : Prof. Vincent KAUFMANN (EPFL - LASUR), Clément RAMES (EPFL - LASUR), Dr. Maud HAFFNER (UNIL - OUVEMA)

Expert : Prof. Patrick Rérat (UNIL - OUVEMA)

1 Résumé

En Suisse comme en Europe, le secteur des transports est le premier émetteur de gaz à effet de serre, et le seul dont les émissions ne baissent pas. Les Vélos à Assistance Électrique (VAE) se répandent ces dernières années, notamment en Suisse, où 23% des ménages en sont équipés, et pourraient représenter une alternative sobre aux modes motorisés, principaux émetteurs de gaz à effet de serre. Afin d'expliquer l'usage du VAE et de quantifier son potentiel pour décarboner la mobilité en Suisse, cette étude s'est basée sur plusieurs bases de données liées à la mobilité, ainsi que sur une analyse critique de politiques publiques, et des entretiens avec des experts. Cela a été fait en prenant en compte différentes approches de report modal : la substitution à court terme a montré que le VAE remplace actuellement des modes de transports cinq fois plus émetteurs en moyenne. Le mode de secours, qui serait utilisé si le VAE n'était plus disponible, a permis de prouver que le VAE prolonge l'usage du vélo pour les personnes plus âgées, qui renonceraient à des trajets ou les feraient en transports publics ou en modes motorisés, si le VAE n'était plus disponible. La renonciation à d'autres modes de transport, étudiée à travers des données de panel, a montré que le VAE n'était pas encore associé à une démotorisation des ménages. Ces différentes approches ont montré qu'il existe un potentiel important de développement du VAE en Suisse, notamment car de nombreuses personnes ont un VAE mais ne l'utilisent pas, et que celles qui l'utilisent déclarent qu'elles l'utiliseraient plus si les infrastructures cyclables étaient meilleures. Selon un scénario de développement du VAE, il pourrait faire baisser de 5% les émissions de gaz à effet de serre en substituant la moitié des trajets entre 5 et 10 km. Un scénario plus ambitieux, basé sur la capacité physique des personnes, a montré que le VAE pourrait remplacer une partie importante des trajets en modes motorisés actuellement réalisés en Suisse, sans changer le temps de transport, ce qui ferait baisser les émissions de 26%. Pour finir, le développement du VAE est vu comme un levier important de développement du vélo dans les politiques publiques analysées. Les freins à son développement ont également été identifiés, notamment le manque d'infrastructures cyclables sécurisées et de stationnement adapté et sécurisé, ainsi qu'un manque de données pour guider les politiques publiques. Selon les experts cités, ces freins seraient liés au manque de moyens et d'ambition pour le développement du vélo. Ces résultats justifient des politiques de développement du vélo plus ambitieuses et avec plus de ressources, mais également des politiques de promotion de l'usage du VAE, et un système vélo favorable à tous les usagers, notamment les moins expérimentés. Pour atteindre les objectifs de décarbonation, et réussir la transition des mobilités, le VAE devra être considéré comme partie intégrante d'un système de mobilité durable.

Mots-clés : Décarbonation, Mobilité, Vélo à Assistance Électrique, Report modal

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Résumé | 1 |
| 2 | Introduction | 3 |
| 2.1 | Contexte et motivation | 3 |
| 2.2 | Définitions | 4 |
| 2.2.1 | Vélo à Assistance Électrique (VAE) | 4 |
| 2.2.2 | Transition des mobilités | 4 |
| 2.2.3 | Report modal | 5 |
| 2.2.4 | Gaz à effet de serre (GES) | 5 |
| 2.2.5 | Étapes, déplacements, boucles | 5 |
| 2.2.6 | Emission Reduction Factor (ERF) | 5 |
| 2.3 | Périmètre | 5 |
| 3 | Analyse de la littérature sur les questions posées | 6 |
| 3.1 | Décarbonation de la mobilité | 6 |
| 3.2 | La dépendance à la voiture | 8 |
| 3.3 | Le choix modal | 9 |
| 3.4 | Les mobilités actives dans la transition | 11 |
| 3.5 | Le Vélo à Assistance Électrique dans la transition | 13 |
| 3.6 | Conclusion | 16 |
| 4 | Théorie et méthodes d'analyse | 17 |
| 4.1 | Problématisation | 17 |
| 4.2 | Structure méthodologique | 17 |
| 4.2.1 | Personnes (approche quantitative) | 18 |
| 4.2.2 | Territoires (approche quantitative) | 18 |
| 4.2.3 | Politiques publiques (approche qualitative) | 18 |
| 4.2.4 | Articulation des parties qualitatives et quantitatives | 19 |
| 4.3 | Définition du report modal utilisée dans ce travail | 19 |
| 4.4 | Cas d'étude | 19 |
| 5 | Données : détail, traitement et méthode d'analyse | 20 |
| 5.1 | Panel Lémanique - Phase quantitative | 21 |
| 5.2 | Micro Recensement Mobilité et Transports | 21 |
| 5.3 | Journal d'activité E-BikeShift | 22 |
| 5.4 | Résumé des bases de données utilisées | 23 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.5 | Détail de la méthode | 23 |
| 5.5.1 | Traitement général des données de mobilité | 23 |
| 5.5.2 | Bilan des émissions de GES et regroupement des modes | 25 |
| 5.5.3 | Étude des usages actuels du VAE, et de l'impact du VAE sur les émissions de GES | 26 |
| 5.5.4 | Calcul du potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse | 28 |
| 5.5.5 | Analyse critique de politiques publiques | 29 |
| 5.6 | Résumé des données disponibles et des méthodes d'analyse | 30 |
| 6 | Résultats | 31 |
| 6.1 | Usages actuels du VAE et impact sur les émissions de GES | 31 |
| 6.1.1 | Équipement en VAE | 31 |
| 6.1.2 | Comparaison des pratiques de mobilité | 33 |
| 6.1.3 | Analyse longitudinale de l'équipement de mobilité | 34 |
| 6.1.4 | Analyse longitudinale des pratiques de mobilité | 36 |
| 6.1.5 | Analyse des usages du VAE et de la substitution engendrée | 39 |
| 6.1.6 | Synthèse et discussion | 49 |
| 6.2 | Scénarios d'évaluation du potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse | 55 |
| 6.2.1 | Scénarios de développement du VAE du projet EBIS | 55 |
| 6.2.2 | Substitution maximale des modes motorisés par le VAE 45, en prenant en compte les capacités physiques - Scénario haut | 55 |
| 6.2.3 | Synthèse et discussion | 56 |
| 6.3 | Analyse de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques | 58 |
| 6.3.1 | Analyse critique de politiques publiques de développement du vélo | 58 |
| 6.3.2 | Synthèse et discussion | 59 |
| 6.3.3 | Entretiens avec des décideurs et des experts du VAE | 60 |
| 6.3.4 | Synthèse et discussion | 67 |
| 7 | Discussion et conclusion | 70 |
| 7.1 | Synthèse | 70 |
| 7.2 | Limites | 72 |
| 7.3 | Ouverture | 73 |
| 8 | Annexe | 79 |
| 8.1 | Facteurs de réduction d'émissions | 82 |
| 8.2 | Grille d'entretien | 83 |
| 8.3 | Caractéristiques sociodémographiques de typologies basées sur le mode dominant substitué par le VAE | 85 |
| 8.4 | Tableau récapitulatif de la substitution en deux temps : nombre de trajets et distance parcourue en fonction du mode substitué et du mode de secours | 86 |

Abréviations et acronymes

TIM : Transports Individuels Motorisés

GES : Gaz à Effet de Serre

$CO_{2,eq}$: équivalent CO_2 .

OFS : Office Fédéral de la Statistique

OFROU : Office Fédéral des Routes

ARE : Office Fédéral du Développement Territorial

OFEV : Office Fédéral de l'Environnement

MRMT : Micro Recensement Mobilité et Transport

DGMR : Direction générale de la Mobilité et des Routes du Canton de Vaud.

TP : Transports publics

Remerciements

- Les Professeurs Vincent Kaufmann et Patrick Rérat, qui ont accepté de me superviser, et m'ont donné accès à leurs données et leurs laboratoires.
- Mes superviseurs Clément Rames et Dr. Maud Haffner, pour leur accompagnement, leur bienveillance et leurs conseils.
- Les personnes qui ont accepté de répondre à mes questions lors des entretiens de la partie qualitative. Le temps qu'ils m'ont accordé a permis d'approfondir mes analyses et d'expliquer une partie de mes résultats.
- Dr. Lucas Meyer de Freitas, qui m'a donné accès aux données enrichies du MRMT 2015.
- Dr. Thomas Götschi, qui a accepté d'estimer les résultats des scénarios développés dans le cadre du projet EBIS avec mes données. Cela m'a fait gagner un précieux temps, et a garanti une comparaison des résultats entre les deux journaux d'activité.
- Les équipes du LASUR et de l'OUVEMA pour leur accueil et les bons moments passés ensemble pendant ces 17 semaines. Je pense en particulier à Dr. Dimitri Marincek de l'OUVEMA pour ses travaux qui ont guidé les miens, et à Dr. Éloi Bernier pour ses conseils et son accompagnement au début de mon Projet de Master. Merci également aux collègues de bureau, pour leur présence et leurs conseils.
- Dr. Marc-Edouard Schultheiss qui m'a beaucoup appris pendant mon engagement à Action Située, et qui m'a autorisé à réutiliser les codes que j'y avais développés.
- Alexander Lepper pour le traitement des données du Panel Lémanique, et à toutes les autres personnes qui ont traité et préparé les données que j'ai utilisées dans ce projet.
- Gustave Pellier, pour son Projet de Master qui a inspiré le mien, et ses conseils tout au long du projet.
- Laurent Kaczor, qui a pris la photo de la page de garde (rue Bellefontaine, à Lausanne) et m'a gracieusement autorisé à l'utiliser.

Notes méthodologiques

L'Intelligence Artificielle (ChatGPT) a été utilisée dans ce mémoire, uniquement comme assistance pour la production des analyses de données. Elle a permis d'assister la production de lignes de code Python permettant d'analyser les différentes données, et de produire des graphiques et des tableaux. Aucune intelligence artificielle n'a été utilisée pour la rédaction ni l'analyse des résultats.

Toutes les informations citées proviennent de sources fiables et autant que possible d'articles scientifiques évaluées par les pairs, citées à la fin du rapport, selon le style APA (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION 2020), et en suivant les recommandations du guide de la bibliothèque de l'EPFL (BIBLIOTHÈQUE DE L'EPFL 2019). Pour une plus grande facilité de lecture, les citations du rapport sont cliquables et renvoient directement vers la bibliographie.

2 Introduction

2.1 Contexte et motivation

“Nous sommes sur une autoroute vers l’enfer climatique, avec notre pied sur l’accélérateur”. Telle est la situation climatique mondiale actuelle, selon le Secrétaire Général de l’ONU (GUTERRES 2022). Cette expression décrit la catastrophe climatique et environnementale en cours, en insistant sur le rôle des modes de transport motorisés. L’humanité n’a jamais produit autant de gaz à effet de serre qu’aujourd’hui, et les effets du changement climatique, n’ont jamais été aussi visibles, tant dans l’intensité des phénomènes climatiques que dans leur fréquence (IPCC 2023). Selon le GIEC, les transports seraient responsables de 23% des émissions de GES liées à l’énergie dans le monde, dont près de 70% viendraient des véhicules routiers (JARAMILLO et al. 2022). En Suisse, pays fortement motorisé, les transports représentent près d’un tiers des émissions de gaz à effet de serre, dont les trois quarts viennent des voitures (OFEV 2025a). De plus, en Suisse comme en Europe, le secteur est le seul à ne pas réduire ses émissions ces dernières années (OFEV 2025a; PARLEMENT EUROPÉEN 2019). En effet, la mobilité est au cœur d’une contradiction : il est urgent de réduire son impact, mais elle occupe une place centrale dans nos modes de vie, ce qui provoque une forte résistance au changement (SCHULTHEISS 2023). Le développement récent de nouveaux services (Mobility As A Service, Véhicules de Transport avec Chauffeur, Véhicules en Libre Service...) et véhicules (vélos à assistance électrique, engins de déplacement personnel motorisés, voitures sans permis...) pourrait changer les pratiques de mobilité et avoir un impact sur les émissions de GES. En particulier, le vélo à assistance électrique (VAE) est particulièrement plébiscité en Suisse, puisque 23% des ménages en détenaient un en 2021 (OFS et ARE 2023). Ce véhicule, qui combine technologie et sobriété, a de faibles émissions de gaz à effet de serre, et pourrait permettre de remplacer des modes plus polluants. De plus, ses externalités (bruit, consommation d’espace, pollution de l’air) sont faibles, et il est particulièrement adapté pour des trajets d’amplitude moyenne, entre 5 et 15 km, permettant d’élargir les usages du vélo. En Suisse (MARINCEK 2022; RÉRAT 2021) comme en Europe (JONES et al. 2016), le VAE permet d’étendre la pratique du vélo au-delà des usagers traditionnels. Les recherches menées en Suisse sont consensuelles sur le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité (BUCHER et al. 2019), (HINTERMANN et al. 2025). Pour tout cela, le VAE est actuellement considéré comme un “*game changer*” pour la mobilité en Suisse (BALLO et al. 2022).

Malgré les enjeux considérables de la transition des mobilités, peu de recherches ont été menées sur les usages du VAE ainsi que ses impacts sur le système de mobilité, les émissions de GES et les modes de vie (HINTERMANN et al. 2025). L’impact du VAE sur les habitudes et l’équipement de mobilité est encore peu connu, en dehors du mode qu’il substitue directement. Le VAE est vu comme un concurrent potentiel aux modes motorisés (HINTERMANN et al. 2025), mais son potentiel de réduction maximal des émissions de GES des modes motorisés n’a jamais été estimé en Suisse. L’analyse longitudinale de l’impact du VAE sur les pratiques et l’équipement de mobilité n’a à notre connaissance jamais été réalisée en Suisse sur des données de panel. De plus, la prise en compte du VAE par les politiques publiques n’a pas encore été étudiée en Suisse.

Comprendre le report modal est essentiel pour combler ce manque de la littérature, puisque le niveau de bénéfice (environnementaux comme sanitaires) du VAE dépend fortement du report modal qu’il engendre, et est maximal quand le VAE remplace les modes motorisés (BIGAZZI et WONG 2020). En Suisse, le potentiel maximal de report modal des pratiques actuelles de mobilité vers le VAE a déjà été chiffré en termes de distances, mais pas d’émissions de GES (MEYER DE FREITAS et AXHAUSEN 2024). Ce potentiel maximal permettrait d’évaluer dans quelle mesure le développement du VAE pourrait contribuer à la réalisation des objectifs de décarbonation. Une étude des modes de transport substitués par le VAE sur certains trajets a permis d’estimer la décarbonation entre le VAE et le mode qu’il a substitué (HINTERMANN et al. 2025), mais cela n’a jamais été fait pour le mode qui serait utilisé dans le cas où le VAE serait indisponible. Cela permettrait d’analyser l’effet de l’introduction du VAE dans les habitudes de mobilité, dans une perspective omnimodale (HÉRAN 2017), et de savoir si son introduction entraîne une réduction pérenne des émissions de GES. En revanche, l’approche par la substitution ne permet pas d’étudier les effets du VAE sur le long terme, et les éventuels effets rebonds. Cela permettrait de comprendre si le VAE entraîne une évolution des pratiques de mobilité, des modes de vie, ou de l’équipement de mobilité. En effet, les données sur la renonciation à des modes de transport causée par le VAE manquent dans la littérature (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024). Pour finir, la littérature n’a pas analysé les politiques publiques de promotion du vélo

en Suisse afin de comprendre le potentiel qu’elles accordent au VAE. Cela semble essentiel dans la mesure où les infrastructures de transport et les usages sont influencés par les politiques publiques.

L’objectif de ce mémoire est de combler le manque de données sur les usages actuels du VAE en Suisse, et son impact actuel et potentiel sur les émissions de gaz à effet de serre. Ces limites poussent à combiner différentes approches pour comprendre les interactions entre l’usage et la possession de VAE, les émissions de GES et les modes de vie. La combinaison de différentes bases de données (panel longitudinal, journal d’activité et enquête nationale) et approches (modélisation, corrélations, analyse critique de politiques publiques) permettrait de dépasser les limites de la littérature existante, que ce soit en termes d’échantillons ou de périmètre d’étude. Le report modal sera étudié depuis différentes perspectives (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024), comme les effets sur les habitudes et l’équipement de mobilité à plus long terme, en ne se limitant pas uniquement à la substitution à court terme. Des données quantitatives et qualitatives, seront utilisées, ainsi que des méthodes des sciences sociales et de l’ingénierie. Le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité sera donc évalué dans le cadre du système de vélocité (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019) en prenant en compte l’impact des politiques publiques, des personnes et des territoires sur les pratiques de mobilité.

Dans ce contexte, le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse sera étudié, à travers : i) L’étude des usages actuels du VAE en Suisse et son impact sur les modes de vie, l’équipement et les habitudes de mobilité et les émissions de GES, ii) L’élaboration de différents scénarios afin de quantifier le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse, iii) L’analyse critique de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques, afin de comprendre les ambitions politiques de développement de ce mode.

2.2 Définitions

2.2.1 Vélo à Assistance Électrique (VAE)

Selon le TCS, “Le vélo à assistance électrique est un vélo équipé d’un moteur électrique, alimenté par une batterie rechargeable, qui offre une assistance au pédalage” (TCS s. d.). En Suisse, ils sont classés en 2 catégories :

- Lents (avec une assistance jusqu’à 25 km/h et une puissance maximum de 500 W), assimilés aux vélos et aux engins de mobilité douce.
- Rapides (avec une assistance jusqu’à 45 km/h, et une puissance maximum de 1000 W), assimilés aux cyclomoteurs. Pour ces derniers, la réglementation est différente (port du casque, permis de conduire, vignette, rétroviseur et plaques d’immatriculation obligatoires). Ils ne sont pas autorisés sur les zones interdites aux cyclomoteurs, à moins de couper leur moteur (CHANCELLERIE FÉDÉRALE s. d.). Pour finir, ces VAE sont spécifiques à la Suisse, car ils y sont plus réglementés et répandus que dans d’autres pays d’Europe (RAVALET et al. 2024)

Dans ce travail, nous considérerons les VAE en général, qu’ils soient des vélos cargos (qui permettent le transport de personnes ou d’objets) ou non, et nous les distinguerons entre lents (VAE 25) et rapides (VAE 45).

2.2.2 Transition des mobilités

Dans ce mémoire, la définition de la durabilité sera inspirée des travaux de Kate Raworth qui définit un espace en forme de donut compris entre la fondation sociale (pour que tout le monde puisse satisfaire ses besoins de base) et le plafond écologique (pour que l’humanité ne déstabilise pas les systèmes qui permettent la vie sur Terre). Cet espace serait sûr écologiquement et juste socialement, et l’humanité pourrait y prospérer (RAWORTH 2018). La transition des mobilités correspond à une transformation du système de transport (pratiques, infrastructures, réglementations, véhicules, industrie, énergie...) qui le rendrait écologiquement et socialement juste (HENKEL et al. 2025). Ainsi, le système de transport deviendrait compatible avec la théorie du donut, et limiterait ses impacts négatifs (émissions de gaz à effet de serre, émissions de particules fines, sédentarité, accidents...), tout en permettant des échanges et de l’accessibilité pour les personnes. Pour finir, cette transition vers une mobilité plus durable devrait être écologique, mais aussi équitable et désirable, afin d’éviter la création de nouvelles injustices, et d’assurer une acceptation politique (BALLO et al. 2022).

2.2.3 Report modal

Le report modal correspond au changement de pratiques de mobilité d'un mode de transport vers un autre. C'est un concept au cœur de la transition des mobilités car le mode de transport est l'un des leviers principaux de décarbonation. Sa définition est simple, mais c'est un phénomène complexe à mesurer (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024). Il peut s'analyser comme la simple substitution d'un mode de transport par un autre (définition classique). Il peut également s'analyser via d'autres perspectives (biographies de mobilité, équipement de mobilité, organisation des modes de vie, interaction avec les autres modes de transport...) afin de mieux prendre en compte le lien entre la mobilité et les modes de vie. La définition utilisée dans ce travail est les dimensions d'analyses incluses sont disponibles dans la partie méthodologie.

2.2.4 Gaz à effet de serre (GES)

“Les gaz à effet de serre sont des gaz présents dans l'atmosphère qui retiennent une partie de la chaleur reçue par le Soleil dans l'atmosphère. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère se traduit par une hausse de sa température. Certains gaz sont d'origine naturelle (vapeur d'eau par exemple) et/ou issues des activités humaines, en particulier les gaz fluorés” (COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE 2019). Pour ce travail, nous utiliserons l'unité $CO_{2,eq}$, qui est une unité créée par le GIEC pour “comparer les émissions de divers gaz à effet de serre sur la base de leur potentiel de réchauffement planétaire, en convertissant des quantités d'autres gaz en une quantité équivalente de dioxyde de carbone ayant le même potentiel de réchauffement planétaire” (EUROSTAT s. d.(a)).

2.2.5 Étapes, déplacements, boucles

Ces unités sont utilisées par l'OFS dans le Micro Recensement Mobilité et Transports pour caractériser les pratiques de mobilité (OFS et ARE 2023) :

- L'**étape** “forme la plus petite unité. Elle est accomplie avec un seul moyen de transport, qui peut être la marche à pied. Une nouvelle étape commence à chaque changement de moyen de transport”.
- Un **déplacement** “peut être constitué d'une ou de plusieurs étapes et est défini par un motif, qui dépend de l'activité exercée sur le lieu de destination. Une fois la destination atteinte, le déplacement est terminé”.
- Une **boucle** est une succession de déplacements démarrant de la maison et y retournant

2.2.6 Emission Reduction Factor (ERF)

Ces facteurs sont définis comme la “réduction nette d'émissions de CO_2 permise par le VAE comparé au mode substitué, par km” (HINTERMANN et al. 2025). Ils sont obtenus avec la formule suivante, et sont en $gCO_{2,eq}/km$.

$$\frac{CO_{2,eq, \text{mode substitué}} - CO_{2,eq, \text{VAE}}}{\text{distance}_{\text{trajet}}}$$

Ils seront utiles dans ce projet car ils permettront une comparaison facilitée des résultats avec ceux du projet EBIS, et une quantification de la réduction d'émissions de GES par un certain type de trajets ou de personnes, indépendamment de la distance.

2.3 Périmètre

Sauf mention contraire, ce travail s'intéressera à la mobilité en Suisse. Les trafics aérien et maritime internationaux seront exclus pour évaluer les émissions de GES du secteur, comme le fait l'Office Fédéral de l'Environnement, en accord avec les conventions internationales. Ainsi, les émissions du secteur en 2023 étaient d'environ $13,7 MtCO_{2,eq}$ (OFEV 2025a). Une attention particulière sera portée à la région lémanique Suisse, en raison d'une plus grande disponibilité de données, de facilités linguistiques, et des enjeux forts de transition qui s'y concentrent.

3 Analyse de la littérature sur les questions posées

3.1 Décarbonation de la mobilité

Pourquoi décarboner la mobilité

Selon le 6ème rapport du GIEC, le secteur des transports est celui dont les émissions de GES ont le plus augmenté depuis 2010 au niveau mondial, principalement portées par l’augmentation de la taille des voitures, et de la demande de transport aérien et maritime. Ces émissions représentent environ 23% des émissions totales au niveau mondial, à cause d’une dépendance importante aux énergies fossiles (JARAMILLO et al. 2022). Dans le cas de la Suisse, elles représentent 33% des émissions totales directes du pays en 2023 (OFEV 2025a), et semblent avoir atteint un plateau depuis 1990 (voir fig. 1). Ce plateau d’émissions est également observable dans l’UE (MASTERSON 2022). L’ampleur des changements attendus pousse le GIEC à affirmer avec une confiance élevée que “atteindre les objectifs de mitigation du climat nécessiterait des changements transformatifs dans le secteur des transports” (JARAMILLO et al. 2022). Dans cette partie, nous analyserons la littérature existante en termes de décarbonation des mobilités.

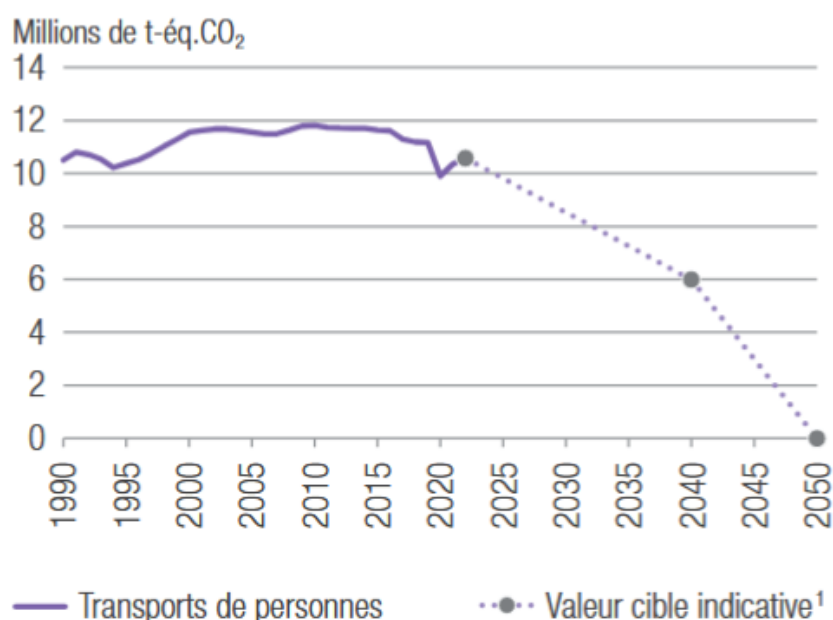


FIGURE 1 – Évolution des émissions territoriales de GES liées au transport de personnes en Suisse entre 1990 et 2022, et valeurs cibles indicatives 2040 et 2050 (selon la loi fédérale sur le climat et l’innovation) (STATISTIQUES VAUD 2025)

Comment décarboner la mobilité

De nombreuses solutions existent ou sont en développement pour décarboner la mobilité, en particulier axées sur la motorisation des véhicules (batteries électriques, piles à combustible), ou encore l’organisation des flux (véhicules autonomes partagés, trains autonomes...). Ces solutions technologiques ont une place importante dans les médias et les stratégies politiques. Or, “la transition mobilière n’est pas qu’une question technologique : elle est éminemment sociale et politique, et elle est intimement liée à l’organisation même des modes de vie et à la manière dont sont aménagés les villes et les territoires” (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019).

Malgré cette opposition apparente entre les dimensions technologiques et humaines, il est possible de les appréhender ensemble. C’est dans cet objectif que le cadre théorique dit “Avoid-Shift-Improve” a été développé (BONGARDT et al. 2019). Pour réduire l’empreinte écologique des transports, il convient en priorité d’éviter les trajets et de réduire la demande (Avoid). Cela peut se faire par un aménagement urbain plus dense, ou des modes de vie basés sur la proximité, comme la ville du quart d’heure par exemple. Ensuite, cette demande doit être redirigée vers des modes de transport écologiques tels que les transports en commun ou

les mobilités actives grâce au report modal (*Shift*). La dernière étape (*Improve*) serait d'améliorer l'efficacité de ces modes de transport pour réduire leur impact quand ils sont utilisés. Cela inclut des mesures comme des gains d'efficacité ou des changements de technologie.

Dans son 6ème rapport, le GIEC identifie que les mesures avec le plus fort potentiel de réduction des émissions de GES sont l'électrification et l'efficacité énergétique de la flotte de voitures, qui sont donc directement liées à la technologie (*Improve*) (JARAMILLO et al. 2022). Mais le GIEC insiste aussi sur l'importance des mesures agissant sur la demande et au report modal, puisque ces mesures axées sur la sobriété ont, si elles sont combinées, un plus grand potentiel de décarbonation que les deux mesures liées à la technologie. Cela pousse les auteurs à encourager un “*changement de paradigme pour réduire la demande de mobilité, et favoriser les transports en commun et les modes de transport actifs*”. Ainsi, la technologie seule ne permettra pas d'atteindre les objectifs, elle devra être combinée à la sobriété, comme le suggérait le cadre théorique “*Avoid-Shift-Improve*”.

Dans le cas de la France, une thèse a étudié des scénarios visant la neutralité carbone du secteur des transports à l'horizon 2050 en se basant sur cinq leviers (BIGO 2020, voir fig. 2). Sa conclusion rejoint celle du GIEC : l'efficacité énergétique et l'intensité carbone représentent les plus gros potentiels de réduction des émissions. En revanche, l'utilisation seule de ces leviers technologiques ne suffit pas, et il faudra implémenter des mesures de sobriété (réduction de la demande et de la vitesse, utilisation de modes plus sobres...). Selon lui, il existe actuellement en France une “*difficulté à penser et organiser la sobriété dans les politiques de mobilité et de transition écologique*”.



FIGURE 2 – 5 leviers de décarbonation utilisés dans BIGO 2020

De manière similaire, un travail de prospective a été mené dans le Canton de Vaud sur le thème de la transition écologique et énergétique du secteur des transports à l'horizon 2050 (STATISTIQUES VAUD 2025). De nouveau, il a été montré que pour décarboner les transports de manière efficace et rapide, il est nécessaire de combiner des mesures liées à la sobriété avec des mesures liées à la technologie. Mais ce travail pointe aussi l'importance de la prise en compte du mode de vie. En effet, l'évolution de la population, son vieillissement, l'évolution de ses habitudes (télétravail, achats en ligne...) et de ses valeurs, l'évolution de l'aménagement du territoire, auront un impact sur les futures pratiques de mobilité, et donc sur les émissions de GES.

Une mobilisation difficile des autorités

Malgré les connaissances développées sur l'urgence de la situation et les changements requis pour une transformation en profondeur du secteur des transports, la transition reste lente, comme l'illustre la stagnation des émissions de GES du secteur (OFEV 2025b), et le faible report modal observé sur plusieurs décennies (OFS et ARE 2023). De plus, et contrairement aux autres secteurs, les mesures de décarbonation du secteur des transports sont identifiées par le GIEC comme “*directement rentables d'un point de vue économique, sans même faire intervenir l'aspect carbone*”, et reliées à “*virtuellement tous les objectifs de développement durable*” (JARAMILLO et al. 2022). La lenteur de la transition, mise en regard de ces informations, illustre ainsi l'inertie présente dans le secteur.

Il existe ainsi actuellement une contradiction entre les mesures recommandées par les scientifiques pour atteindre les objectifs climatiques et celles prises par les autorités. Pour illustrer cela, une modélisation des émissions de GES du Canton de Vaud avec l'outil de modélisation EUCALC 2024 a permis de montrer que la mesure avec le plus gros potentiel de réduction des émissions de GES des transports était la fin de la vente de véhicules thermiques dès 2025 (SIMON 2024). Pourtant, la Suisse a récemment refusé de s'aligner sur l'objectif de l'UE d'interdiction de la vente des véhicules thermiques en 2035, tout en assumant vouloir une “*transition progressive vers des transports sans énergie fossile d'ici 2050*” (SECRETARIAT GÉNÉRAL

DETEC 2023). À l’heure où ces lignes sont écrites, l’objectif de l’UE d’interdiction des ventes de véhicules thermiques neufs dès 2035 est remis en cause (DIRECTION DE L’INFORMATION LÉGALE ET ADMINISTRATIVE 2025). Ce décalage questionne sur le rôle des politiques publiques dans la transition, et leur capacité à planifier une transition de la mobilité.

L’importance de l’analyse des politiques publiques

Bien que l’analyse des politiques publiques liées à la décarbonation des transports soit cruciale, c’est un exercice difficile. En effet, elles se basent sur des scénarios de prospective, qui dépendent fortement des paramètres et des hypothèses choisis, et pour lesquels il n’existe pas de méthode d’élaboration ou d’évaluation.

Ces scénarios sont questionnés, dans “*uncontexte de diminution drastique des émissions de CO₂*”. Selon un mémoire supervisé par le LASUR, ils peinent à intégrer les évolutions de perception des modes ou bien de valeurs : “*conscientisation des enjeux environnementaux, changement de l’imaginaire du vélo et des transports en commun, prise de conscience des externalités négatives liées à la voiture*” (GAUTROT 2024). De plus, selon l’auteur, les hypothèses et méthodes de ces modèles sont principalement contrôlées par les techniciens, ce qui augmente l’opacité et la complexité du processus. Dans le contexte du Grand Genève, l’impact de différentes mesures liées aux transports sur les émissions de GES a été quantifié, et combiné à une analyse de leur faisabilité et de leur acceptabilité. Cela montre l’importance des données et des outils de simulation permettant d’évaluer et de guider les décisions politiques.

Le rôle des décideurs politiques dans la transition ou l’absence de transition vers une mobilité plus durable est de plus en plus questionné. Un autre mémoire, défendu au LASUR a confronté l’avis de différents décideurs dans les transports au sujet de l’intermodalité ferroviaire (PELLIER 2024). Bien que toutes les institutions y soient favorables, des problématiques de gouvernance d’ordre politique apparaissent sur des projets, ce qui les ralentit. De plus, un décalage a été mis en évidence entre les ambitions des institutions et les pratiques et souhaits des usagers, qui “*semble bien naître d’un manque de considération, symptomatisé par des données manquantes sur certaines pratiques*”. Cela montre l’importance de la compréhension des enjeux politiques dans la transition des mobilités.

En conclusion, nous avons montré qu’il existe actuellement un paradoxe entre les objectifs ambitieux de décarbonation des transports, et la faiblesse des mesures prises et mises en place. Cela pourrait expliquer le fait que les émissions du secteur restent stables. En outre, cette inertie face au changement questionne sur les stratégies adoptées jusqu’à présent. Selon des chercheurs qui se sont intéressés au problème en Suisse, “*la principale cause de l’échec de la réduction de l’impact des voitures a été une approche principalement technique à un problème qui n’est fondamentalement et premièrement pas un problème technique*” (CHEVREL et al. 2024) : la mobilité n’est pas un besoin humain fondamental en soi, mais plutôt “un moyen de satisfaire d’autres besoins”. L’ampleur des changements attendus est résumée dans un audit d’un plan climat cantonal : “*Une combinaison de tous les types d’instruments (économique, régulation, volontaire, investissement public) sera requise*” pour atteindre le net zéro, mais “*le succès est loin d’être automatiquement assuré*” (NICK et THALMANN 2022). De plus, nous avons montré la difficulté de construire des scénarios de prospective, ce qui complique la construction et l’évaluation des politiques publiques.

3.2 La dépendance à la voiture

Les externalités des mobilités

Hormis les émissions de GES, qui sont l’axe principal choisi pour ce travail, de nombreuses autres externalités sont liées aux transports et viennent principalement des transports individuels motorisés. Parmi ces externalités, certaines sont en lien avec la santé (pollution atmosphérique, sédentarité, accidents...) ou la biodiversité (collision avec des animaux sauvages, émissions de micropolluants et microplastiques). Le gouvernement suisse a estimé les coûts externes du trafic motorisé à 19,5 Milliards de CHF en 2021, soit 83% des coûts externes totaux des transports en Suisse (ARE 2024). Dans le contexte français, il a été montré que la plupart des mesures de décarbonation auraient un impact positif sur les autres externalités des transports (BIGO 2020, voir fig. 3).

Tableau 20 : Impact des évolutions citées dans les scénarios sur les externalités des transports, hors CO₂

| Impact | Demande de T. | | Report modal | | | | TR | Efficacité Ener. | | Intensité Carb. | | | Sobriété | Technologie | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------------|-------------------------|---------------|---------|------------------|---------|-----------------|------------------------|----------------|----------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------|----------------|------------|----------------|-----|--------|-----------|--------------|--|
| | Densification | - Etalement | Télétravail | Commerce proximité | Prod. et conso. locales | + Bus et cars | + Train | + Vélo | - Avion | - Voiture | + Fret fer. et fluvial | - Poids-lourds | | | Covoiturage | Autopartage | TR Poids-lourds | ↓ poids véhicules | ↓ vit. axes rapides | ↓ vitesse en ville | Ecoconduite | Progrès moteur | Electrique | Agrocarburants | GNV | BioGNV | Hydrogène | Taxe carbone | |
| Positif | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neutre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Négatif | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Incertain | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXTERNALITES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energies fossiles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conso. d'énergie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pollution atmosphérique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autres pollutions | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conso. d'espace / Biodiv. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Métaux | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Congestion routière | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accidentologie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sédentarité | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dépendance automobile | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inégalités territoriales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inégalités sociales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Résilience | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 3 – Impact des 5 leviers sur différentes externalités liées aux transports (BIGO 2020)

La dépendance à la voiture comme un phénomène systémique et dynamique

Toutes ces externalités poussent à réduire l'utilisation des transports individuels motorisés, et à questionner la place de ces modes dans nos sociétés. C'est ainsi qu'a été formulée l'«*économie politique de la dépendance à la voiture*» (MATTIOLI et al. 2020). Selon cette théorie, «*la domination des systèmes de transport par la voiture n'est pas quelque chose qui s'est produit malgré nos meilleures intentions, mais que le statu quo actuel est soutenu par des intérêts puissants qui gagnent à ce que cette domination de la voiture continue, voir qu'elle se renforce à l'avenir*». Il existerait ainsi un «*système d'automobilité*» qui représenterait un assemblage de technologies, de réglementations et d'infrastructures, mais aussi de politiques d'aménagement du territoire, de transactions, de pratiques, de significations et de symboles, et qui aurait intérêt à s'auto-entretenir (URRY 2004).

Les voitures électriques face à la dépendance à la voiture

Face à ce constat, les voitures électriques se retrouvent au cœur d'une contradiction. D'une part, elles régleraient certains problèmes causés par les véhicules thermiques, comme les émissions de GES et de certains polluants au niveau local. D'autre part, elles créent de nouveaux problèmes, comme l'extraction massive de terres rares, une augmentation de la demande en électricité et des pollutions liées à la construction et à la fin de vie des batteries. Pour finir, elles ne permettent pas de régler les problèmes liés à l'accidentologie, la consommation d'espace public ou la sédentarité, et elles contribuent au renforcement du schéma de dépendance à la voiture vu ci-dessus. Face à cette contradiction, «*L'avenir de la voiture est électrique, mais la voiture n'est pas l'avenir de notre mobilité*» (BIGO 2023). Selon lui, il faudrait remettre en question la dépendance à la voiture et «*mettre en place une véritable sobriété*». Cela montre que les solutions basées sur l'électricité et la sobriété ont une part à jouer dans la transition, mais qu'elles doivent permettre de sortir du système de dépendance à la voiture.

En conclusion, une transition vers une mobilité plus durable, juste et sobre devra réduire la dépendance à la voiture, en raison des nombreuses externalités associées, et de la situation de dépendance actuelle. Dans cette optique, Frédéric Héran anticipait un «*mouvement mondial de modération de la circulation et de retour à la bicyclette*», mais affirmait que «*la réussite d'un tel projet passe par une politique affirmée*», afin de remettre en cause le système du tout-voiture (HÉRAN 2015). Dans ce contexte, le VAE est identifié comme un mode de transport intéressant, permettant de combiner sobriété, technologie et de réduire la dépendance à la voiture.

3.3 Le choix modal

Comme indiqué précédemment, la dimension humaine est primordiale dans la compréhension des enjeux liés à la mobilité. Dans ce domaine, la recherche sur le choix modal et le report modal vise à comprendre les

choix du mode de transport par les personnes, car c’est un des principaux leviers de réduction des émissions de GES et de réduction des externalités (BIGO 2020).

Les modèles classiques de choix modal, basés sur la maximisation de l’utilité

La recherche associée à l’ingénierie des transports se concentre sur le choix du mode pour un trajet en particulier. Pour ce faire, des variables quantitatives sont associées à chaque trajet (coût, temps de trajet, niveau de confort, nombre de correspondances...) et à chaque individu (accès aux modes de transport, attitude, caractéristiques sociodémographiques...). À partir de ces données, une valeur d’utilité est calculée pour chaque mode pour un trajet donnée, et un modèle de choix discret est appliqué pour identifier la probabilité qu’il soit utilisé (TRAVEL FORECASTING RESOURCE 2024). Cette méthode est utilisée dans les modèles classiques de prédiction de la demande, comme les modèles 4 étapes, et les modèles de planification du territoire. Elle repose sur des hypothèses fortes, notamment le fait les personnes choisissent le mode de transport de manière rationnelle, et qu’elles ont accès à toutes les informations sur les modes disponibles.

L’étude du choix modal basé sur différentes échelles temporelles et disciplines

Dans le contexte Suisse, d’autres recherches ont été menées, afin de ne pas se limiter aux dimensions purement rationnelles et quantifiables du choix modal. La mobilité étant un “*phénomène social total*” (KAUFMANN, GONZALEZ et al. 2019), les dimensions sociales et potentielles (expériences, imaginaires et capacité à être mobile) peuvent permettre d’approfondir la compréhension du choix modal. En effet, les “*pratiques modales sont fondées sur une gamme de raisons beaucoup plus large*” que les aspects de temps et d’argent, et cette gamme de raisons “*a eu tendance à se diversifier durant la dernière décennie*” (KAUFMANN, RAVALET et DREVON 2019).

En effet, dans le contexte du VAE, “*l’approche traditionnelle ne permet qu’une compréhension limitée des raisons pour lesquelles les personnes adoptent des VAE*” (MARINCEK 2022). Selon Marincek, une approche biographique permettrait d’avoir une compréhension dynamique de l’adoption du VAE, et de sa pertinence dans la relation des personnes au vélo, et de prendre en compte des événements ponctuels importants dans la vie (déménagement, changement de taille de ménage, changement de travail...). De plus, l’introduction de données qualitatives permettrait de dépasser la dépendance trop forte aux données quantitatives et aux corrélations statistiques, et de prendre en compte des facteurs importants du report modal, comme les représentations, les désirs, les freins et les motivations au changement.

Afin de mieux comprendre le report modal, une approche plus large que le simple choix utilitariste à un moment donné est proposée (MARINCEK 2022). Cette approche vise à combiner différentes échelles temporelles et angles d’analyses, en étudiant :

- le profil des personnes s’équipant de chaque type de véhicules.
- l’effet de report modal à court terme, étudié à travers la substitution ou le remplacement à court terme des modes de transport.
- l’effet à long terme sur la détention d’autres modes de transport, notamment à travers la renonciation à d’autres véhicules ou abonnements.

Cette approche permet de prendre en compte que les choix liés à la décarbonation des transports se font sur différentes échelles temporelles : à l’échelle opérationnelle (choix d’un mode pour un trajet donné à un moment donné), tactique (acquisition d’une habitude de mobilité) mais aussi stratégique (achat ou renonciation à un véhicule), et que ces différents choix s’influencent mutuellement.

Pour finir, le périmètre d’étude a une influence sur le report modal observé dans une étude, et le bilan carbone associé. Par exemple, les services de Voiture de Transport avec Chauffeur (VTC de type Uber) sont souvent décrits comme des solutions pour remplacer la voiture individuelle, notamment en permettant de mutualiser les trajets et de compléter les transports en commun, mais aussi car les véhicules utilisés sont moins consommateurs que la moyenne. Or, une recherche menée à Austin (Texas) a montré qu’ils engendreraient une augmentation de la consommation d’énergie située entre 41% et 90%, à cause des distances parcourues à vide, et du report modal depuis d’autres modes (WENZEL et al. 2019). Ainsi, cette recherche a permis de montrer l’importance de l’effet rebond, dont la visibilité dépend du périmètre d’analyse.

De manière similaire, le télétravail est identifié comme un des leviers principaux pour réduire la demande de transport, et les émissions de GES associées. En revanche, en élargissant le périmètre d’étude et en

prenant en compte les effets à long terme, la possibilité de télétravailler semble être liée à un phénomène de relocalisation : les personnes pouvant télétravailler se déplaceraient moins souvent, et choisiraient de vivre plus loin de leur lieu de travail (HOSTETTLER MACIAS et al. 2022). Ce phénomène annulerait une partie des économies d'énergie permises par l'évaporation d'une partie des déplacements (HAFFNER et al. 2025). Cela illustre l'importance de prendre en compte l'impact à long terme sur les modes de vie des mesures liées aux transports, et suggère la mise en place de mesures d'accompagnement permettant d'anticiper et de limiter les effets rebonds négatifs.

Dans cette partie, nous avons montré qu'il existe différentes manières d'appréhender le choix modal et le report modal, mais qu'en raison de la complexité du phénomène, et des nombreux paramètres à prendre en compte, aucune méthode n'est identifiée par la littérature pour comprendre de manière holistique ce phénomène. Il ressort toutefois de la revue de littérature qu'une combinaison de données quantitatives et qualitatives, ainsi que de différents périmètres d'étude permet de mieux comprendre ce phénomène.

3.4 Les mobilités actives dans la transition

Les mobilités actives ont un rôle important à jouer dans la transition des mobilités. En Suisse, *“le potentiel de report modal vers les modes de transport actifs est immense”* (KAUFMANN, GONZALEZ et al. 2019), notamment car 60% des déplacements faisaient moins de 5 km en 2015 (OFS et ARE 2017). De plus, les modes de transport actifs sont ceux qui ont les plus basses émissions de CO₂ sur leur cycle de vie, même avec une assistance électrique (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019), et leur pratique permet de réintroduire une activité physique (J. BOURNE et al. 2018). Dans ce contexte, nous tâcherons de résumer la littérature sur le rôle des mobilités actives, et en particulier du vélo dans la transition des mobilités.

L'intérêt du vélo et son potentiel

L'intérêt du vélo a été vanté dans les années 1970, dans un contexte de crise énergétique et de remise en question de l'abondance d'énergie (ILLICH 1973). Selon Illich, au-delà d'un certain seuil, la consommation d'énergie augmente aux dépens de l'équité. L'augmentation de la vitesse des véhicules *“mangerait”* le temps des personnes, et les mettrait dans une situation d'*“esclavage de circulation”*. Selon lui, elle devrait être plafonnée à celle du vélo, qui permet d'aller *“trois à quatre fois plus vite qu'à pied, tout en dépensant cinq fois moins d'énergie”*. C'est pourquoi *“le vélo élève la mobilité autogène de l'homme jusqu'à un nouveau degré, au-delà duquel il n'y a plus en théorie de progrès possible”*.

Le guide vélo, ouvrage de référence sur la promotion du vélo en Suisse, réaffirme les avantages du vélo dans le contexte actuel (OUVEMA et BÜRO FÜR MOBILITÄT 2025). *“Il contribue à apporter des réponses à de nombreux défis : les émissions de CO₂ et les dérèglements climatiques, la dépendance aux énergies fossiles et la pollution de l'air, les problèmes de santé publique liés à des modes de vie sédentaires, la congestion des infrastructures et les atteintes à la qualité de vie en particulier dans les centres (bruit, espace consacré à la circulation et le stationnement automobiles, etc.)”*. Malgré les nombreux avantages du vélo, son potentiel resterait selon les auteurs *“loin d'être exploité”*.

Pour illustrer ce potentiel important, de nombreux territoires misent actuellement sur le vélo dans leurs politiques publiques. Par exemple, le canton de Vaud veut multiplier par 5 la part modale du vélo à l'horizon 2035 (CANTON DE VAUD, DGMR 2022). La Confédération, quant à elle, a récemment inscrit la promotion du vélo dans la Constitution suisse (CHANCELLERIE FÉDÉRALE 2025), et veut doubler sa part modale (en distance) d'ici à 2050 (OFROU 2025). *“Les modes actifs sont de plus en plus vus comme une solution fonctionnelle à de nombreux problèmes liés aux transports”* (BALLO et al. 2022), notamment grâce à leur faible utilisation de l'espace. Après avoir montré l'intérêt du développement du vélo, et son potentiel, nous allons maintenant nous intéresser à la manière de promouvoir ce mode de transport.

Le lien entre territoire et usages du vélo : cyclabilité

Parmi les dimensions de promotion du vélo, l'infrastructure est un élément essentiel, puisque c'est la première préoccupation des cyclistes (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019). En effet, il a été montré que la qualité des aménagements urbains est directement liée à la quantité et à la diversité de cyclistes observés (van HAGEN et GOVERS 2018).

La capacité du territoire à accueillir les cyclistes est donc importante pour augmenter leur nombre, c'est même le premier objectif identifié par le Guide Vélo (OUVEMA et BÜRO FÜR MOBILITÄT 2025). La “cyclabilité” d'un territoire pourrait être définie comme “*la place du vélo dans l'environnement physique, construit et social*” (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019). De nombreux paramètres peuvent rentrer en compte, à différentes échelles :

- Territoire : relief, climat, densité, diversité et mixité des fonctions urbaines, attractivité.
- Villes : des itinéraires directs, confortables, attrayant, sécurisés et cohérentes doivent être proposés, en interaction avec une bonne infrastructure de stationnement et de réparation de vélos.
- Locale : largeur de l'aménagement, dénivelé, qualité de la chaussée. . .
- Ultra locale : hauteur du rebord, présences de discontinuités verticales. . .

Bien que la cyclabilité soit relativement facile à définir, elle est difficile à estimer, en raison de nombreux paramètres et de leurs différentes échelles. De plus, elle dépend de paramètres mesurables et quantifiables, mais aussi de paramètres subjectifs (perception du danger, désirs, représentations). Pour finir, elle combine des aspects physiques (infrastructures) et des aspects sociaux, dits *software* (les normes et les règles, c'est-à-dire la manière de gérer et d'utiliser les infrastructures) (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019).

Le lien entre individus et usages du vélo : motilité

Après s'être intéressé à l'influence du territoire sur la pratique du vélo, il convient de s'intéresser à celle des personnes. La motilité est définie comme l'ensemble des caractéristiques permettant à une personne d'être mobile (KAUFMANN, BERGMAN et JOYE 2004), et serait basée sur trois dimensions :

- **l'accès** : portefeuille d'équipement de mobilité (véhicules, abonnements. . .),
- **les compétences** : connaissance et expériences permettant d'utiliser un mode de transport de manière adéquate. Pour le vélo, on pourrait penser à la capacité à réparer son vélo, à maintenir son équilibre, à comprendre et à interpréter la signalisation routière ou encore être à l'aise dans la circulation routière.
- **L'appropriation** : ou la manière dont les individus perçoivent et choisissent les options de mobilité à leur disposition en fonction de leurs besoins, aspirations, stratégies, valeurs et habitudes. Il ne suffit pas seulement de pouvoir se déplacer, il faut aussi le vouloir pour que le déplacement ait effectivement lieu.

En étudiant les caractéristiques des individus, et leur influence sur la pratique du vélo, on observe que de nombreux profils de cyclistes existent, avec des usages, des expériences, des besoins en infrastructure et des équipements différents. Par exemple, un lien fort entre l'usage du vélo et le genre peut être observé : il existe un lien direct entre la qualité des aménagements cyclables et la proportion de femmes cyclistes (ALBRECHER et al. 2023). En effet, dans les villes et les pays où la part modale du vélo est importante, on observe plus de femmes cyclistes que dans les autres endroits. Ceci pourrait être dû à une perception différente du danger entre les hommes et les femmes, ainsi qu'à la pression sociale (ALBRECHER et al. 2023). Des liens similaires peuvent être faits entre l'usage du vélo et le statut social, l'âge ou encore le type de territoire. Des meilleures infrastructures permettent donc d'augmenter la part modale du vélo, et de diversifier les profils sociaux des usagers, augmentant l'acceptabilité des mesures en faveur du vélo.

Le système de véломobilité

Nous l'avons montré, les usages du vélo sont à la fois liés au territoire et aux personnes. C'est pour comprendre cette interaction complexe, dans une perspective d'analyse systémique, que le cadre d'analyse de “*véломobilité*” a été développé (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019, voir fig. 4). “*L'intensité des usages du vélo s'explique par la rencontre des deux autres volets : le potentiel de mobilité des personnes (dimension individuelle : motilité) et le potentiel d'accueil du territoire (dimension contextuelle : degré de cyclabilité du territoire)*”.

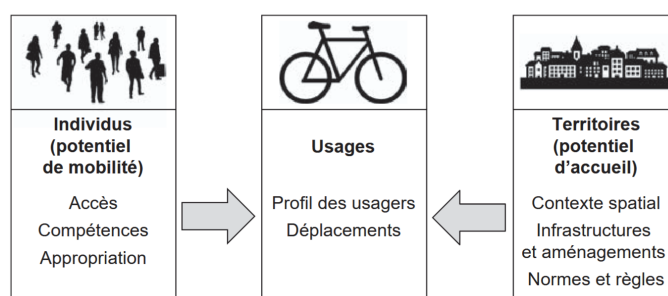


FIGURE 4 – Système de vélocité (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019)

En conclusion de cette partie, le vélo a un rôle important à jouer dans la transition des mobilités, grâce à ses faibles externalités et sa faible empreinte carbone, mais également car son potentiel de développement reste élevé. En outre, l'importance des questions politiques, est rappelée : *“Lorsque les autorités donnent peu de poids au vélo, la place qui lui reste est réduite, le sentiment de sécurité est mis à mal et la part modale demeure modeste”* (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019). Pour comprendre les usages du vélo, il est donc important d'analyser différentes échelles spatiales, mais aussi de combiner l'étude des personnes à celle des territoires, et des politiques.

3.5 Le Vélo à Assistance Électrique dans la transition

Le vélo et les mobilités actives existent depuis longtemps, mais de nouveaux véhicules ont vu le jour récemment avec le développement de nouvelles technologies de batteries électriques : trottinettes électriques, vélos à assistance électrique, monoroues, vélos cargos électriques... Ces véhicules, bien qu'associés à la marche et au vélo dans la catégorie “mobilités douces” s'en distinguent par de nombreux aspects, notamment leur vitesse. Cela peut mener à des conflits d'usage, voire à des dangers (objectifs comme perçus). Cette *“diversité des modes actifs”* invite à étudier le VAE à travers le prisme des mobilités actives, mais également comme un mode en soi (ALBRECHER et al. 2023).

Le VAE comme véhicule

Le VAE présente de nombreux avantages, notamment sur le plan énergétique et environnemental. Son rayon d'action serait de 10 à 15 km pour les personnes moyennes, ce qui est supérieur à celui du vélo classique, d'environ 5 km (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019). L'assistance électrique permet d'élargir la pratique du vélo : elle permet de conquérir des nouveaux territoires (relief, distances...), mais aussi de nouveaux usagers, en diminuant l'effort physique requis. De plus, son bilan énergétique resterait bon, grâce à son poids léger, sa petite batterie, et l'utilisation d'énergie humaine (MOBITOOL 2023). Ainsi, une batterie d'un pickup électrique (100 kWh) équivaldrait à la même capacité que celle de 200 VAE (BIGO 2023). L'utilisation d'énergie électrique permet un bilan carbone faible, particulièrement en Europe où l'électricité est en grande partie décarbonée. Selon la base de données Mobitool, qui fait référence en Suisse, le VAE ne produit aucune émissions directes de GES (MOBITOOL 2023). Sur son cycle de vie, le VAE émet 2 fois plus de $CO_{2,eq}$ par km que le vélo classique, mais ses émissions restent largement en dessous de celles des voitures, électriques comme thermiques. Parmi ces émissions, près de deux tiers viennent de la fabrication des véhicules. Le VAE se répand de manière importante ces dernières années, et représenterait l’“intégration la plus rapide d'un véhicule non thermique dans l'histoire de la motorisation” (FISHMAN et CHERRY 2016).

Le VAE dans le contexte Européen

En Europe, les données sur les ventes de VAE sont facilement disponibles, et montrent un engouement, avec une croissance du volume de vélos vendus de 6% par an entre 2019 et 2024 (HUVELIN 2025). En revanche, les raisons de l'achat d'un VAE, l'expérience des utilisateurs et l'impact perçu sur la mobilité, la santé et le bien-être restent peu connus. Au niveau européen, il a été montré que l'usage du VAE aurait un bénéfice sur le bien-être des usagers, et que le VAE permet d'étendre la pratique du vélo à des profils et des trajets qui ne considéreraient pas le vélo conventionnel (JONES et al. 2016). Ce dernier point a également été validé en Suisse (RÉRAT 2021).

Le VAE dans le contexte Lausannois

Dans le contexte Suisse, Marincek s’est intéressé au VAE à Lausanne, notamment aux raisons pour lesquelles il est adopté, à son utilisation, et à la manière dont il est perçu par ses usagers. (MARINCEK 2022). En effet, ces données sont “nécessaires” dans un “contexte d’une croissance forte des ventes de VAE, dont l’achat est subventionné par de nombreuses collectivités publiques”. Cela a permis de prouver que le VAE avait une plus grande diversité d’usagers que le vélo conventionnel. Ainsi, à Lausanne, le public du VAE est “plus féminin, plus âgé et davantage composé de parents” que celui du vélo mécanique. À Lausanne comme en Suisse, “les ménages des possesseurs de VAE sont plus dotés que la moyenne en véhicules, que ce soit en automobiles (77%), en vélos (72%) et en deux-roues motorisés (24%)”. De plus, il existe aussi une diversité d’usages : le VAE “peut représenter un moyen de transport (rejoindre une destination) et/ou une activité en soi (se promener ou faire du sport)”. Les freins principaux à son usage sont la météo, la difficulté de transporter un VAE dans le train ou le métro, ou l’obligation d’emprunter une route à fort trafic.

Le travail de Marincek a aussi pu quantifier le report modal engendré par le VAE. En diversifiant la pratique du vélo, tant dans les usages que les usagers, “le VAE prend donc une place importante dans les pratiques de mobilité des individus et tend à bousculer la place des autres modes”. Ainsi, environ la moitié des utilisateurs utilisent moins la voiture et les transports publics depuis qu’ils ont adopté le VAE. 20% auraient même renoncé à la possession d’une voiture et 43% à celle d’un 2 roues motorisé depuis l’achat de leur VAE. Cette recherche montre que la possession d’un VAE a un impact sur les pratiques et l’équipement de mobilité à moyen et long terme. En revanche, elle ne quantifie pas la réduction de GES permise par le VAE, ses résultats sont limités à Lausanne, alors qu’une évaluation de l’utilisation du VAE au niveau suisse ou européen serait utile pour orienter des politiques publiques à ces échelles.

Le VAE aurait ainsi un potentiel important dans la transition vers une mobilité durable, le développement de l’activité physique, et l’extension de la pratique du vélo, et serait un “mode de transport encore émergent mais qui est appelé à jouer un rôle croissant” (MARINCEK, RAVALET et RÉRAT 2020). Au niveau politique, “les perspectives de développement du VAE [...] suggèrent le besoin d’un accompagnement politique au-delà de l’actuelle subvention”. En effet, il a été montré que les utilisateurs de VAE sont sensibles à la qualité des aménagements et du stationnement, qui sont directement influencés par des choix politiques.

Le VAE comme levier d’aménagement des villes

Le développement du VAE pourrait influencer l’organisation des villes, dans un contexte d’une nécessaire transition rapide et radicale. C’est dans cette perspective que le projet *E-Bike City* a été lancé à l’ETHZ, afin d’évaluer l’impact de l’aménagement urbain sur un report modal rapide vers des modes de transport plus durables (BALLO et al. 2022). En effet, selon ses auteurs, les stratégies actuelles de transition des transports ne pourront pas atteindre les objectifs de décarbonation dans les délais impartis. Afin de produire des “changements de comportement substantiels”, environ 50% de l’espace public devrait être dédié aux mobilités actives, afin de trouver “Trouver un nouvel équilibre entre les modes de transport existants”. Cela permettrait d’attirer un maximum d’usagers, avec une infrastructure sécurisée et attractive, dont les coûts et temps de réalisation seraient faibles. Les transports publics et la marche seraient complémentaires du vélo pour les longues et courtes distances, respectivement. Cette transformation, permise par le développement du VAE, et son potentiel de “game changer” aurait des “effets d’une portée considérable” sur le choix modal, les émissions de GES, mais aussi les vitesses, l’accessibilité et l’équité sociale (BALLO et al. 2022). Ces effets seraient d’autant plus grands si elle était appliquée à travers le monde, où la population urbaine va continuer de croître dans les prochaines décennies. En revanche, cette idée reste principalement théorique, et des expérimentations réelles seraient nécessaires, pour prouver l’impact sur les modes de vie et les émissions de GES, et identifier les obstacles sociaux et politiques à ces changements.

Le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité et le report modal lié au VAE

Le projet *E-Biking in Switzerland* (EBIS) avait pour but de mieux comprendre les usages du VAE, son interaction avec les autres modes de transport, et son impact sur les émissions de GES (HINTERMANN et al. 2025). Pour ce faire, un suivi GPS d’un échantillon d’utilisateurs du VAE a été réalisé. Les trajets actuels en VAE permettraient une réduction des émissions de 78% par rapport au mode substitué, ce qui permettrait aux utilisateurs de VAE de réduire leur empreinte carbone liée à la mobilité de 18%. En extrapolant à la population générale, des scénarios ont pu être élaborés pour quantifier le potentiel de réduction des émissions, en se basant sur une substitution des pratiques actuelles de transport par le VAE. Même avec des hypothèses

de substitution ambitieuses, les réductions d'émissions de GES resteraient limitées à 5%. Ce projet a permis de combiner différentes méthodes quantitatives pour modéliser l'impact de l'aménagement urbain sur les cyclistes, et comprendre le phénomène de report modal permis par le VAE. En revanche, les politiques publiques, n'ont pas été prises en compte, l'échantillon était relativement réduit et non représentatif de la population générale d'utilisateurs de VAE, et aucune typologie n'a été développée, ne permettant pas de dégager des similarités dans les comportements des utilisateurs. Pour finir, le report modal a été étudié uniquement via l'approche de la substitution, qui n'inclue pas l'impact de l'adoption du VAE sur les modes de vie, et les systèmes de transport en général.

Une autre étude, menée en 2019, a permis d'estimer le potentiel du VAE pour les trajets domicile-travail en Suisse. Les auteurs ont estimé si chaque trajet pouvait être effectué en VAE, en prenant en compte de nombreux paramètres comme la température, la précipitation, l'aptitude physique, la pente et le temps de trajet. Il existe dans leur scénario le plus ambitieux un potentiel de réduction des émissions liées aux trajets pendulaires de 17,5% (BUCHER et al. 2019). Dans cette simulation, les auteurs n'ont pas pris en compte le fait que les déplacements domicile-travail peuvent s'inscrire dans des boucles, ce qui compliquerait la substitution, et ne se sont pas basés sur le comportement actuel des utilisateurs de VAE.

Dans l'article "*The influence of individual physical capabilities for cycling adoption*", la part des trajets et des distances actuellement réalisés en voiture en Suisse qui pourraient être réalisés en vélo ou en VAE, a été estimée (MEYER DE FREITAS et AXHAUSEN 2024). Cela a été fait en se basant sur des temps de trajet prenant en compte la capacité physique des individus. En faisant l'hypothèse que les personnes sont prêtes à remplacer la voiture par le vélo si l'augmentation de temps de trajet est limitée à 10%, il a été montré que plus de 30% des distances parcourues en voiture pourraient être remplacées par le VAE 45. Cela correspond à plus de la moitié des trajets réalisés en voiture en Suisse, montrant que le VAE a un potentiel important pour remplacer la voiture, notamment par rapport au vélo musculaire. En revanche, les résultats n'ont pas été fournis en termes d'émissions de GES, et sont à interpréter comme un potentiel maximum théorique, puisque seul le temps de trajet a été prise en compte pour estimer si un trajet était substituable par le VAE.

Pour le canton de Vaud, un document de prospective a confirmé que "*l'essor actuel du vélo électrique constitue un levier particulièrement efficace de décarbonation de la mobilité*" (STATISTIQUES VAUD 2025). En effet, pour atteindre les objectifs de décarbonation, il est nécessaire que les distances parcourues à vélo soient plus que doublées. Dans le scénario le plus ambitieux, le potentiel du vélo est estimé à 20% des distances parcourues pour les trajets de moins de 10 km, ce qui quintuplerait les distances parcourues à vélo, notamment grâce au VAE. Cette étude prend en compte l'impact du VAE sur les modes de vie, puisqu'il ferait augmenter la distance totale parcourue de 5 km, en raison des trajets récréatifs. En revanche, ces scénarios restent théoriques, et les mesures permettant d'atteindre ces objectifs ne sont pas précisées ni mises en place.

À Zurich, une étude s'est intéressée au report modal causé par les vélos et trottinettes électriques, en s'intéressant à la fois aux véhicules en libre-service et aux véhicules privés (RECK et al. 2022). En effet, ces véhicules étant relativement nouveaux, les informations sur les schémas de compétitions et de substitution avec les autres modes de transport restent peu disponibles. À partir d'un modèle de choix modal, les auteurs ont estimé que les véhicules électriques privés remplacent des modes de transport en moyenne plus émetteurs, tandis que les véhicules partagés, sont en moyenne plus émetteurs que les modes qu'ils remplacent. Cette approche se limite à de la substitution à court terme, et ne prend pas en compte l'impact de ces véhicules sur les modes de vie, et notamment leur contribution à un mode de vie sans voiture.

Une dernière étude confirme le potentiel du VAE, en mettant l'accent sur le potentiel important qui existerait dans les agglomérations de moins de 100 000 habitants en Suisse (6T BUREAU DE RECHERCHE et URBANMOVING 2024). Dans ces territoires, l'offre de transports en commun est plus faible et plus difficile à améliorer, et les trajets courts sont facilement réalisables en VAE, ce qui permettrait "*une augmentation significative de l'utilisation du vélo*". Il convient de préciser que ce potentiel est estimé par rapport à la part modale du "*meilleur élève*" de chaque catégorie d'agglomération en Suisse. Un potentiel plus important pourrait être obtenu en comparant avec les meilleurs élèves au niveau Européen.

Toutes ces recherches, basées sur des méthodologies très différentes, montrent qu'il existe actuellement un potentiel de développement du VAE en Suisse. En revanche, l'impact à long terme du VAE sur les (éco)systèmes de transport semble être seulement partiellement saisi : peu de ces recherches prennent en compte l'impact du VAE sur les modes de vie, les habitudes et l'équipement de mobilité. De plus, peu de

ces recherches ont chiffré le potentiel du VAE en termes de réduction d'émissions de GES (SUN et al. 2020), certaines se limitant même au nombre de trajets, ce qui ne permet pas de mener un bilan environnemental BIGAZZI et WONG 2020.

La prise en compte du VAE dans les politiques publiques

La plupart des recherches analysées sur le VAE font des recommandations aux politiques publiques, mais sans prendre directement en compte ces politiques publiques. Pour combler cela, une analyse de près de 300 politiques d'incitation financière de promotion du VAE dans les pays de l'OCDE a montré que la plupart se limitaient à des aides à l'achat, remboursées une fois le VAE acheté (NOSRATZADEH et al. 2024). Une minorité de ces politiques prenaient en compte les caractéristiques sociodémographiques des personnes pour aider en priorité les catégories qui en auraient le plus besoin. De plus, très peu de programmes considèrent le VAE comme une manière de substituer directement la voiture, en conditionnant l'aide financière à l'abandon d'une voiture. Pour finir, quasiment aucun programme n'inclut d'évaluation de son impact, afin de savoir si la possession de VAE induit un changement d'usage ou une renonciation à d'autres modes de transport. Cette étude, basée sur la littérature grise, montre qu'il existe des mesures de promotion du VAE à l'échelle locale, mais qu'elles sont rarement accompagnées de monitoring, ce qui est un obstacle à des "*interventions stratégiques*" des autorités.

3.6 Conclusion

En conclusion de cette revue de littérature, nous pouvons affirmer que le secteur des transports est un secteur clé dans la transition vers un monde plus durable, et qu'il devra changer de manière rapide et radicale. Les solutions technologiques seules ne seront pas suffisantes, et devront être combinées à des solutions basées sur la sobriété. Le vélo est un mode de transport sobre, qui présente de nombreux avantages, tant au niveau social qu'environnemental ou économique. Il lui reste un potentiel de développement important en Suisse, surtout en considérant le VAE, qui permet de conquérir de nouveaux usagers et territoires. En revanche, bien que les ventes de VAE soient en pleine augmentation, leurs effets sur le reste du système de transport, et sur les émissions de GES restent mal connus. Ce phénomène de report modal est compliqué à appréhender, en raison de son étendue temporelle, des différentes échelles auxquelles il peut être étudié, et de son lien avec les imaginaires, les modes de vie, l'équipement et les pratiques de mobilité. Pour finir, les usages du vélo sont fortement liés aux politiques publiques et à l'aménagement du territoire. Les politiques publiques actuelles manquent de moyens et d'ambition pour atteindre les objectifs de décarbonation, mais également de mécanismes d'évaluation, et incluent peu le VAE.

4 Théorie et méthodes d'analyse

4.1 Problématisation

Le VAE est aujourd'hui un véhicule répandu et populaire en Suisse, puisque 23% des ménages en étaient équipés en 2021 (OFS et ARE 2023), contre 7% en 2015 (OFS et ARE 2017). Il continue de se répandre, puisqu'il représentait environ 50% des ventes de nouveaux vélos en 2024 (VÉLO-SUISSE 2025). De plus, il est identifié comme un mode disponible pour décarboner la mobilité facilement et rapidement (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024), et réduire la dépendance à la voiture. En revanche, il manque de données sur son usage en Suisse, notamment sur la manière dont il interagit avec les autres modes de transport, et dont il les complète et/ou les remplace. En particulier, l'effet de ce report modal sur les émissions de GES est aujourd'hui peu connu. De plus, le VAE pourrait influencer les modes de vie et la santé, en augmentant l'activité physique, ou en remplaçant d'autres loisirs, mais ces impacts sont encore mal connus.

Malgré tout cela, les stratégies actuelles de planification de la mobilité sont principalement orientées vers les grands projets d'infrastructure, le développement de nouveaux quartiers autour des transports en commun, ainsi que le renouvellement et l'électrification de la flotte de véhicules.

Tout cela semble mettre en lumière un potentiel méconnu du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse. Le VAE permet-il de remplacer d'autres modes de transport plus polluants à court, moyen et long terme ? Ou bien est-il utilisé principalement comme un loisir, pour des trajets récréatifs ? Lui reste-t-il un potentiel de développement et/ou de décarbonation de la mobilité ? En outre, les ambitions institutionnelles ne semblent pas en phase avec le développement rapide du VAE. Un décalage paraît se dessiner et les raisons de celui-ci ne sont pas évidentes. Le VAE aurait-il été adopté très vite par les usagers en raison de ses avantages (faible coût, faibles contraintes logistiques, faible impact environnemental...), ce qui n'aurait pas laissé le temps aux politiques d'accompagner ce phénomène ? Les décideurs disposent-ils des informations et des données suffisantes pour accompagner son développement et comprendre son potentiel ? Ces réflexions permettent donc de poser la problématique suivante :

Quel est le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse ?

4.2 Structure méthodologique

Grâce à la revue de littérature, nous avons pu identifier que les usages du vélo s'expliquent à travers du système de véломobilité par les interactions entre le potentiel de mobilité des usagers et le potentiel d'accueil des territoires. Nous avons également montré que les politiques publiques peuvent avoir une influence sur ces deux éléments. Ainsi, la politique, les personnes et les territoires semblent indissociables pour comprendre le potentiel de décarbonation des mobilités du VAE, et peuvent s'articuler sous la forme d'un diagramme de Venn (fig. 5). La rencontre de ces trois éléments représenterait le potentiel de décarbonation. Ce triptyque postule un lien entre les éléments :

- La rencontre entre les individus et les territoires renvoie à la notion d'usages comme le postulait le système de véломobilité.
- La rencontre entre les politiques publiques et les usagers renvoie aux imaginaires, aux réglementations et aux incitations.
- L'interaction territoires-politiques publiques s'inscrit dans l'aménagement du territoire et de l'espace public.

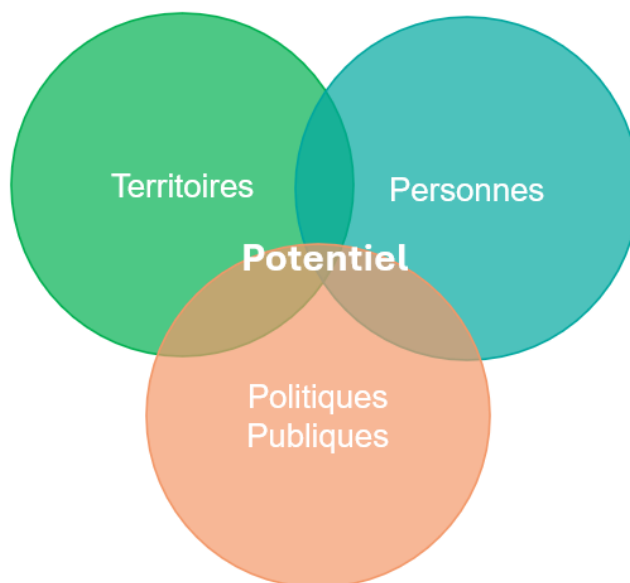


FIGURE 5 – Triptyque d’analyse de la décarbonation des mobilités

En tenant compte de ce prisme d’étude, la méthode choisie est détaillée ci-dessous avec le cadre de travail posé qui l’accompagne et les cas d’étude choisis.

4.2.1 Personnes (approche quantitative)

Cette étude quantitative sera réalisée pour le territoire Suisse, avec une attention particulière portée sur la région Lémanique Suisse. Elle comprendra les éléments suivants :

- Le profil sociodémographique des détenteurs du VAE.
- Les pratiques de mobilité de la population Suisse, et des détenteurs de VAE.
- Le report modal (à court terme et en deux temps) et les émissions de GES associées.
- Le potentiel de substitution et de réduction des émissions de GES par le VAE de la mobilité de la population Suisse, en fonction de la substitution et des réductions d’émissions observées.
- Le potentiel de substitution et de réduction des émissions de GES en prenant en compte les capacités physiques des personnes.

4.2.2 Territoires (approche quantitative)

Cette étude quantitative sera réalisée pour le territoire Suisse, et pour le territoire de l’Arc Lémanique, en fonction des données disponibles. Elle comprendra les éléments suivants :

- Les territoires où le VAE est utilisé
- Le lien entre usage du VAE et qualité des infrastructures

4.2.3 Politiques publiques (approche qualitative)

Cette dernière partie sera basée sur une approche qualitative dédiée aux stratégies de mobilité de différentes institutions qui influent sur la planification de la mobilité. Elle comprendra :

- La prise en compte du VAE dans les politiques publiques de transport, à différents échelons territoriaux (communes, agglomérations, cantons, confédération) qui seront comparées avec des politiques d’autres pays si cela est jugé pertinent.
- Le point de vue des experts et des institutions sur le potentiel de développement du VAE et sa prise en compte dans les politiques publiques.

4.2.4 Articulation des parties qualitatives et quantitatives

La méthode utilisée pour répondre à la problématique se base sur une approche mixte, en combinant l’approche quantitative et l’approche qualitative. Cette approche semble pertinente pour expliquer le phénomène étudié, comme en témoigne la littérature (HALCOMB et HICKMAN 2015).

L’approche quantitative permettra de cerner les usages et usagers du VAE à partir de quantités de données importantes, et de détailler leur état actuel dans une logique de corrélations statistiques. Ces données permettront d’estimer la substitution et la réduction des émissions de GES permise par le VAE. En revanche, elles ne permettront pas de savoir si cette situation est prévue ou encouragée par les autorités, ni leurs ambitions sur le sujet.

Pour cela, l’approche qualitative sera utilisée pour analyser différentes politiques publiques de décarbonation des mobilités afin de comprendre dans quelle mesure elles incluent le VAE. Cela permettra de confronter la vision des institutions aux résultats obtenus à partir des données sur les usagers. Des entretiens avec des institutions et experts seront réalisés, afin de les confronter aux résultats de la partie quantitative, et de comprendre leur point de vue sur le potentiel du VAE et sa prise en compte dans les politiques publiques.

4.3 Définition du report modal utilisée dans ce travail

Le report modal étant au cœur de ce travail, il est important de définir ce concept de manière claire. La définition qui sera prise en compte est issue du projet E-BikeShift, et des travaux de l’OUVEMA (MARINCEK, RÉRAT et LURKIN 2024 ; RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024). Ils insistent sur la difficulté de mesurer le report modal, puisque le VAE peut remplacer un autre mode, mais aussi empêcher de passer à un autre mode de transport, ce qui est plus difficilement observable. *“L’analyse basée uniquement sur la substitution des déplacements simplifie à l’excès la complexité de ce phénomène, la difficulté d’opérer un tel changement et son potentiel pour modifier les habitudes de mobilité à long terme. En effet, un report modal peut également impliquer un changement de mode de vie (renoncer à l’acquisition ou à la possession d’une voiture) ou continuer à vivre sans voiture”*. En effet, selon l’approche omnimodale, les modes font partie d’un système, où ils se complètent et sont en compétition les uns avec les autres (HÉRAN 2017). Afin de comprendre de la manière la plus fine et exhaustive possible l’impact du VAE sur les pratiques et l’équipement de mobilité, ainsi que leur évolution, notre définition du report modal se basera sur plusieurs éléments :

- Le profil des personnes qui ont des VAE
- La compétition entre les modes de transport, à travers le report modal. Cette approche se basera sur l’analyse des distances, plutôt que des nombres de déplacements, afin de pouvoir établir des bilans carbone de cette substitution (SUN et al. 2020). Elle s’intéressera à deux types de substitution :
 - la substitution à court terme, qui s’intéressera au mode qui a été substitué par le VAE.
 - la substitution dite “en deux temps” qui s’intéressera au mode que le VAE remplace, et au mode qui serait utilisé si le VAE n’était pas disponible (approche systémique). Cela permettra de prendre en compte la place du VAE dans le système de mobilité.
- L’effet à long terme du VAE sur les modes de transport, à travers la renonciation à d’autres modes, ou le changement des modes de vie (approche de parcours de vie)
- L’effet du VAE sur les modes de vie (approche par les styles de vie)

4.4 Cas d’étude

Le thème de ce mémoire étant le potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse, les cas d’étude présentés seront à l’échelle Suisse (Micro Recensement Mobilité et Transports, et journal d’activité) ou à l’échelle de l’Arc Lémanique Suisse (Panel Lémanique). En effet, le report modal permis par le VAE dépend fortement du contexte et du mode utilisé principalement avant l’acquisition du VAE (BIGAZZI et WONG 2020 ; CHEVANCE et al. 2025 ; SUN et al. 2020), ce pour quoi nous limiterons les comparaisons internationales du report modal. Pour la partie qualitative, des politiques de mobilité seront analysées à l’échelle nationale, régionale ou locale (pour la région lémanique). Des décideurs et experts des différents échelons territoriaux seront interrogés.

5 Données : détail, traitement et méthode d'analyse

Au vu de la grande quantité de données déjà disponibles sur la mobilité et le VAE, et restant à exploiter, ce travail cherchera à valoriser au maximum les données existantes, plutôt que d'en générer de nouvelles. Les échantillons des différentes bases de données considérées sont présentés dans le tableau récapitulatif ci-dessous. Une analyse détaillée sera présentée ensuite.

TABLE 1 – Caractéristiques sociodémographiques des échantillons (en %)

| Variable | Modalité | Panel Lémanique* | Travel Diary | EBIS* | MRMT 2021 VAE*† | MRMT 2021* | Population** |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|--------------|-------|-----------------|------------|--------------|
| Genre | | | | | | | |
| 32.7 | Autre/ Non-réponse | 1.3 | – | – | – | Femmes | 52.6 |
| | 49.0 | 50.3 | 50.5 | 50.4 | | | |
| | Hommes | 46.1 | 67.3 | 51.0 | 49.7 | 49.5 | 49.6 |
| Âge | | | | | | | |
| | 18 ans et moins | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 9.9 | 9.4 | 18.9 |
| | 19–30 ans | 12.4 | 0.9 | 20.0 | 14.1 | 13.1 | 13.8 |
| | 31–50 ans | 35.0 | 20.8 | 38.0 | 26.9 | 29.5 | 28.4 |
| | 51–65 ans | 27.5 | 36.5 | 31.0 | 26.9 | 23.2 | 20.6 |
| | 66 ans et plus | 25.2 | 41.9 | 8.0 | 22.2 | 24.8 | 18.4 |
| Niveau d'éducation | | | | | | | |
| | Non-réponse | 1.2 | 1.8 | – | 10.4 | 10 | 2 |
| | Obligatoire | 6.4 | 2.3 | 8.0 | 9.3 | 14.2 | 19.0 |
| | Secondaire | 38.6 | 44.4 | 39.0 | 41.9 | 41.7 | 42.0 |
| | Supérieure | 53.8 | 51.5 | 53.0 | 38.5 | 34.1 | 37.0 |
| Revenus mensuels du ménage | | | | | | | |
| | Non-réponse | 11.0 | 12.8 | 5 | 29.8 | 29.4 | 13.8 |
| | 4 000 CHF et moins | 11.9 | 5.3 | 4.0 | 5.1 | 11.1 | 9.6 |
| | 4 001–8 000 CHF | 32.7 | 33.2 | 23.0 | 21.8 | 25.7 | 36.7 |
| | 8 001–12 000 CHF | 24.9 | 32.0 | 27.0 | 21.8 | 18.5 | 25.0 |
| | 12 001–16 000 CHF | 10.9 | 12.5 | 28.0 | 11.6 | 8.5 | 9.5 |
| | Plus de 16 000 CHF | 8.6 | 4.3 | 13.0 | 9.8 | 6.8 | 5.4 |
| Occupation⁺ | | | | | | | |
| | Non-réponse | 1.1 | 3.1 | – | 12.0 | 9.7 | 4 |
| | Temps plein | 35.1 | 28.3 | – | 33.3 | 35.2 | 40.0 |
| | Temps partiel | 26.6 | 25.7 | – | 28.9 | 22.5 | 24.0 |
| | Formation | 8.1 | 0.0 | – | 5.0 | 4.2 | 4.0 |
| | Retraité | 23.4 | 41.9 | – | 15.8 | 19.2 | 23.0 |
| | Sans emploi | 5.7 | 1.0 | – | 5.9 | 8.0 | 5.0 |
| Taille du ménage | | | | | | | |
| | 1 personne | 25.8 | 15.2 | – | 9.6 | 19.2 | 16.5 |
| | 2 personnes et plus | 73.3 | 82.8 | – | 90.4 | 80.8 | 82.7 |
| | Autre/ non-réponse | 1.0 | 2.0 | – | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| DEGURBA | | | | | | | |
| | Non-réponse | – | 1.4 | – | – | – | – |
| | Densément peuplée | 52.7 | 26.6 | – | 22.2 | 29.8 | 34.0 |
| | Intermédiaire | 31.2 | 50.6 | – | 55.4 | 52.0 | 50.0 |
| | Faiblement peuplée | 15.8 | 21.4 | – | 22.3 | 18.2 | 16.0 |
| Taux d'équipement | | | | | | | |
| | Modes motorisés | 83.7 | 85.0 | 60.0 | 92.1 | 83.9 | – |
| | Vélos mécaniques | 53.8 | 66.0 | 82.0 | 75.0 | 69.3 | – |
| | VAE | 20.4 | 100.0 | – | 100.0 | 22.8 | – |
| | AG | 7.2 | 12.2 | 17.0 | 8.6 | 7.9 | – |
| | Demi-tarif | 47.7 | 49.1 | 68.0 | 40.1 | 31.1 | – |
| | Abonnement régional | 18.3 | 8.7 | 10.0 | 9.3 | 13.1 | – |
| N | (non pondéré) | 2 847 | 1 253 | 3 940 | 13 758 | 55 018 | 8 812 700 |

Notes :

- † Personnes ayant un VAE prêt à l'usage dans leur ménage en Suisse en 2021.
- * Données pondérées avec les poids fournis, afin d'être représentatif de leur population de référence.
- ** Source : Base de données STATPOP 2022 (OFS 2024).
- + Pour le niveau d'occupation professionnel, cette catégorie est recrée dans le MRMT à partir des données disponibles. Une personne est considérée comme travaillant à temps plein si elle travaille à un taux supérieur à 90%, ou qu'elle est en service civil ou militaire. Sinon, elle est considérée comme travaillant à temps partiel si elle travaille à plus de 10%. Si son taux de travail est en dessous de 10%, nous lui attribuons une autre activité, si

elle en a déclaré une (retraité, étudiant...). Cela a pour conséquence de prioriser la catégorie travail par rapport aux autres. Pour les autres bases de données, nous utilisons l'activité principale fournie dans les données.

5.1 Panel Lémanique - Phase quantitative

Le Panel Lémanique est une récolte de données d'envergure, constituée de plusieurs vagues, visant à récolter diverses informations sur une large population de l'arc lémanique, afin d'identifier des "*leviers de changement vers des modes de vie bas-carbone*" (LABORATOIRE DE SOCIOLOGIE URBAINE 2025). Nous utiliserons les enquêtes mobilité 1 et 2 du Panel Lémanique, menées respectivement en 2022 et 2024, sur le même échantillon de population représentatif de la population de la région. Notre échantillon se base sur les personnes ayant répondu aux 2 vagues de l'enquête, résidant en Suisse, et ayant fourni les informations sociodémographiques de base, ce qui représente 2847 personnes.

Forces

La variété de questions posées dans le questionnaire, avec des informations sur :

- Les caractéristiques sociodémographiques (âge, genre, revenus du ménage, niveau d'étude, emploi, santé physique estimée, taille du ménage, etc.)
- Les véhicules et abonnements de transport en leur possession
- Les habitudes de mobilité
- Des phénomènes sociaux nouveaux (télétravail, multirésidentialité...), qui permettent de comprendre de manière fine la mobilité et le mode de vie des personnes.

De plus, ces données offrent la possibilité de suivre des personnes de manière longitudinale, ce qui est peu courant dans les enquêtes de transport.

Limites :

En revanche, les données sont limitées à la région lémanique, ce qui ne permet pas de généraliser à l'échelle nationale. De plus, elles ne comprennent que les habitudes de mobilité, et non les comportements effectifs. Pour finir, la période d'observation est limitée à deux ans. La troisième vague du questionnaire prévue en 2026 permettra de doubler la période d'observation, et d'apporter plus de nuances à ces analyses.

Échantillon :

La description de l'échantillon est visible dans le tableau 1. Les zones densément peuplées sont surreprésentées par rapport à la population Suisse, ce qui est cohérent avec le type de territoire présent dans la région lémanique Suisse. Les personnes de moins de 18 ans ne sont pas incluses. Les analyses seront pondérées par le coefficient fourni pour être représentatif des cantons, filtré au quantile 99.

5.2 Micro Recensement Mobilité et Transports

Le Micro Recensement Mobilité et Transports (MRMT) est une enquête menée en général tous les 5 ans par l'Office Fédéral de la Statistique auprès de la population résidente en Suisse. Son objectif est de récolter des données sur les déplacements de la population, son équipement en termes de mobilité, et ses opinions quant à la politique de transport. Pour ce faire, tout au long de l'année, un échantillon représentatif de la population est interrogé sur ses déplacements effectués durant une journée de référence. Ramené à grande échelle, cela a pour but de représenter une journée type de mobilité pour la population.

Pour ce projet, nous pouvons utiliser 3 versions du MRMT :

- MRMT 2021 (OFS et ARE 2023) : cette enquête ayant été menée en sortie de crise COVID, ses résultats ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de la mobilité en Suisse hors crise : les mesures de restriction des voyages et des activités étaient encore en vigueur, et influençaient fortement la mobilité des personnes. En revanche, ils permettent de comparer certains groupes quant à leurs pratiques et équipement de mobilité et d'étudier les usages et la détention de VAE, qui étaient déjà largement disponibles en 2021.

- MRMT 2015 (OFS et ARE 2017) : cette enquête reste la référence des données de mobilité à l'échelle Suisse, malgré les 10 années écoulées depuis sa réalisation. En raison du déploiement récent du VAE, l'échantillon de 2015 est trop petit et non représentatif de la situation actuelle.
- MRMT 2015 enrichi (MEYER DE FREITAS et AXHAUSEN 2024) : Pour finir, nous utiliserons une version du MRMT 2015 enrichie pour l'article "*The influence of individual physical capabilities for cycling adoption*". Pour chaque étape présente dans le MRMT 2015, le temps de trajet en vélo, en VAE 25 et en VAE 45 a été estimé grâce à un routeur développé pour l'occasion. Ce routeur permet de prendre en compte le dénivelé et le temps passé aux intersections, mais aussi la capacité physique des personnes, estimée en fonction de divers paramètres (revenus, âge, genre...) et en se basant sur l'enquête nationale de santé suisse. Cela permet d'estimer des temps de trajet réalistes, et de prendre en compte que certaines personnes (environ 10% de la population) ne peuvent pas faire de vélo, car elles n'ont pas la capacité physique nécessaire.

Une nouvelle enquête MRMT est prévue en 2025, dont les résultats seront publiés en 2026. Ils contribueront à la compréhension de la demande de mobilité en Suisse, et pourront être utilisés pour affiner et/ou confirmer les analyses de ce travail.

Forces

Le nombre et la diversité des questions posées (inclusion de nombreuses données sociodémographiques) permettent d'avoir une idée assez précise de la situation quant à la mobilité en Suisse. De plus, les données sur la journée de référence permettent de faire des analyses quantitatives sur des indicateurs clés de la mobilité (émissions de GES, distances, durées, nombre de déplacements...). Pour finir, la taille de l'enquête permet d'avoir un échantillon représentatif à l'échelle nationale, mais aussi de comparer.

Limites :

L'enquête est déclarative, assez longue, et comporte de nombreuses questions, ce qui pourrait inciter les personnes à omettre des déplacements, en raison de biais de paresse ou de mémoire. En effet, il semble que cette enquête tend à sous-représenter certains trajets par rapport à du suivi GPS, plus exhaustif (STOPHER et al. 2007). De plus, les informations sur les trajets sont principalement déclaratives, et dépendent donc des biais et des perceptions des personnes interrogées. Ensuite, les questions ne permettent pas de comprendre les motivations et les freins à l'usage du vélo. Pour finir, le périmètre reste limité, ce qui ne permet pas de comprendre la mobilité en Suisse dans son ensemble. Par exemple, les frontaliers et touristes sont exclus, alors qu'ils représentent une part importante de la mobilité, avec des contraintes (horaires, distances, tarification) différentes de celles de la population résidente.

Échantillon :

Nous présentons l'échantillon du MRMT 2021 dans le tableau 1, qui est la seule version du MRMT pour laquelle nous analyserons les informations sociodémographiques.

5.3 Journal d'activité E-BikeShift

Le projet "*E-BikeShift*" a été lancé par l'OUVEMA en 2024, afin de comprendre les effets du VAE sur la mobilité en Suisse (OUVEMA 2024). Ce projet est innovant, puisque ce sera la première étude sur le VAE effectuée au niveau d'un pays sur un échantillon représentatif de la population. Ses objectifs sont de :

- Quantifier la manière dont les VAE sont utilisés,
- Créer une typologie d'utilisateurs de VAE,
- Comprendre les multiples dimensions du report modal causé par les VAE,
- Quantifier l'impact du VAE sur les émissions de GES,
- Identifier les mesures permettant de développer leur usage.

Les données récoltées comprennent :

- Un questionnaire effectué sur un échantillon représentatif de la population ($n \approx 1000$)
- Un journal d'activité, comprenant des trajets effectués en VAE, et des informations sur les utilisateurs du VAE ($n \approx 1500$) et leurs trajets

- 30 entretiens en profondeur avec des usagers de VAE.

Le présent travail sera réalisé en articulation avec le projet E-BikeShift, en analysant les données du journal d'activité. Cela permettra de comprendre le report modal lié au VAE, selon la définition du report modal présentée ci-dessus, et de quantifier l'impact du VAE sur les émissions de GES. Ce journal d'activité a pris la forme d'un questionnaire déclaratif, diffusé via les canaux de communication de l'OUVEMA, et des milieux du vélo. Il comprend les données suivantes :

- Informations sociodémographiques sur les personnes
- Équipement de mobilité des personnes, dont des informations sur le VAE.
- La fréquence d'utilisation du VAE, en général et par motif.
- Pour chaque trajet effectué en VAE : le motif, la durée, la distance, le mode qui aurait été utilisé avant l'adoption du VAE et le mode qui serait utilisé si le VAE n'était pas disponible.
- Ressenti de l'expérience en VAE et intentions futures vis-à-vis du VAE

Nous retirons les personnes n'ayant pas rempli leur genre ni leur âge, et les catégories de taille négligeable (genre "Autre", âge inférieur à 18 ans).

Forces

- Le journal d'activité permet d'étudier la substitution (report modal à court terme) à l'échelle des trajets, et de quantifier son effet sur les distances et les émissions de GES. De plus, l'information sur le mode de secours permettra d'étudier la substitution en deux temps, c'est-à-dire à travers le mode que le VAE remplace, mais aussi le mode qui serait utilisé si le VAE n'était plus disponible.
- L'échantillon est relativement grand, avec près de 1 250 personnes et 8 800 trajets. À titre de comparaison, le journal d'activité de EBIS comportait 5 650 trajets.
- La période d'observation sur sept jours permet de représenter le comportement de mobilité répété, dépassant ainsi la limite de nombreuses études de transport, qui ne se basent que sur un jour (HINTERMANN et al. 2025).
- Des informations sur l'expérience des usagers du VAE et leur biographie de mobilité sont incluses.

Limites

- L'échantillon est non représentatif et non pondéré. C'est un échantillon de facilité : il contient des personnes qui ont un VAE, qui l'utilisent et qui ont accepté de remplir sans contrepartie un questionnaire à son sujet, ce qui n'est pas représentatif des personnes ayant un VAE en Suisse. La méthode de diffusion du questionnaire a tendance à favoriser les personnes des milieux académiques et/ou cyclistes. Les extrapolations de résultats à l'échelle Suisse sont donc limitées.
- La distance a été bornée à 60 km dans les données, ne permettant pas de représenter de manière adéquate les trajets longs : les trajets plus longs que 60 km ont donc une distance arbitraire de 61 km.
- Les informations de mobilité disponibles sur les répondants ne concernent que leur mobilité en VAE.
- Ce questionnaire se base sur des données déclaratives, sur les trajets effectués en VAE pendant les 7 derniers jours, et peut être long et fastidieux à remplir. Similairement au MRMT, cela peut altérer la qualité des données, en raison de biais de paresse, de mémoire, ou de désirabilité sociale.

5.4 Résumé des bases de données utilisées

5.5 Détail de la méthode

5.5.1 Traitement général des données de mobilité

Les principes clés de l'analyse de données sont décrits ci-dessous :

- Pour rappel, notre périmètre d'analyse est la mobilité quotidienne en Suisse. Par conséquent, les trajets ayant une origine ou une destination en dehors du pays sont exclus.

TABLE 2 – Synthèse des informations disponibles dans les différentes bases de données

| | MRMT | Panel lémanique – enquête | Travel diary |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Échelle | Suisse | Bassin lémanique | Suisse |
| N | 55 018 | 2 847 | 1 253 |
| Échantillon représentatif | Oui | Oui | Non |
| Année | 2015 et 2021 | 2022 | 2024 |
| Focus | Comportements de mobilité et trajets | Habitudes de mobilité, typologie de choix modal | Trajets en VAE, report modal depuis et vers le VAE |
| Intervalle de temps mesuré | 1 année complète | Printemps | Entre août 2024 et février 2025 |
| Trajets recensés sur | 24 h | – | 7 jours |

- Une cohérence concernant la description des échantillons sera conservée à travers le projet :
 - genre,
 - âge,
 - niveau d'éducation,
 - niveau de revenus,
 - occupation professionnelle principale,
 - taille du ménage,
 - degré d'urbanisation (EUROSTAT s. d.(b)),
 - taux d'équipement de mobilité en véhicules : modes motorisés, vélos mécaniques, VAE (proportion de personnes équipées de ces modes dans le groupe)
 - équipement de mobilité en abonnements de transports : AG, Demi-tarif, abonnement régional (proportion de personnes équipées de ces abonnements dans le groupe)
- Pour des raisons de cohérence avec le périmètre choisi, les trajets en avion sont exclus.
- Afin de représenter au mieux les distances parcourues, et donc de produire des bilans carbone précis, les analyses se font à l'échelle la plus précise possible. Dans le cas du MRMT, ce sera celle des étapes. Pour le Journal d'activité, ce sera celle du déplacement (voir définitions).
- Pour les enquêtes ayant vocation à être représentatives d'une certaine population (population Suisse pour le MRMT et population de l'arc lémanique pour le Panel Lémanique), nous pondérerons les résultats par les poids fournis dans les données pour chaque personne.
- Dans le cas du MRMT, les distances prises en compte seront celles recalculées grâce à un outil de routage géographique, car elles sont estimées plus précises que celles déclarées par les répondants.
- Afin d'estimer les émissions de GES des modes motorisés, nous utilisons les facteurs d'émission basés sur la motorisation du véhicule annoncé comme principal par les répondants. Pour le journal d'activité, nous avons accès à la motorisation de la voiture et du 2-roues motorisé les plus utilisés par le ménage. Pour le MRMT, nous n'avons accès qu'à la motorisation de la voiture la plus utilisée. Si aucune donnée n'est disponible sur le type de véhicule, nous utiliserons la moyenne du parc suisse.
- Si possible, les résultats sont fournis avec des indicateurs statistiques, afin d'évaluer leur significativité statistique. En règle générale, nous considérerons qu'un résultat est significatif si la p-value qui lui est associée est en dessous de 0,05. Les symboles ci-dessous seront utilisés pour indiquer la significativité des résultats :
 - * : $p < 0.05$
 - ** : $p < 0.01$
 - *** : $p < 0.001$
- Le vélo est un mode de transport qui peut être utilisé à la fois comme un transport ou comme un loisir. Pour cela, lors de l'analyse des motifs des trajets, nous les regrouperons en deux catégories principales
 - Trajets utilitaires : quand le VAE est utilisé pour se déplacer, par exemple pour aller au travail, à l'école, faire des courses, aller à des loisirs, rendre visite à des proches, aller prendre des transports en commun ou encore transporter des enfants.
 - Trajets récréatifs (balades et tours à vélo) : le vélo est utilisé comme une activité, que ce soit pour faire du sport ou se promener.

5.5.2 Bilan des émissions de GES et regroupement des modes

Facteurs d'émissions de GES Afin de calculer les émissions de GES des différents trajets, les facteurs d'émission de Mobitool v3.0 seront utilisés (MOBITOOL 2023). Ces facteurs prennent en compte l'intégralité du cycle de vie des véhicules, afin de représenter au mieux leur impact sur les émissions de GES. Ils sont calculés pour des véhicules moyens et une utilisation (taux d'occupation et durée de vie) moyenne en Suisse, et sont donc utilisables pour obtenir des résultats moyens.

Regroupement des modes : Pour être le plus précis possible pour les émissions de GES, il convient de prendre des catégories désagrégées de modes. En revanche, pour des raisons de simplicité de présentation des résultats, les résultats seront présentés par catégorie de modes de transport. Les équivalences entre les différentes catégories de modes, ainsi que les facteurs d'émission correspondants sont présentées en Tab 3. Les facteurs d'émissions sont présentés de manière graphique en fig. 6

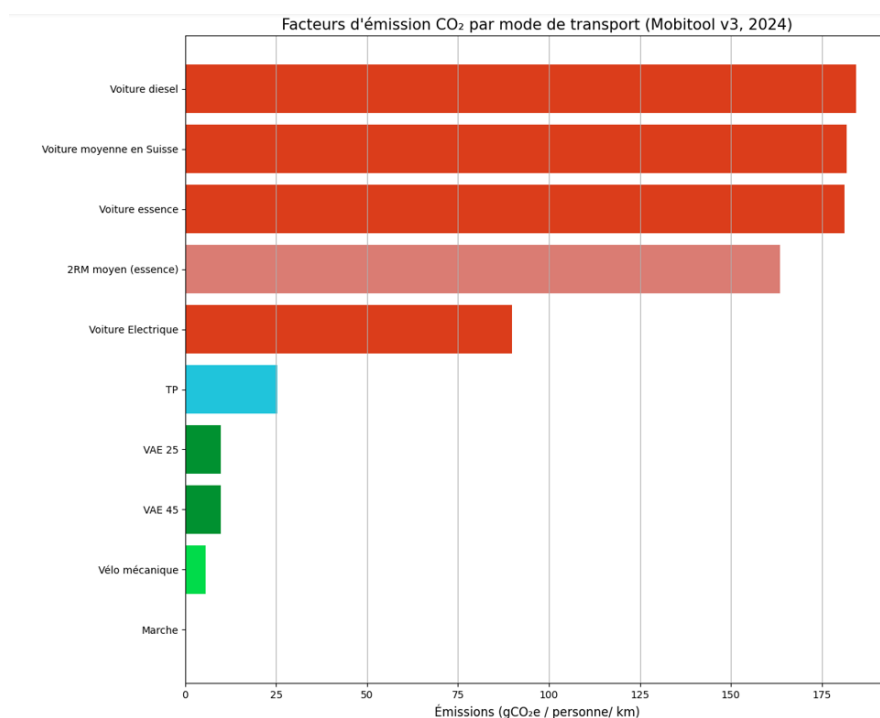


FIGURE 6 – Émissions moyennes de GES par personne-km de différents modes de transport en Suisse (MOBITOOL 2023)

TABLE 3 – Résumé des catégories et des facteurs d'émissions de GES attribués aux modes

| Catégorie | Mode de transport | Facteur d'émission de GES (g CO _{2,eq} / pkm) |
|----------------------|-------------------------------|--|
| Mobilité active | Vélo mécanique | 5.6 |
| | Marche | 0 |
| | VAE 25 | 9.8 |
| | VAE 45 | 9.8 |
| | VAE cargo | 12.8 |
| 2-roues motorisés | Essence, moins de 4 kW | 156.6 |
| | Essence, entre 4 et 11 kW | 133.3 |
| | Essence, entre 11 et 35 kW | 154.8 |
| | Essence, plus de 35 kW | 203.6 |
| | Essence, moyenne | 163.6 |
| | Électrique, moins de 4 kW | 57.9 |
| | Électrique, entre 4 et 11 kW | 68.6 |
| | Électrique, entre 11 et 35 kW | 81.7 |
| | Électrique, plus de 35 kW | 118.1 |
| | Électrique, moyenne | 81.7 |
| Voiture | Voiture diesel | 184.4 |
| | Voiture essence | 181.3 |
| | Voiture essence hybride | 163.5 |
| | Voiture diesel hybride | 143.0 |
| | Voiture électrique | 89.8 |
| | Voiture, moyenne | 181.9 |
| Transports en commun | Trains | 25.4 (moyenne des transports publics en Suisse) |
| | TP routiers | 25.4 (moyenne des transports publics en Suisse) |
| | Bateaux | 25.4 (moyenne des transports publics en Suisse) |
| | Autres TP | 25.4 (moyenne des transports publics en Suisse) |
| Autres | Trottinette électrique | 45.7 |
| | Demande induite / évaporée | 0 |

5.5.3 Étude des usages actuels du VAE, et de l'impact du VAE sur les émissions de GES

Équipement en VAE :

Tout d'abord, l'analyse du MRMT 2021 permettra une description sociodémographique des personnes ayant un VAE en Suisse selon les variables présentées plus haut.

Afin d'éclairer cette analyse, nous utiliserons les données du Panel Lémanique afin d'étudier les caractéristiques sociodémographiques et l'équipement de mobilité selon 3 catégories (voir fig. 7) :

- **Primo détenteurs de VAE** : personnes qui avaient un VAE lors du premier questionnaire en 2022, et qui l'ont toujours au deuxième questionnaire en 2024.
- **Néo détenteurs de VAE** : personnes qui n'avaient pas de VAE au premier questionnaire et en avaient un au deuxième.
- **Détenteurs de VAE cyclistes** : personnes qui ont un VAE au 2ème questionnaire, et qui déclarent faire du vélo (mécanique, à assistance électrique ou en libre-service) au moins une fois par semaine, indépendamment de la date d'achat de leur VAE.

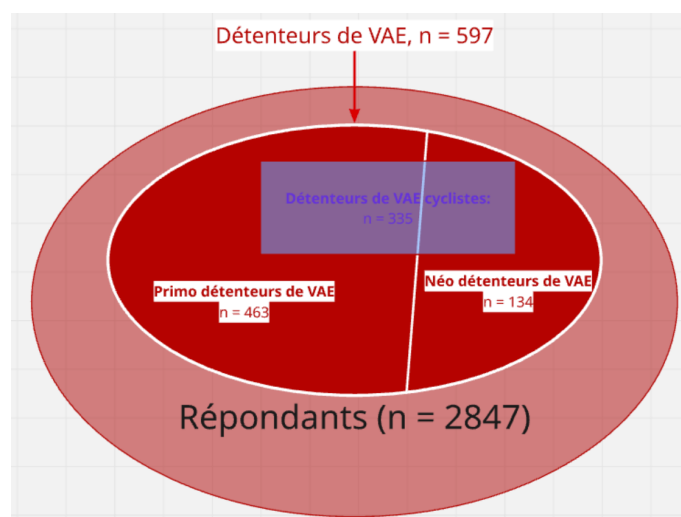


FIGURE 7 – Schéma des différentes typologies de détenteurs de VAE utilisées pour l'analyse du Panel Lémanique

Ensuite, nous nous intéresserons aux participants au journal d'activité, en analysant l'usage général du VAE et l'expérience vis-à-vis du vélo.

Comparaison des comportements de mobilité

Tout d'abord, le MRMT 2021 permettra de comparer les pratiques de mobilité des détenteurs de VAE avec celles de la population générale. Pour ce faire, 4 indicateurs seront utilisés : le nombre d'étapes, la distance parcourue, la durée en déplacement et les émissions de GES.

Le Panel Lémanique permettra d'étudier l'équipement et les pratiques de mobilité des 3 catégories et leur évolution, et de comparer cela avec la population générale. Contrairement au MRMT, le questionnaire du Panel Lémanique ne contient pas d'informations sur des trajets précis, mais des informations sur la fréquence habituelle d'utilisation des modes. Par mesure de simplicité, nous regroupons ces modes en 3 catégories, présentées en table 4. En raison des différentes catégories de modes agrégées, la fréquence hebdomadaire peut être supérieure à 7.

TABLE 4 – Tableau de correspondance entre les modes de transports et les catégories de modes, ainsi que leur fréquence maximale (questionnaire du Panel Lémanique)

| Catégories | Modes inclus dans le questionnaire | Fréquence maximale (nombre d'utilisations par semaine) |
|----------------------|---|---|
| Vélo | Vélo mécanique, VAE et vélo en libre-service | 7 |
| Modes motorisés | Voiture (passager) Voiture (conducteur) Moto Scooter | 28 |
| Transports en commun | Train Bus / tram / métro Bateau | 21 |

Analyse des usages du VAE et du report modal immédiat (substitution à court terme et en deux temps) :

À partir des données du Travel Diary, il sera possible d'étudier les motifs et les distances des trajets effectués en VAE sur les sept derniers jours, afin de comprendre comment les participants utilisent leur VAE.

Ensuite, nous étudierons pour chaque trajet le mode qui a été substitué par le VAE, et analyserons les impacts sur les émissions de GES. Deux bilans carbone seront réalisables :

- Le bilan carbone des déplacements effectués en VAE dans les 7 derniers jours.

- Le bilan carbone des déplacements effectués en VAE dans les 7 derniers jours s'ils avaient été effectués avec le mode qui était utilisé avant d'avoir un VAE. Si un trajet n'aurait pas été réalisé avant d'avoir le VAE, il est considéré comme de la demande induite, et a donc des émissions nulles.

La comparaison de ces deux bilans carbones permettra de quantifier les différences d'émissions de GES permises par l'adoption du VAE pour l'échantillon du Travel Diary.

Pour approfondir notre compréhension des facteurs qui influencent la réduction totale des émissions de GES, nous proposerons deux régressions linéaires, basées sur la méthode des moindres carrés ordinaires. Le modèle estimé sera donc : $\Delta GES = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots$. La première permettra d'expliquer l'influence des caractéristiques des trajets sur la réduction d'émissions de GES. Dans ce cas, ΔGES_{trip} représentera la réduction d'émissions de GES permise par le VAE sur ce trajet par rapport au mode substitué. La seconde s'intéressera à la réduction totale d'émissions de GES par personne sur les 7 jours. Dans ce cas, ΔGES_{tot} représentera la somme des réductions d'émissions de GES permises par le VAE par rapport au mode substitué, sur tous les trajets effectués par la personne pendant les 7 jours. En raison de la variance différente des erreurs des variables, nous utiliserons des erreurs standards robustes à l'hétéroscédasticité, de type HC3 (PERKTOLD et al. 2024).

Afin de prendre en compte une perspective plus large que la substitution, nous utiliserons sous-échantillon des trajets pour lesquels nous avons des informations sur le mode qui aurait été utilisé avant (mode substitué) et le mode qui serait utilisé si le VAE n'était pas disponible (mode de secours). Nous analyserons la part des distances réalisées avec chaque mode et estimerons les émissions de GES dans chaque cas, dans une perspective "Avant-Avec-Sans" le VAE (substitution en deux temps).

Ensuite, afin de comprendre le lien entre les profils des personnes, leur usage du VAE et les réductions d'émissions de GES, les personnes seront classées selon le mode principalement substitué par le VAE. Cela correspond au mode qui était utilisé pour faire la plus longue distance avant le VAE. Nous comparerons les groupes selon leurs :

- Effectifs
- Caractéristiques sociodémographiques
- Emission Reduction Factor (ERF)
- Distances parcourues en VAE, et motifs de déplacements

Pour finir, nous étudierons les intentions futures (équipement et pratiques) de notre échantillon quant au VAE.

5.5.4 Calcul du potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse

Scénarios de substitution :

Des facteurs de réduction d'émissions (ERF, voir définition) seront calculés à partir des bilans carbones réalisés avec le journal d'activité, en utilisant la même méthodologie que le projet EBIS. Ces facteurs seront fournis au Dr Thomas Götschi, qui a réalisé le bilan carbone du projet EBIS, afin qu'il estime les émissions de GES des scénarios développés dans le projet EBIS. Ces scénarios ont été développés à partir des données de substitution disponibles dans le journal d'activité d'EBIS, en estimant pour chaque déplacement la probabilité qu'il soit substitué par le VAE. Ensuite, le nombre de trajets devant être substitué est calculé pour chaque scénario, et les trajets les plus susceptibles d'être substitués par le VAE le sont. Plus d'informations sont disponibles dans HINTERMANN et al. 2025. En raison des biais importants de notre échantillon, et contrairement au projet EBIS, nous n'avons pas tenté de le redresser.

Cette analyse permettra de comparer nos facteurs de réduction d'émissions avec ceux du projet EBIS, dans un contexte où les données viennent de deux journaux d'activité, récoltés dans des conditions différentes (déclaratif pour E-BikeShift, GPS pour EBIS), mais que la méthodologie de calcul des émissions est similaire, et que les facteurs d'émissions sont les mêmes (Mobitool). Les scénarios inclus dans notre analyse sont :

- **Baseline** : c'est un scénario hypothétique sans les VAE. Les trajets actuellement effectués en VAE seraient effectués avec le mode que le VAE aurait substitué, selon le comportement de substitution observé.
- **Status quo** : ce scénario correspond aux niveaux actuels d'utilisation du VAE

- **Multiplication de la part modale du VAE par un facteur 2, 5 ou 10** : ces scénarios multiplient le nombre de trajets en VAE.
- **Substitution de 50% des trajets de 5 à 10 km non effectués en VAE.**

Cette approche permet d'estimer la variation des émissions de GES dans différents scénarios, en se basant sur le comportement des participants au journal d'activité du projet EBIS, et sur les facteurs de réduction d'émissions observés sur les participants au journal d'activité du projet E-BikeShift. Elle se base sur des pratiques de mobilité constantes, et reste théorique. Les potentiels indiqués dépendent bien sûr de la volonté et de la possibilité des personnes de changer leur comportement de mobilité.

Scénario de substitution maximal des modes motorisés en se basant sur les capacités physiques

En utilisant les données du MRMT 2015 enrichies par L. Meyer de Freitas, nous pourrions calculer le potentiel théorique maximal de substitution des usages actuels des modes motorisés par le VAE. Pour maximiser la substitution, nous considérerons la substitution vers le VAE 45, puisqu'il permet de parcourir des plus grandes distances que le VAE 25. Nous ferons l'hypothèse que les personnes sont prêtes à faire 60 minutes de VAE par jour pour substituer les étapes qu'elles ont effectuées en modes motorisés. À titre d'information, dans le MRMT 2021, 73% des personnes qui avaient fait du VAE 45 pendant la journée de référence ont fait moins de 60 min en VAE 45. Sur la base de ces données, nous étudierons l'impact de la substitution des modes motorisés par le VAE 45 sur le nombre d'étapes, le temps de trajet, les distance parcourues par mode et les émissions de GES.

5.5.5 Analyse critique de politiques publiques

Des politiques publiques de différentes institutions seront étudiées afin de voir dans quelle mesure elles intègrent le VAE, et quel potentiel elles lui accordent. Une grille d'analyse sera utilisée afin de pouvoir comparer les résultats. Elle inclura :

- La mention du VAE
- Le budget alloué,
- Les mesures dédiées au VAE
- Les objectifs chiffrés de développement du vélo et/ou du VAE
- Les indicateurs et données utilisées pour suivre le développement du VAE.

Des entretiens seront menés avec des institutions et des experts. Les personnes identifiées sont :

- **Une personne du milieu académique**, qui a eu l'occasion de suivre le développement du vélo et du VAE en Suisse, et participe au débat politique sur la promotion du vélo en Suisse. Entretien en présentiel le 08/12/2025.
- **Une personne du milieu associatif lié aux mobilités actives**, engagée dans une association de défense des mobilités actives, qui a également une expertise sur les mesures techniques et le contexte légal liés au développement du vélo. Entretien en ligne le 16/12/2025.
- **Une personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville de Suisse Romande**, choisie pour sa politique active de promotion du vélo et du VAE. Entretien en présentiel le 09/12/2025.
- **Une personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse**, L'échelon cantonal est intéressant en vue de sa compétence pour la planification des voies cyclables, et sur l'aménagement des routes cantonales, qui représentent les axes majeurs. De plus, les distances permises par le VAE invitent à planifier les infrastructures cyclables à l'échelle régionale, et non communale. Entretien en présentiel le 09/01/2025.
- **Une personne du milieu associatif lié aux transports durables**, qui est impliquée dans un projet de développement des mobilités durables, à la fois à travers du lobbying et des propositions de lois, mais aussi à travers des cours et formations pour les usagers. Échange de courriels en janvier 2026.

Une grille d'entretien sera utilisée pour garantir une structure et un contenu similaires (voir annexe 8.2).

5.6 Résumé des données disponibles et des méthodes d'analyse

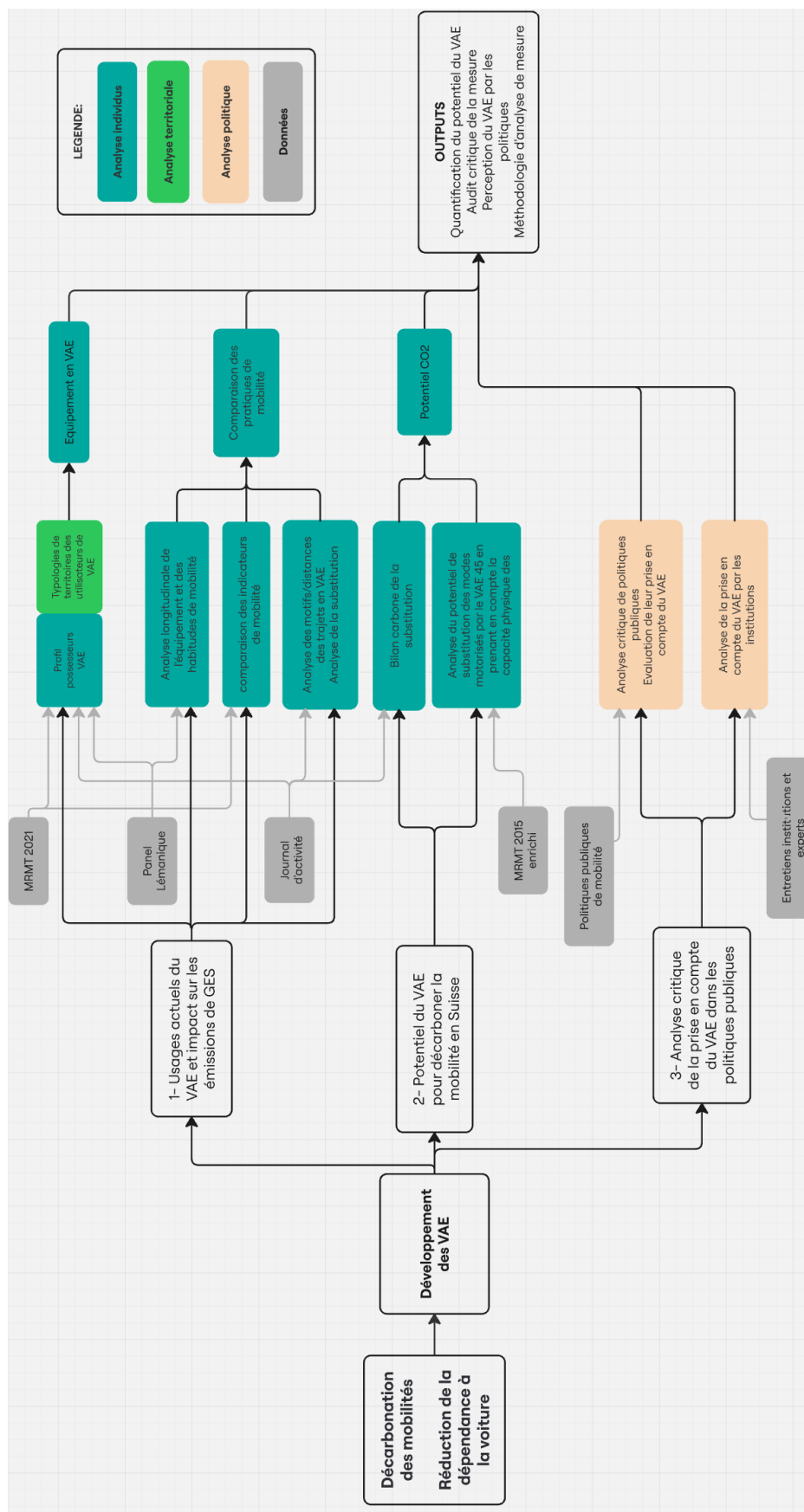


FIGURE 8 – Résumé de l'organisation des différents axes d'analyse, et de l'incorporation des bases de données

6 Résultats

6.1 Usages actuels du VAE et impact sur les émissions de GES

6.1.1 Équipement en VAE

Détenteurs de VAE en Suisse (MRMT 2021)

En utilisant les données du MRMT 2021, nous pouvons comparer la population qui a un VAE et la population générale (voir tableau 1) :

- Les personnes vivant en zones de densité intermédiaire ou faible sont surreprésentées dans les personnes qui ont un VAE.
- Les personnes qui ont un VAE sont plus motorisées que la moyenne
- Les personnes qui ont un VAE ont des revenus plus hauts que la moyenne
- Les personnes vivant dans des ménages de plusieurs personnes sont surreprésentées dans les personnes qui ont un VAE en Suisse.
- Les personnes ayant une éducation supérieure sont légèrement surreprésentées.

Cela semble dessiner un profil type d'utilisateurs de VAE : parents résidant dans les zones périurbaines, avec un certain capital économique et culturel. Il convient de préciser que des effets de structure peuvent expliquer une partie de ces résultats. En effet, certaines des particularités analysées peuvent être corrélées entre elles (les personnes qui vivent en zones de densité intermédiaire ont généralement des revenus plus hauts, et sont des ménages de tailles plus importantes et une motorisation plus élevée).

Détenteurs de VAE dans la région Lémanique Suisse (Panel Lémanique)

À l'échelle du Panel Lémanique, la population équipée de VAE présente de manière générale les mêmes caractéristiques qu'au niveau national. Nous pouvons également produire des analyses plus détaillées, en fonction des catégories présentées ci-dessus (Primo détenteurs de VAE, Néo détenteurs de VAE et Détenteurs de VAE cyclistes). La description de ces catégories est présentée dans le tableau 5.

TABLE 5 – Description sociodémographique des typologies de personnes identifiées dans le Panel Lémanique (en %, pondéré)

| Variable | Modalité | Échantillon | Neo détenteurs de VAE | Primo détenteurs de VAE | Détenteurs de VAE cyclistes |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Genre | | | | | |
| | Autre / non-réponse | 1.3 | 1.5 | 1.1 | 0.9 |
| | Femmes | 52.6 | 57.9 | 47.0 | 45.2 |
| | Hommes | 46.1 | 40.6 | 51.9 | 53.9 |
| Âge | | | | | |
| | 18 ans et moins | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 19–30 ans | 12.4 | 10.4 | 10.6 | 10.4 |
| | 31–50 ans | 35.0 | 60.5 | 39.5 | 47.4 |
| | 51–65 ans | 27.5 | 17.4 | 32.8 | 26.7 |
| | 66 ans et plus | 25.2 | 11.6 | 17.1 | 15.6 |
| Niveau d'éducation | | | | | |
| | Non-réponse | 1.2 | 3.0 | 0.4 | 1.2 |
| | Obligatoire | 6.4 | 6.5 | 2.1 | 3.5 |
| | Secondaire | 38.6 | 21.4 | 30.4 | 21.7 |
| | Supérieure | 53.8 | 69.2 | 67.1 | 73.6 |
| Revenus mensuels du ménage | | | | | |
| | 4 000 CHF et moins | 11.9 | 7.5 | 6.7 | 7.0 |
| | 4 001–8 000 CHF | 32.7 | 22.6 | 22.6 | 21.0 |
| | 8 001–12 000 CHF | 24.9 | 38.5 | 29.9 | 31.5 |
| | 12 001–16 000 CHF | 10.9 | 16.3 | 17.8 | 18.2 |
| | Plus de 16 000 CHF | 8.6 | 9.1 | 14.7 | 15.6 |
| | Non-réponse | 11.0 | 6.1 | 8.3 | 6.7 |
| Occupation | | | | | |
| | Temps plein | 35.1 | 38.4 | 37.1 | 35.7 |
| | Temps partiel | 26.6 | 35.7 | 33.3 | 36.8 |
| | Formation | 8.1 | 7.6 | 9.8 | 9.2 |
| | Retraité | 23.4 | 9.6 | 15.7 | 14.6 |
| | Sans emploi | 5.7 | 5.0 | 3.8 | 3.2 |
| | Non-réponse | 1.1 | 3.7 | 0.2 | 0.6 |
| Taille du ménage | | | | | |
| | 1 personne | 25.8 | 15.6 | 14.9 | 16.5 |
| | 2 personnes et plus | 73.3 | 81.5 | 85.1 | 82.9 |
| | Autre / non-réponse | 1.0 | 3.0 | 0.1 | 0.6 |
| DEGURBA | | | | | |
| | Densément peuplée | 52.7 | 49.0 | 54.4 | 64.2 |
| | Urbanisée in- termédiaire | 31.2 | 35.1 | 29.8 | 13.1 |
| | Faiblement peuplée | 15.8 | 16.0 | 15.6 | 22.8 |
| Taux d'équipement | | | | | |
| | Modes motorisés | 83.7 | 87.1 | 90.4 | 85.3 |
| | Vélo mécanique | 53.8 | 70.6 | 67.3 | 69.3 |
| | VAE | 20.4 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | AG | 7.2 | 6.6 | 6.4 | 6.8 |
| | Demi-tarif | 47.7 | 56.6 | 59.8 | 65.3 |
| | Abonnement régional | 18.3 | 21.5 | 16.4 | 15.3 |
| N | (non pondéré) | 2847 | 134 | 463 | 335 |

L'échantillon compte 463 primo détenteurs de VAE, et 134 néo détenteurs de VAE, ce qui montre que le nombre de personnes avec un VAE a augmenté de plus d'un tiers en deux ans. Concernant leurs caractéristiques sociodémographiques :

- Les primo détenteurs de VAE sont plutôt des personnes entre 30 et 65 ans, tandis que les néo détenteurs de VAE semblent plus concentrés entre 30 et 50 ans.
- Dans les deux groupes, les personnes éduquées sont très largement surreprésentées.
- Les néo détenteurs de VAE sont majoritairement des femmes (57%).
- Concernant les revenus, la part des personnes avec des hauts revenus (plus de 12 000 CHF/ mois) dans les primo détenteurs de VAE est très forte, tandis qu'elle baisse pour les néo détenteurs de VAE.
- On trouve une surreprésentation d'actifs et une sous-représentation de retraités dans les 2 groupes.
- Les ménages d'une personne sont sous représentés dans les 2 groupes.

Ainsi, les personnes ayant acheté un VAE après 2022 sont plus jeunes, plus de femmes, et ont de moins hauts revenus que celles qui ont acheté leur VAE avant 2022.

Concernant les détenteurs de VAE cyclistes (personnes qui ont un VAE et font du vélo de manière générale au moins une fois par semaine), ils représentent 335 personnes sur près de 600 personnes avec un VAE. Ces personnes ont principalement entre 30 et 50, sont autant de femmes que d'hommes, et ont principalement une éducation supérieure. Les personnes ayant des revenus de plus de 8 000 CHF par mois sont surreprésentées, tout comme les actifs. Il y a également une surreprésentation de personnes vivant dans les zones denses.

Il existe donc une part importante (près de 50%) des gens qui ont un VAE qui utilisent le vélo de manière générale moins d'une fois par semaine, ce qui suggère une décorrélation entre équipement en VAE et usage du vélo. Ces personnes se distinguent par leur lieu de résidence, en dehors des zones denses. Afin d'essayer de comprendre ce phénomène, et de manière plus générale l'impact du VAE sur les modes de vie et les émissions de GES, nous étudierons maintenant les pratiques de mobilité.

Détenteurs de VAE ayant participé au journal d'activité

Le journal d'activité est la seule de ce mémoire qui n'a pas vocation à être représentative de la population générale. Nous présentons donc l'échantillon tel quel (sans pondération ou corrections), en le comparant avec la population résidente en Suisse :

- Les hommes sont surreprésentés (65% des répondants)
- Les personnes de plus de 50 ans sont surreprésentées (78% contre 39% de la population générale), tandis que les personnes de moins de 30 ans sont quasiment absentes de l'échantillon
- Les personnes avec une éducation supérieure sont largement surreprésentées par rapport à la population générale (52% contre 37%)
- Les personnes retraitées sont fortement surreprésentées par rapport à la population générale (42% contre 23%)
- Les personnes sont plus équipées en abonnements de transports publics que la population générale, et autant motorisées (85% contre 84%). En revanche, elles sont moins motorisées que la moyenne des personnes ayant un VAE en Suisse (85% contre 92%)

Cela permet de voir que les participants au journal d'activité ne sont pas représentatifs de la population générale Suisse, ni des détenteurs de VAE en Suisse. C'est un public plus masculin, plus âgé et plus éduqué. De plus, ces personnes détiennent personnellement un VAE, et l'utilisent, contrairement aux autres bases de données, qui ne permettent de sélectionner que les personnes qui ont accès à un VAE dans leur ménage.

6.1.2 Comparaison des pratiques de mobilité

À partir des données du MRMT 2021, nous comparons 4 indicateurs (nombre d'étapes, distances parcourues, durées de trajet et émissions de GES) entre les personnes ayant accès à un VAE dans leur ménage et le reste de la population.

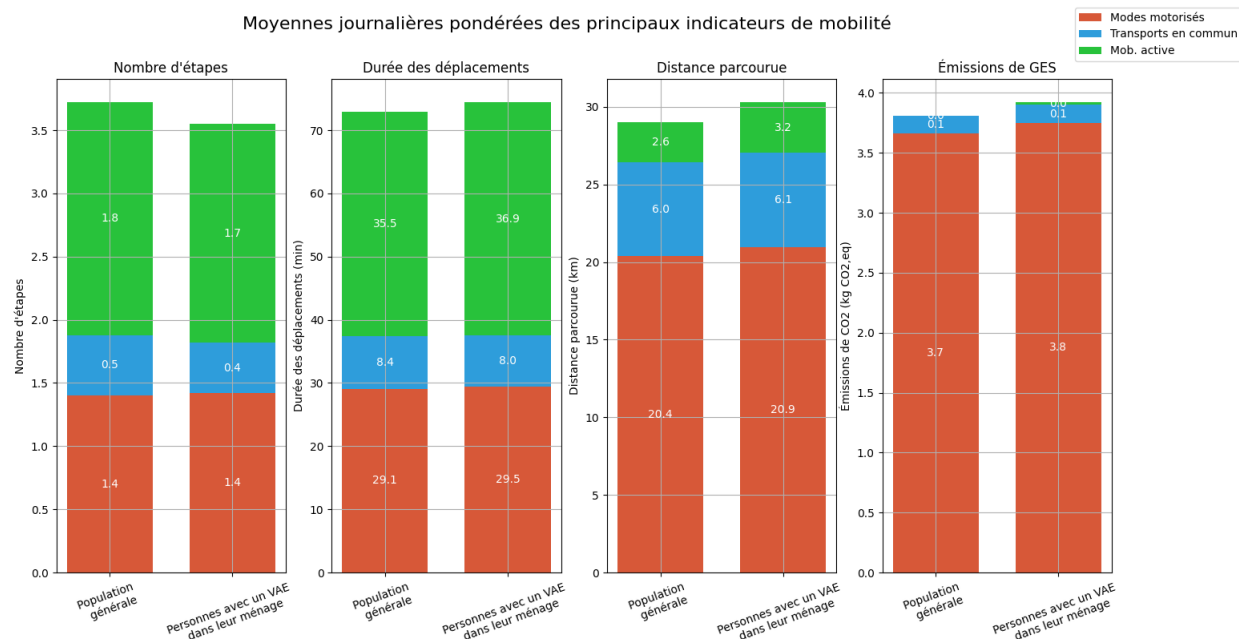


FIGURE 9 – Résultats des 4 indicateurs de mobilité entre la population générale et les personnes ayant un VAE dans leur ménage (MRMT 2021)

Comme l'indique la fig. 9, il n'existe pas de différence significative de distance parcourue ($p = 0,77$), de durée de trajet ($p = 0,09$) ou d'émissions de GES ($p = 0,49$) entre la population générale suisse et les personnes qui ont un VAE dans leur ménage. Cela montre que l'accès à un VAE n'est pas corrélé à des pratiques de mobilité différentes, ni plus durable que la moyenne. Ces résultats sont indépendants du type de VAE (25 ou 45 km/h).

Cette analyse, bien qu'effectuée sur un échantillon de taille importante et représentatif de la population Suisse, se limite au comportement de mobilité sur la journée de référence. Le report modal est un phénomène complexe, qui se passe sur plusieurs échelles temporelles, et peut être analysé via différentes perspectives. Nous nous intéresserons maintenant à l'évolution des habitudes et de l'équipement de mobilité permise par le VAE, grâce aux données du Panel Lémanique.

6.1.3 Analyse longitudinale de l'équipement de mobilité

Note de lecture : les graphiques suivants ont le même format : pour chaque catégorie, le nombre de véhicules (ou le nombre d'utilisations par semaine) est représenté sous la forme de boxplots (diagramme à moustache), sans pondération. La moyenne pondérée (pour être représentative de la population de la région lémanique) est indiquée en bleu. Cela est fait pour la vague 1 du Panel Lémanique (2022, à gauche), et la vague 2 (2024, à droite). Un indicateur statistique permettant de savoir si la moyenne a changé de manière significative entre les deux vagues (p-value) est indiqué entre les deux boxplot, ainsi que l'effectif de la catégorie. Si la p-value est plus faible que 0.05, nous considérons que la moyenne a changé de manière significative.

Modes motorisés

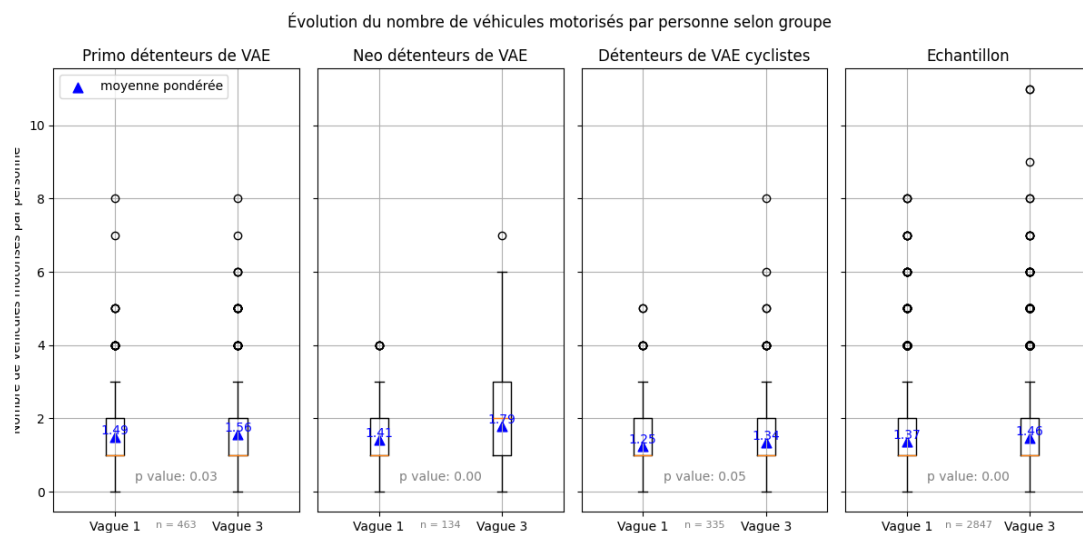


FIGURE 10 – Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre de véhicules motorisés disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée)

TABLE 6 – Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre moyen de véhicules motorisés disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique

| Groupe | Nb de véhicules motorisés /ménage (2024) | Écart par rapport à l'échantillon (2024) | Évolution 2022–2024 |
|-----------------------------|--|--|---------------------|
| Primo détenteurs de VAE | 1.56 | = | ↑ |
| Neo détenteurs de VAE | 1.79 | Plus haut | ↑ |
| Détenteurs de VAE cyclistes | 1.34 | Plus bas | = |
| Échantillon | 1.46 | | ↑ |

Tout d'abord, le nombre de modes motorisés par personne a augmenté entre 2022 et 2024 pour l'ensemble de l'échantillon. En s'intéressant aux personnes qui ont un VAE, on voit que les primo détenteurs de VAE sont autant motorisés que la moyenne, tandis que les néo détenteurs de VAE le sont davantage. De plus, ces deux groupes ont augmenté leur motorisation entre 2022 et 2024. En revanche, les détenteurs de VAE cyclistes ont moins de véhicules motorisés que la moyenne, et sont les seuls pour lesquels le nombre de véhicules motorisés n'augmente pas, bien qu'il ne baisse pas non plus.

Vélos mécaniques

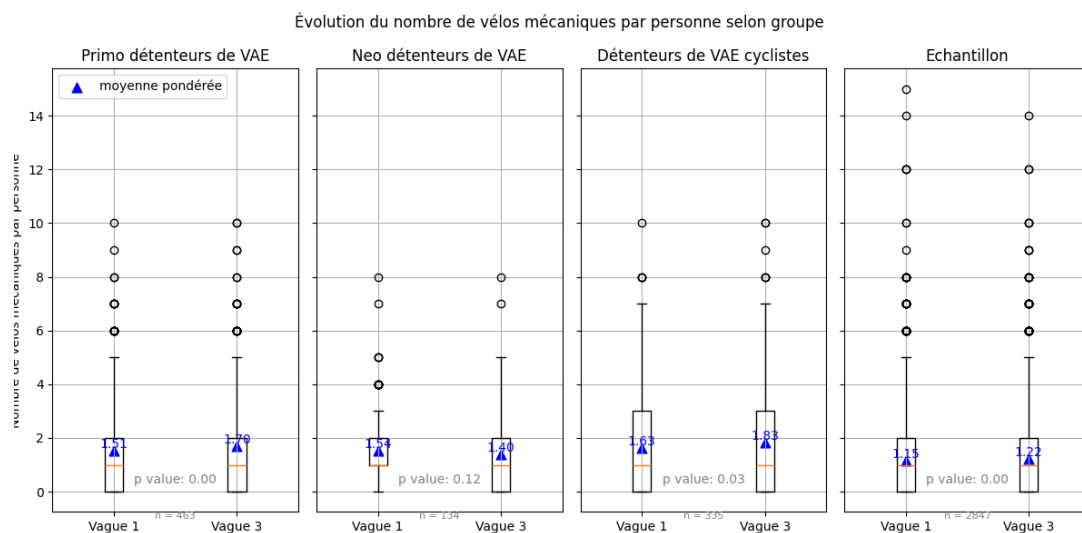


FIGURE 11 – Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre de vélos mécaniques disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée)

TABLE 7 – Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre moyen de vélos mécaniques disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique

| Groupe | Nb de vélos mécaniques /ménage (2024) | Écart par rapport à l'échantillon (2024) | Évolution 2022–2024 |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| Primo détenteurs de VAE | 1.70 | Plus haut | ↑ |
| Neo détenteurs de VAE | 1.40 | = | = |
| Détenteurs de VAE cyclistes | 1.83 | Plus haut | ↑ |
| Échantillon | 1.22 | | ↑ |

Concernant la possession de vélos mécaniques, les primo détenteurs de VAE sont plus équipés que la moyenne, et s'équipent plus entre les 2 vagues. Les néo détenteurs de VAE ont moins de vélos mécaniques, et sont les seuls à ne pas augmenter leur nombre de vélos mécaniques.

Abonnements de transports publics

En ce qui concerne les abonnements de transports, il n'existe pas de différences significatives entre les groupes, ni d'évolution significative au sein des groupes. Au niveau de l'échantillon, la possession de demi-tarif augmente, tandis que celle d'abonnements régionaux baisse, ce qui est cohérent avec le développement du télétravail et le changement des habitudes de mobilité sur cette période.

6.1.4 Analyse longitudinale des pratiques de mobilité

Fréquence d'utilisation des modes motorisés

Pour rappel, les modes motorisés sont composés de 4 sous-modes, ce qui donne une fréquence maximale d'utilisation de 28 fois/ semaine (personne qui utiliserait la voiture comme conducteur, la voiture comme passager, le scooter, et la moto tous les jours).

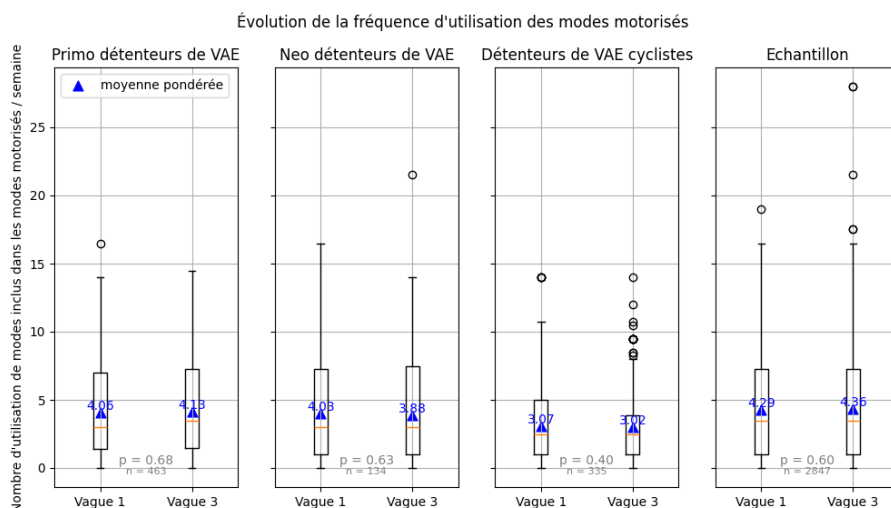


FIGURE 12 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation des modes motorisés dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée)

TABLE 8 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne des modes motorisés en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique

| Groupe | Fréq. moyenne d'utilisation des modes motorisés (2024) | Écart par rapport à l'échantillon (2024) | Évolution 2022-2024 |
|-----------------------------|--|--|---------------------|
| Primo détenteurs de VAE | 4.13 | = | = |
| Neo détenteurs de VAE | 3.88 | = | = |
| Détenteurs de VAE cyclistes | 3.02 | Plus bas | = |
| Échantillon | 4.35 | | = |

Fréquence d'utilisation des transports en commun

Pour rappel, les transports en commun sont composés de 3 sous-modes, ce qui donne une fréquence maximale d'utilisation de 21 fois/semaine (personne qui utiliserait le train, le bus ou le tram ou le métro, et le bateau tous les jours).

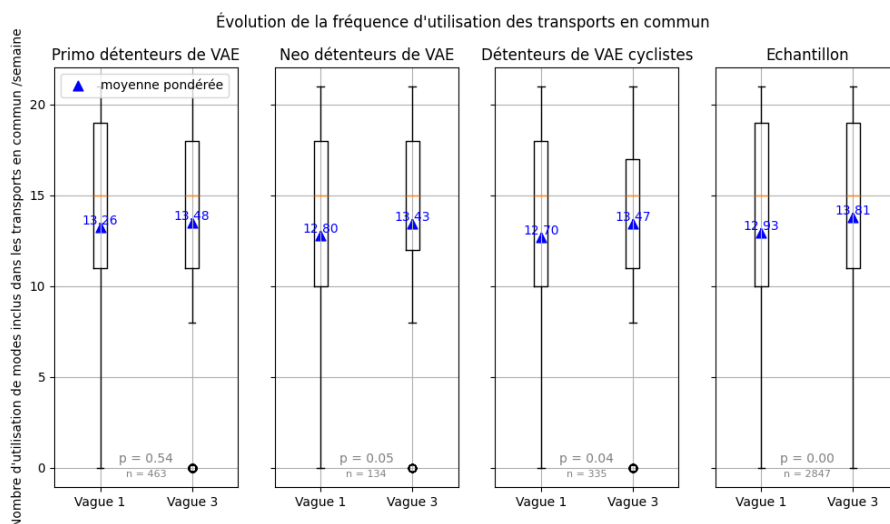


FIGURE 13 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation des transports en commun en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée)

TABLE 9 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne des transports en commun en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique

| Groupe | Fréq. d'utilisation moyenne des transports en commun (2024) | Écart par rapport à l'échantillon (2024) | Évolution 2022–2024 |
|-----------------------------|---|--|---------------------|
| Primo détenteurs de VAE | 13,5 | = | = |
| Néo détenteurs de VAE | 13,4 | = | = |
| Détenteurs de VAE cyclistes | 13,5 | = | ↑ |
| Échantillon | 13,8 | | ↑ |

Fréquence d'utilisation du vélo (vélo mécanique, à assistance électrique ou en libre-service)

La fréquence maximale est de 7 fois/ semaine.

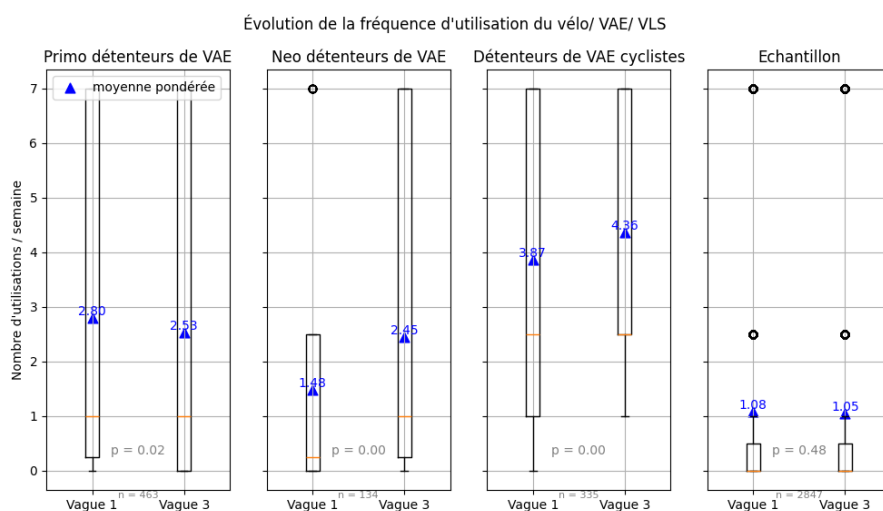


FIGURE 14 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation du vélo en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée)

TABLE 10 – Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne du vélo, en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique

| Groupe | Fréq. d'utilisation moyenne du vélo (2024) | Écart par rapport à l'échantillon (2024) | Évolution 2022–2024 |
|-----------------------------|--|--|---------------------|
| Primo détenteurs de VAE | 2.53 | Plus haut | ↓ |
| Neo détenteurs de VAE | 2.45 | Plus haut | ↑ |
| Détenteurs de VAE cyclistes | 4.35 | Plus haut | ↑ |
| Échantillon | 1.05 | | = |

Synthèse

En comparant les habitudes de mobilité de manière longitudinale, il semble que le changement principal soit une fréquence d'utilisation des transports publics plus élevée pour tout l'échantillon. En revanche, pour l'échantillon, la fréquence d'utilisation des modes motorisés et du vélo ne change pas de manière significative.

En regardant par catégorie :

- Les primo détenteurs de VAE réduisent leur fréquence d'utilisation du vélo, tandis que leur fréquence d'utilisation des modes motorisés reste constante.
- Les néo détenteurs de VAE augmentent de manière significative leur fréquence d'utilisation du vélo. En revanche, ces personnes ne varient pas leur fréquence d'utilisation des modes motorisés ni des transports publics, qui restent proches de la moyenne.
- Les détenteurs de VAE cyclistes semblent avoir un comportement différent, puisque leur fréquence d'utilisation des transports publics reste constante, leur fréquence d'utilisation des modes motorisés est plus basse que la moyenne, et leur fréquence d'utilisation du vélo augmente. En revanche, ils ne baissent pas leur fréquence d'utilisation des modes motorisés.

6.1.5 Analyse des usages du VAE et de la substitution engendrée

Les bases de données analysées précédemment nous ont permis d'étudier les profils des personnes ayant un VAE, et leur comportement de mobilité, mais elles ne permettent pas de saisir de manière fine le phénomène de substitution engendré par le VAE, ainsi que le type de trajets pour lesquels il est utilisé. Nous utiliserons donc maintenant les données du journal d'activité du projet E-BikeShift afin d'étudier cette substitution. Pour rappel, il ne contient que des trajets qui ont été réalisés en VAE, et se base sur un échantillon non représentatif des utilisateurs de VAE en Suisse, ni de la population Suisse.

Pratiques de mobilité générales de l'échantillon

Dans un premier temps, nous proposons d'étudier l'équipement en VAE de l'échantillon qui a répondu au journal d'activité, et de leurs usages du VAE (voir Table 11). Le nombre moyen de VAE par personne est de 1.3. L'utilisation du VAE par les participants semble relativement intensive : près d'un jour sur deux, pour 210 km/mois. Pour finir, les participants ont acheté leur premier VAE en moyenne en 2017, ce qui correspond à 8 années d'équipement.

TABLE 11 – Moyennes et écarts-types de variables continues permettant de décrire l'usage et l'équipement en VAE de l'échantillon du journal d'activité

| Variable | Moyenne | Écart-type |
|---|---------|------------|
| Fréquence hebdomadaire moyenne d'utilisation du VAE | 3.72 | 1.74 |
| Nombre de VAE détenus par participant | 1.31 | 0.57 |
| Année d'achat du premier VAE par participant | 2017.27 | 6.56 |
| Distance parcourue en VAE par an (km) | 2552.06 | 4042.97 |

En ce qui concerne le type de VAE, les résultats sont disponibles en annexe (voir Table 22), et sont résumés ci-dessous :

- Les VAE 45 représentent 23% des VAE les plus utilisés par les participants au journal d’activités, ce qui est supérieur à leur représentation dans la population générale (3,5% selon le MRMT 2021).
- La grande majorité des modèles sont des VAE de ville, des VTT ou des vélos de sport à assistance électrique. Les VAE cargos et pliants représentent moins de 10% de l’échantillon.
- Près d’un quart de l’échantillon détient plus d’un VAE.

Ensuite, nous avons étudié la fréquence générale d’utilisation du VAE de l’échantillon pour différents motifs (voir Table 23, en annexe). Les personnes utilisent le plus fréquemment leur VAE pour les trajets pendulaires, suivis des trajets liés aux courses et aux achats, et des trajets liés aux activités de loisirs. Certains motifs sont moins répandus, puisque près des trois-quarts n’utilise jamais ou presque son VAE pour aller prendre les transports en commun et 88% pour transporter des enfants. Cela permet finalement de mettre en évidence la porosité entre l’usage utilitaire et l’usage récréatif du vélo, puisque seuls 8% des répondants déclarent ne jamais utiliser leur VAE pour des trajets récréatifs, et qu’en même temps, la majorité utilise son VAE pour des motifs utilitaires.

Pour finir, nous avons analysé l’expérience vis-à-vis du VAE des participants au journal d’activité (voir Table 12) :

- 77% se sentent en sécurité dans le trafic, malgré le fait que 60% disent rencontrer des zones ou intersection dangereuses. Cela suggère que ce sont des cyclistes expérimentés.
- 92% des participants qualifient les conditions de stationnement à leur domicile de “bonnes” et 75% à leurs lieux de destinations habituels.
- Le vol semble être un frein important, puisque 60% des participants le craignent s’ils stationnent leur vélo dans la rue.

TABLE 12 – Expérience avec le VAE des personnes de l’échantillon du Journal d’Activité

| Variable | Effectif (N) | Pourcentage (plutôt) d’accord (%) |
|--|--------------|-----------------------------------|
| Je me sens en sécurité dans le trafic | 964 | 76.9 |
| Je me sens respecté-e par les autres usager-es de la route | 812 | 64.8 |
| Je rencontre des zones ou des intersections dangereuses | 752 | 60.0 |
| J’ai de bonnes conditions de stationnement vélo à domicile | 1149 | 91.7 |
| J’évite de laisser mon vélo dans la rue par crainte de vol | 753 | 60.1 |
| Le stationnement est adapté sur mes destinations habituelles | 936 | 74.7 |
| Je renonce à me déplacer en VAE lorsqu’il pleut | 626 | 50.0 |
| J’évite de rouler en VAE la nuit | 397 | 31.7 |

Pratiques de mobilités recensées dans le journal d’activité

Nous nous intéressons maintenant aux trajets inscrits par les participants dans le journal d’activité.

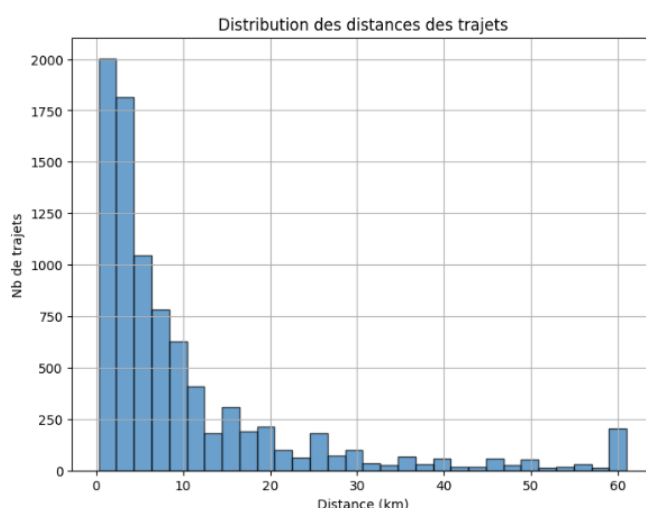


FIGURE 15 – Distribution des distances des trajets recensés dans le journal d’activité

Concernant la distance parcourue par trajet, on observe une dispersion importante des valeurs. La moyenne est de 10 km, tandis que la médiane est à 5 km. Le VAE est donc utilisé principalement pour des trajets courts, puisque 70% des trajets font moins de 10 km, mais il peut être utilisé pour des trajets longs, de 20 km et plus.

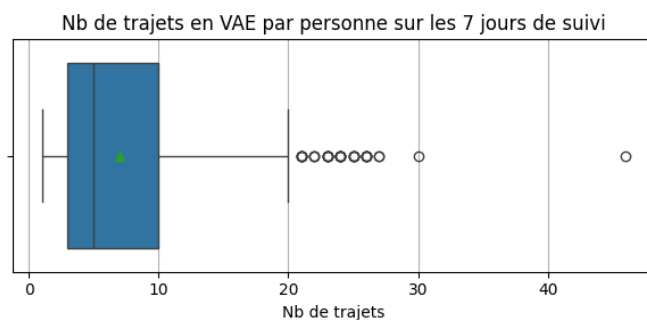


FIGURE 16 – Nombre de trajets recensés par personne pendant les 7 jours de suivi

Concernant le nombre de trajets, une variation importante des valeurs est également observée, autour d'une moyenne de 7 trajets/ semaine (1 trajet/ jour). Environ 25% de l'échantillon utilise le VAE pour plus de 21 trajets/semaine (3 trajets/ jour).

L'utilisation moyenne du VAE par notre échantillon est donc autour de 7 trajets et 70 km/ semaine, soit 10 km/ jour. Environ 25% de l'échantillon utilise le VAE pour plus de 100 km/semaine. La variation importante des valeurs montre que l'usage du VAE peut être varié, certaines personnes l'utilisant de manière plus intensive que d'autres.

Répartition de la distance parcourue en VAE en fonction du motif

dist tot. = 91241 km

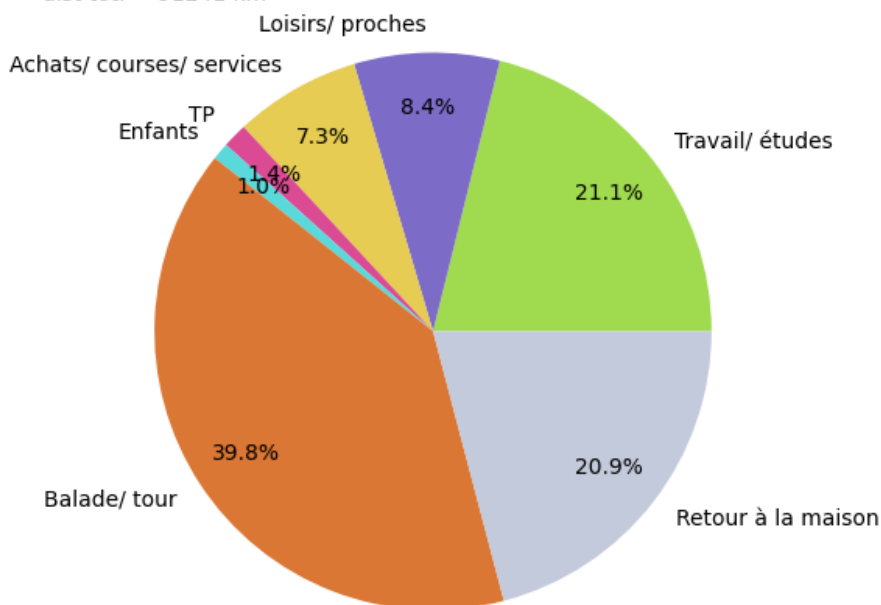


FIGURE 17 – Répartition de la distance parcourue en fonction du motif

L'analyse des distances parcourues par motif montre que le VAE est utilisé à la fois comme mode de transport (pour des motifs utilitaires), que comme activité en soi (pour faire du sport ou des balades, usage récréatif). Les trajets récréatifs se caractérisent par des distances parcourues plus longues, puisqu'ils

représentent 40% des distances, pour 13% des trajets. Certains usages représentent une minorité des distances (autour de 1% des distances totales), mais suggèrent un impact fort sur les modes de vie (utilisation du VAE en intermodalité avec les transports en commun, ou pour transporter des enfants). Il convient de préciser que le motif “Retour à la maison” est uniquement associé aux trajets utilitaires.

Substitution à court terme

Nous nous concentrons maintenant sur le mode qui était utilisé avant le VAE (mode substitué). Nous rappelons qu’une des options du questionnaire était “je n’aurais pas fait ce trajet”, à laquelle nous avons attribué le mode “ demande induite par le VAE”.

Répartition des distances parcourues en VAE en fonction du mode substitué

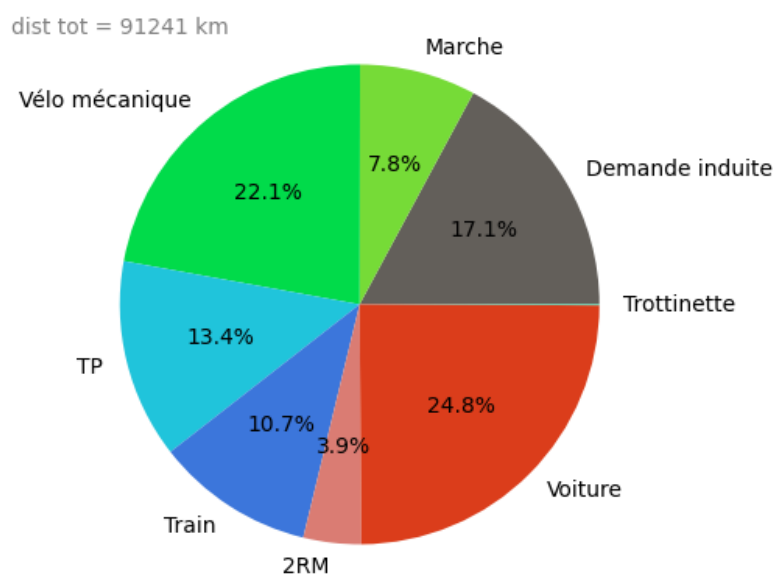


FIGURE 18 – Répartition des distances parcourues en VAE en fonction du mode substitué

En termes de distances, la répartition semble plutôt homogène entre les différents modes de transport substitués (29% pour les modes motorisés, 28% pour les modes actifs et 24% pour les transports publics). La demande induite représente 17% de la distance totale, ce qui implique que le VAE permet la réalisation d’une demande latente de transport.

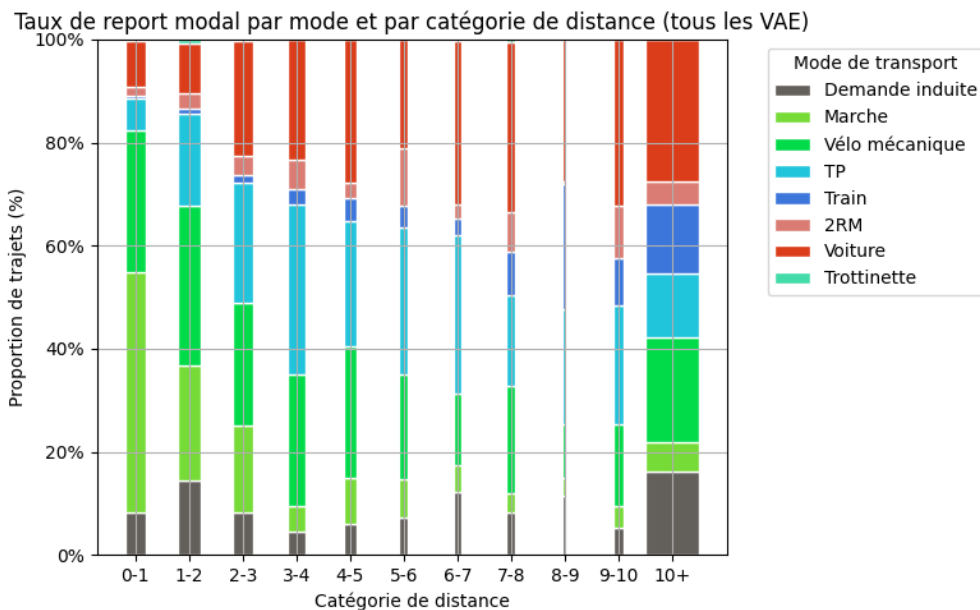


FIGURE 19 – Taux de substitution de chaque mode par le VAE par catégorie de distance

Note de lecture : la largeur de la barre est proportionnelle au nombre de trajets dans la catégorie de distance correspondante.

Le graphique en fig. 19 permet d'étudier l'influence de la distance du trajet sur le nombre de trajets réalisés en VAE et le mode substitué. Pour les trajets courts, le VAE a plutôt tendance à substituer les modes actifs, alors que pour les trajets longs, il semble substituer principalement les transports en commun et les modes motorisés. Notons que la demande induite est particulièrement présente dans les trajets de plus de 10 km, ce qui signifie que le VAE est utilisé pour faire des trajets longs, qui n'auraient pas été faits avant.

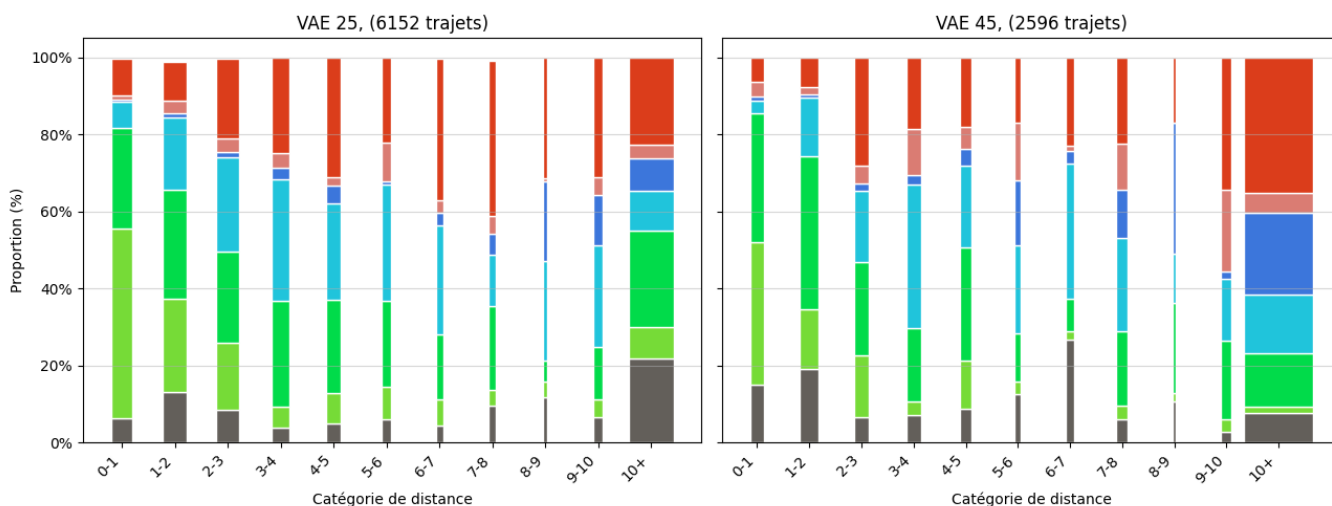


FIGURE 20 – Taux de substitution de chaque mode par le VAE par catégorie de distance, en fonction du type de VAE

Note de lecture : la largeur de la barre est proportionnelle au nombre de trajets dans la catégorie de distance correspondante.

Le graphique en fig. 20 permet de rajouter l'influence du type de VAE à l'analyse précédente. Ainsi, les VAE 45 sont utilisés pour des trajets plus longs, et substituent plus les modes motorisés et les transports en commun que les VAE 25, qui substitue davantage les modes actifs, et permet la réalisation de trajets qui

ne seraient pas réalisés sans le VAE. Notons que la demande induite semble particulièrement associée aux trajets de plus de 10 km effectués en VAE 25.

Bilan carbone

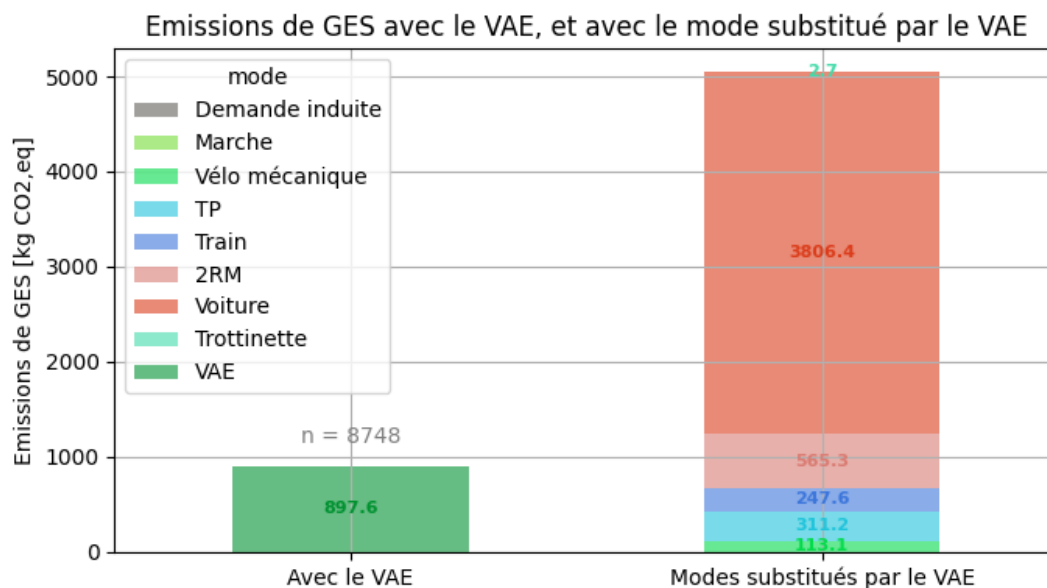


FIGURE 21 – Émissions de GES des trajets recensés dans le journal d’activité, en VAE (gauche) ou avec le mode substitué (droite)

Au total, les trajets en VAE recensés dans le journal d’activité représentent des émissions de près de 900 kg $CO_{2,eq}$, alors que les émissions des modes substitués seraient plus de 5 fois plus élevées, à 5 050 kg $CO_{2,eq}$. Cette différence est d’autant plus importante que la distance parcourue en VAE est supérieure à la distance parcourue avec les autres modes, puisque 17% de cette distance est induite par le VAE. Cette différence d’émissions s’explique principalement par les émissions importantes des modes motorisés.

Les émissions évitées seraient ainsi de 0.45 kg de $CO_{2,eq}$ par trajet. Les résultats peuvent aussi être exprimés en réduction d’émissions de GES par km parcouru en VAE, ce qui correspond au format des “*Emissions Reduction Factors*” (ERF) du projet EBIS. Cela donnerait un ERF moyen de 0.045 kg $CO_{2,eq}$ /km, qui est très proche de la valeur trouvée par EBIS (0.042 kg $CO_{2,eq}$ /km). Ces facteurs d’émissions ont aussi été calculés par “*strata*”, en fonction du type de VAE, de la catégorie d’âge, du genre et de la distance des trajets, ce qui a été fourni au Dr. Thomas Götschi (voir annexe 16, 17).

TABLE 13 – Facteurs de réduction des émissions (ERF) de GES en fonction de catégories de distance, de VAE ou de motifs

| Variables | Catégorie | Nombre de trajets | ERF ($gCO_{2,eq}/km$) |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| – | – | 8748 | 45.5 |
| Distance du trajet | 0–10 km | 6276 | 52.8 |
| | 10–20 km | 1299 | 64.7 |
| | 20+ km | 1173 | 32.8 |
| Type de VAE | VAE 25 | 6152 | 39.6 |
| | VAE 45 | 2596 | 58.5 |
| Motif | Pendulaire | 2061 | 65.2 |
| | Loisirs | 1054 | 61.3 |
| | Achats / courses | 1342 | 54.2 |
| | Transports publics | 300 | 25.3 |
| | Enfants | 268 | 33.4 |
| | Retour à la maison | 2628 | 58.3 |
| | Tour ou balade | 1095 | 24.3 |

L'étude des ERF par type de trajets (voir Table 13) permet une analyse plus fine des impacts du VAE sur les émissions de GES. Les ERF sont tous positifs, ce qui signifie que le VAE remplace des modes qui sont en moyenne plus émetteurs, quelle que soit la catégorie (distance, type de VAE, motif). En analysant par type de catégorie :

- **Distance** : L'ERF est le plus élevé pour les trajets de moins de 20 km, ce qui signifie que pour notre échantillon, le VAE substitue des modes plus émetteurs sur les trajets de moins de 20 km que sur les trajets de plus de 20 km.
- **Motifs** : Tous les motifs présentent un ERF positif, ce qui signifie que le VAE substitue des modes qui sont en moyenne plus émetteurs, quel que soit le motif. En revanche, on observe des variations importantes selon les motifs : les trajets utilitaires ont l'ERF le plus haut, tandis que les trajets de tours ou de balades ont l'ERF le plus bas.
- **Type de VAE** : Pour finir, les VAE 45 ont un ERF plus élevé que les VAE 25, ce qui est lié au fait qu'ils substituent des modes plus émetteurs, comme les modes motorisés (voir fig 20).

Afin de mieux comprendre les facteurs qui influencent la réduction totale des émissions de GES par personne, une régression linéaire a été réalisée. Elle permet d'étudier l'influence des différentes caractéristiques sur ΔGES_{tot} la réduction totale d'émissions de GES permise par les trajets réalisés en VAE, par rapport au mode substitué, par personne. Les résultats sont présentés en annexe (Table 21) et peuvent être résumés comme suit :

Exemple de lecture : influence du fait que le VAE principal de la personne soit un VAE 45 sur ΔGES_{tot} (réduction totale d'émissions de GES permise par le VAE sur les trajets recensés dans le journal d'activité). Le signe positif du coefficient indique que le fait que le VAE principal de la personne soit un VAE 45 entraîne une augmentation de ΔGES_{tot} . L'ampleur de l'effet est estimée à 2354 $gCO_{2,eq}$, et cet effet est statistiquement significatif (au seuil de 0.001), suggérant que le type de VAE joue un rôle important dans la réduction d'émissions.

- Le fait que le VAE principal utilisé par la personne soit un VAE 45 est associé à un ΔGES_{tot} significativement plus grand par rapport au VAE 25
- Le nombre de voitures du ménage est significativement proportionnel à ΔGES_{tot} .
- Le nombre de trajets recensés pendant les 7 jours est significativement proportionnel à ΔGES_{tot} .
- Par rapport aux personnes des zones urbanisées intermédiaires, les personnes des zones denses ont un ΔGES_{tot} significativement plus faible.
- Le fait d'avoir un très haut revenus (plus de 16 000 CHF/ mois) est associé à un ΔGES_{tot} significativement plus faible.

- Le niveau d'éducation, l'occupation professionnelle, l'année d'achat du premier VAE et la fréquence générale d'utilisation du VAE ne semblent pas avoir d'influence significative sur ΔGES_{tot} .

Une seconde régression a permis d'estimer l'influence des caractéristiques des trajets sur ΔGES_{trip} la réduction d'émissions de GES permise par le trajet. Les résultats sont présentés en annexe (Table 20), et peuvent être résumés comme suit :

- La distance du trajet est significativement proportionnelle à ΔGES_{trip} .
- Le motif peut avoir une influence sur la réduction d'émissions de GES du trajet : les motifs prendre les TP et transporter des enfants sont associés à un ΔGES_{trip} significativement plus grand par rapport au motif pendulaire. En revanche, les motifs balade/ tour et achat sont associés à un ΔGES_{trip} significativement plus faible par rapport au motif pendulaire.
- Le mode substitué a un impact sur les émissions de GES. Seuls les trajets qui n'auraient pas été réalisés sans le VAE sont associés à un ΔGES_{trip} significativement plus faible que les trajets qui auraient été réalisés en vélo mécanique. Tous les autres modes substitués sont associés à un ΔGES_{trip} significativement plus élevé par rapport au vélo mécanique

Substitution en deux temps "Avant-Avec-Sans"

Sur les 8 748 déplacements du journal d'activités, 8 383 ont des informations sur le mode qui serait utilisé si le VAE n'était pas disponible (mode de secours). Nous représentons ainsi les distances parcourues pour les déplacements du journal d'activité dans les trois cas (Avant le VAE, Avec le VAE, Sans le VAE) en fig. 22.

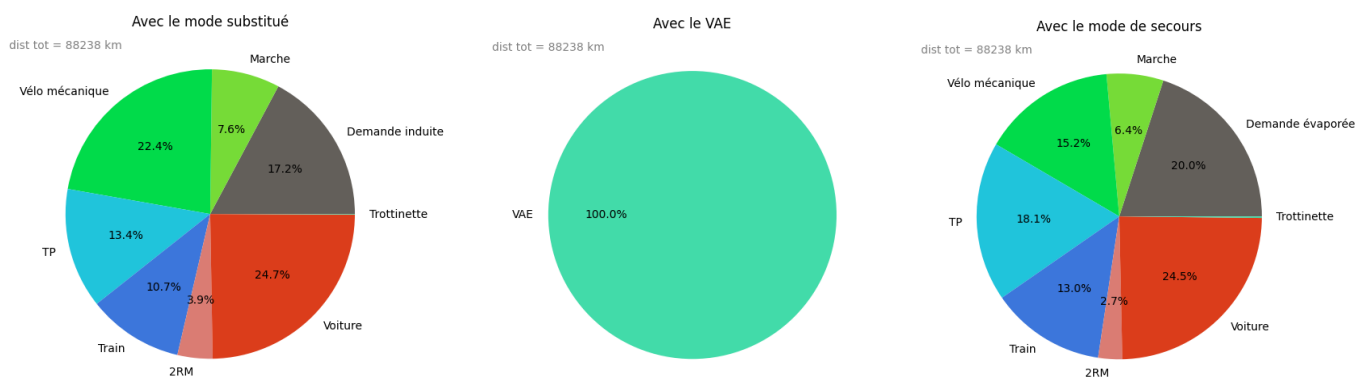


FIGURE 22 – Évolution des parts modales avant (gauche), avec (milieu) et sans (droite) le VAE

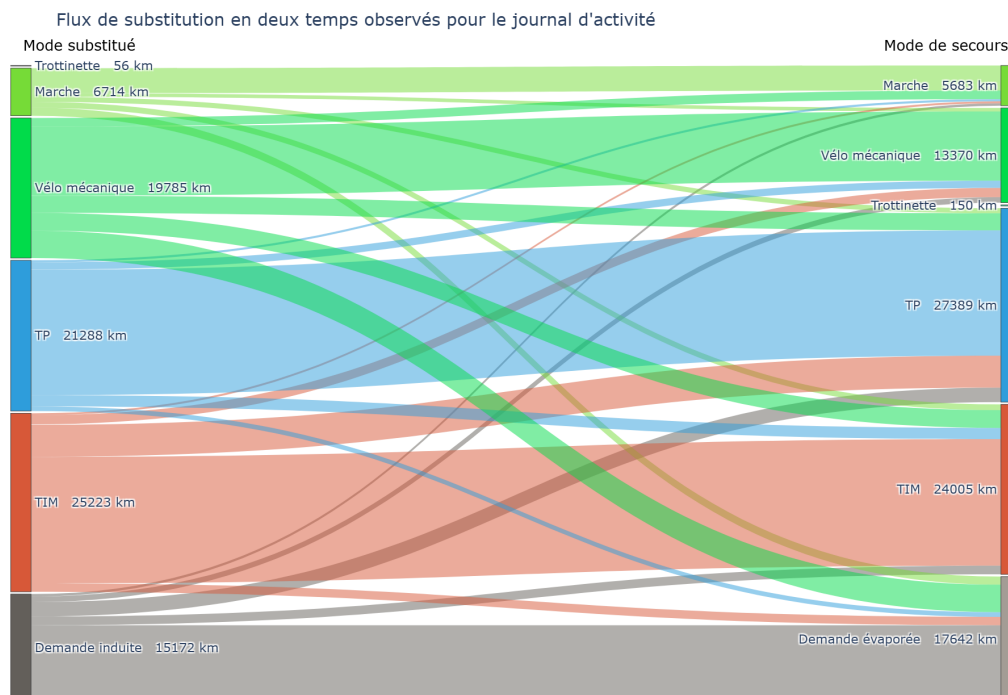


FIGURE 23 – Représentation des flux de substitution en deux temps observés dans le journal d'activité (mode substitué à gauche et mode de secours à droite)

Note : Les flux de moins de 100 km ne sont pas représentés pour des raisons de lisibilité

Afin d'étudier le phénomène de substitution en deux temps, nous avons comparé les parts modales en termes de distance (fig. 22), également représentés sous forme de flux de distances entre les modes substitués et les modes de secours (fig 23), dont les données sont présentées en annexe (tableau 19). Cela montre que :

- Le VAE induit une demande de transport pour notre échantillon, puisque 17% des distances n'auraient pas été parcourues avant. Cette demande de transport semble associée au VAE, puisque 20% des distances ne seraient pas parcourues si le VAE était indisponible. Le diagramme de Sankey montre que la plupart de la demande induite par le VAE s'évaporerait si le VAE n'était plus disponible.
- L'introduction du VAE dans les modes de vie des personnes ne semble pas avoir d'impact sur les distances parcourues en modes motorisés, puisque leur usage serait similaire avant le VAE et si le VAE était indisponible.
- L'introduction du VAE dans les modes de vie a un impact sur l'utilisation des modes actifs, qui passerait de près de 27 000 km (avant le VAE) à 19 000 km (sans le VAE). Le diagramme de Sankey montre qu'une partie de la distance parcourue en modes actifs serait parcourue en TIM et en TP, ou serait évaporée si le VAE n'était plus disponible.
- L'introduction du VAE dans les modes de vie augmente l'usage des transports publics, qui passerait de 21 300 km à 27 400 km entre avant le VAE et sans le VAE.

Les émissions de GES estimées pour chaque situation sont :

- 4847 $kgCO_{2,eq}$ avec le mode substitué (avant le VAE)
- 868 $kgCO_{2,eq}$ avec le VAE
- 4656 $kgCO_{2,eq}$ avec le mode de secours (sans le VAE)

Ainsi, si le VAE n'était plus disponible, les émissions reviendraient presque à leur niveau d'avant le VAE.

Typologies de modes dominants :

Pour rappel, nous attribuons comme mode dominant à chaque personne du journal d'activité le mode qui a été principalement substitué par le VAE (en termes de distances).

TABLE 14 – Effectif, Nombre de trajets et facteur de réduction des émissions (ERF) en fonction du mode principalement substitué par le VAE

| Mode dominant avant le VAE | Nb de personnes | Nb de trajets | ERF ($gCO_{2,eq}/km$) |
|----------------------------|-----------------|---------------|-------------------------|
| Modes motorisés | 358 | 2451 | 136.0 |
| Vélo mécanique | 287 | 1859 | 5.0 |
| TP | 281 | 2546 | 19.4 |
| Marche | 135 | 643 | 5.6 |
| Demande induite | 192 | 1249 | 3.4 |

Les tailles des classes sont relativement homogènes, bien que le nombre de trajets varie plus fortement que le nombre de personnes. L'ERF est positif pour toutes les classes, ce qui montre que le fait que le VAE remplace des modes plus émetteurs est indépendant du mode principalement substitué par le VAE. En revanche, l'ampleur de la réduction des émissions dépend de ce mode dominant. Elle est très élevée pour les personnes qui utilisaient principalement les modes motorisés avant le VAE, tandis qu'elle est plutôt faible pour les autres classes.

Le tableau de comparaison des caractéristiques sociodémographiques des typologies est fourni en annexe (fig. 14). Les principales caractéristiques de chaque typologie sont :

- **Marche** : Cette classe est principalement composée de retraités (56%). Ce sont des personnes qui sont moins équipées en vélos (53% contre 66%), et plus équipées en TIM (93% contre 83%) que la moyenne.
- **Vélo** : Cette classe est principalement composée d'hommes (77%) et de personnes de plus de 50 ans (72%), retraitées (50%)
- **Demande induite** : Ce sont principalement des personnes âgées, à la retraite, et avec un taux d'équipement en vélos plutôt bas.
- **Transports publics** : c'est le groupe dont la composition semble la plus variée, et le seul groupe où il y a autant de femmes que d'hommes. Les personnes de moins de 65 ans et vivant en zone dense sont surreprésentées (resp. 74% et 49%, contre 58% et 27%). Le taux de possession de TIM est plus bas que la moyenne (68% contre 85%). La proportion de personnes avec des revenus supérieurs à 12 000 CHF/mois est de 29%, contre 17% pour l'échantillon.
- **Modes motorisés** : ce sont principalement des personnes plutôt du périurbain (54%), et de plus de 50 ans (78%). La majorité sont actives professionnellement (59%)

Cela permet également de voir que l'année d'achat du premier VAE n'est pas corrélée avec la typologie.

Distance parcourues et motifs, par typologie

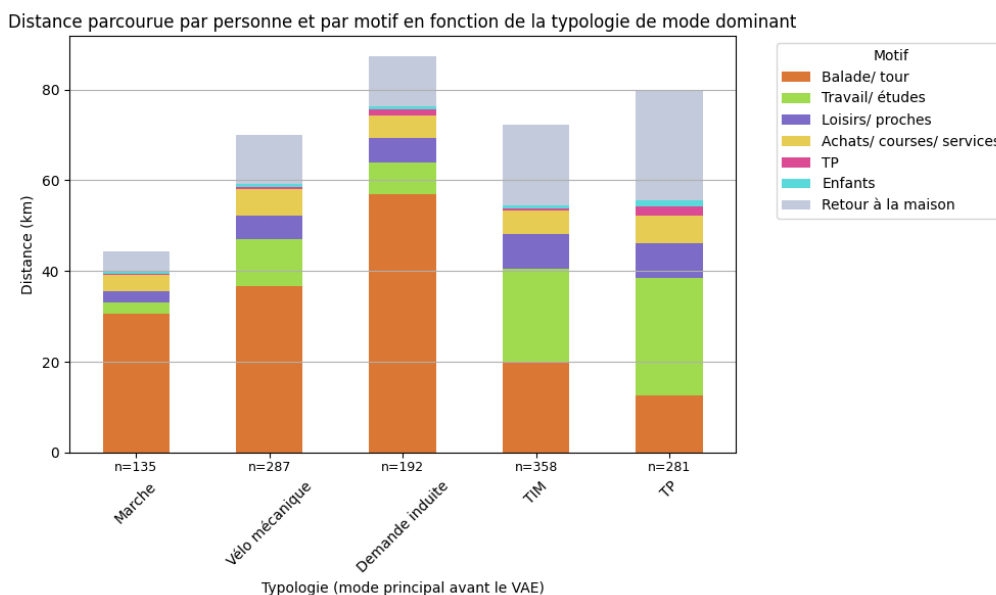


FIGURE 24 – Distance parcourue par personne et par motif sur les 7 jours de suivi, en fonction du mode principalement substitué par le VAE

La distance totale parcourue ainsi que la distance parcourue par motif varient grandement avec la typologie (fig. 24) :

- Les personnes dont le mode principal substitué par le VAE est la marche sont celles qui parcourent le moins de distance en VAE. Cette distance est parcourue majoritairement pour des trajets récréatifs.
- Les personnes dont le mode principal substitué par le VAE est le vélo musculaire utilisent aussi principalement le VAE pour des trajets récréatifs.
- Les personnes pour lesquelles le VAE permet surtout de réaliser des trajets qui n'auraient pas été réalisés avant (demande induite) utilisent aussi le VAE principalement pour des trajets récréatifs. Ce sont celles qui utilisent le plus leur VAE en termes de distances.
- Les personnes qui utilisaient principalement les modes motorisés et les transports publics ont un comportement plutôt similaire entre elles. Elles parcourent des grandes distances, et le font principalement pour des motifs utilitaires.

Intentions futures :

Les questions liées aux intentions futures des répondants révèlent que :

- 9% de l'échantillon a prévu d'acheter un VAE dans les 3 ans
- 62% de l'échantillon souhaiterait faire plus de VAE pour ses déplacements quotidiens
- 68% de l'échantillon souhaiterait faire plus de VAE pour ses balades ou ses tours sportifs
- 57% de l'échantillon augmenterait son usage du VAE s'il y avait de meilleures infrastructures cyclables.

Ainsi, la majorité des personnes interrogées souhaiterait utiliser plus son VAE, et le ferait si les infrastructures cyclables étaient meilleures. Ces résultats sont indépendants du mode principalement substitué par le VAE. Il reste donc un potentiel d'augmentation de l'usage du VAE parmi notre échantillon.

6.1.6 Synthèse et discussion

Équipement en VAE

À partir du MRMT 2021, nous avons pu étudier les ménages qui ont un VAE en Suisse. Ce sont plutôt des ménages de plusieurs personnes, avec des hauts revenus, plus de véhicules motorisés que la moyenne, et qui vivent en dehors des zones denses. Certaines de ces caractéristiques pourraient être liées entre elles (ménage de taille importante, zone de densité intermédiaire, capital économique et culturel...). Cette sous-représentation des zones denses pourrait s'expliquer par la difficulté d'y stationner un VAE de manière sécurisée, accessible et abritée (RÉRAT 2021).

L'analyse des données du Panel Lémanique a permis de montrer que le VAE continue de se répandre dans la population. Le nombre de personnes équipées de VAE a augmenté d'un tiers entre 2022 et 2024, pour atteindre 20,4% de l'échantillon. Les personnes ayant eu accès à un VAE après 2022 ont des profils différents de celles qui y avaient déjà accès. En effet, elles sont plus jeunes, ont des revenus moins élevés et sont majoritairement des femmes. De plus, ces personnes ont moins de vélos mécaniques, ce qui pourrait suggérer que le VAE s'adresse désormais à des personnes moins cyclistes. **Tout cela suggère une démocratisation du VAE, qui peut s'expliquer par une montée de sa popularité, et par la baisse de ses prix.** Cette démocratisation a été observée à Lausanne (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024), et à l'international : le VAE attirerait d'abord des cyclistes, et ensuite des utilisateurs d'autres modes, avec des profils plus variés, qui l'utiliseraient principalement de manière utilitaire (BIGAZZI et WONG 2020 ; HUANG et al. 2024). En revanche, les personnes ayant un VAE restent fortement plus éduquées que la moyenne, indépendamment de la date d'achat de leur VAE.

Grâce aux données du MRMT et du Panel Lémanique, on retrouve ce qui a été montré par (JONES et al. 2016 ; MARINCEK 2022 ; RÉRAT 2021) : **le VAE permet d'étendre la pratique du vélo à des groupes qui ne sont pas des utilisateurs typiques du vélo.** Les personnes avec un VAE dans nos échantillons sont plutôt âgées et sont autant des femmes que des hommes, alors que les utilisateurs types du vélo sont plutôt des hommes, en général jeunes.

Pour finir, l'échantillon du journal d'activité se distingue car il cible les utilisateurs de VAE, alors que les enquêtes classiques de mobilité ne permettent d'identifier que les personnes ayant un VAE dans leur ménage. Il n'est pas représentatif de la population Suisse, en raison des hauts revenus, de la part importante d'hommes (67%) et de retraités (42%), et du niveau élevé d'éducation, qui suggère un fort capital culturel, et a déjà été observé en Suisse (HINTERMANN et al. 2025). Cela pourrait s'expliquer par le mode de diffusion du questionnaire, qui ciblait les personnes ayant un intérêt pour la recherche académique et/ou le vélo.

Les participants au journal d'activité semblent relativement adeptes du VAE, puisqu'elles l'utilisent en moyenne 3,5 jours par semaine, pour près de 200 km/ mois, et qu'elles ont adopté le VAE il y a 8 ans en moyenne, soit avant qu'il soit très répandu dans la population. De plus, cet échantillon semble être composé de cyclistes expérimentés, puisque la majorité se sent en sécurité dans le trafic, bien qu'elle affirme rencontrer des "*situations dangereuses*". Pour finir, 92% affirme avoir des bonnes conditions de stationnement à son domicile, ce qui pourrait suggérer que les personnes qui ont un VAE actuellement et qui l'utilisent sont celles pour qui le frein lié au stationnement a déjà pu être levé. Les participants utilisent le VAE pour une variété de motifs du quotidien, et la majorité d'entre eux déclare l'utiliser à la fois pour des motifs utilitaires et récréatifs. Pour finir, les VAE utilisés par ces personnes sont principalement des modèles classiques (vélos de ville ou VTT).

Les cyclistes ont des comportements, des besoins en infrastructures et des ressentis qui dépendent de leur âge et de leur genre (ALBRECHER et al. 2023), mais également du type de vélo utilisé, et de leur fréquence d'utilisation du vélo (HINTERMANN et al. 2025). Les freins à l'usage du vélo, dépendent aussi du profil des cyclistes (J. E. BOURNE et al. 2020), notamment le frein lié au sentiment de sécurité (MARINCEK 2023). **Le VAE étant associé à une démocratisation des détenteurs de vélos, la littérature est claire sur le besoin d'infrastructures plus sécurisées, et sur l'importance de la sécurité subjective pour les personnes moins cyclistes, notamment les femmes et les personnes âgées. Pour lever les freins à l'usage du vélo des nouveaux détenteurs, il est nécessaire de comprendre leurs profils et de satisfaire leurs besoins. De plus, le VAE reste associé à un capital culturel relativement haut, et des mesures de promotion plus larges, ainsi que des meilleures conditions de circulation permettraient d'élargir le nombre de personnes qui considéreraient le VAE ou le vélo (CHEVANCE et al. 2025).**

Comparaison des pratiques de mobilité

En analysant les pratiques de mobilité du jour de référence du MRMT 2021, nous avons pu comparer celles du groupe qui a un VAE dans son ménage avec celles de la population générale. On ne trouve pas de différence significative de distance parcourue, de temps de trajet ou d'émissions de GES. Avoir un VAE n'est donc pas corrélé à des pratiques de mobilité moins émettrices de GES. Cela pourrait s'expliquer par :

- Le fait qu'un VAE soit disponible dans le ménage n'implique par forcément qu'il soit utilisable par les personnes du ménage.

- Le nombre de personnes qui ont un VAE, mais ne l'utilisent pas régulièrement. Le VAE serait un “nice to have” qui n'est pas forcément utilisé de manière régulière, ou un véhicule utilisé pour les loisirs par beau temps.
- Les effets de structure de l'échantillon : les personnes qui ont un VAE en Suisse vivent plutôt dans des ménages nombreux, dans des zones périurbaines ou rurales, sont plus éduquées et ont des revenus plus hauts que la moyenne. Ce sont également ces catégories qui tendent à être plus motorisées dans la population suisse, et à plus se déplacer en voiture, en raison des contraintes liées au mode de vie ou au territoire habité (OFS et ARE 2017)
- La faible influence de la possession d'un VAE sur les comportements de mobilité, qui pourrait s'expliquer par un manque de compétences, ou un manque d'appropriation de ce véhicule.

Cette approche se base sur un très grand échantillon de personnes ayant accès à un VAE dans leur ménage, et ne donne pas d'informations sur les freins ou les représentations des modes par les personnes. De plus, elle ne permet pas de savoir comment le VAE change les habitudes ou l'équipement de mobilité des personnes, dans une perspective de report modal à moyen ou long terme.

Évolution longitudinale de l'équipement et des pratiques de mobilité

Afin d'approfondir ces résultats, et notamment d'étudier l'évolution des comportements et de l'équipement de mobilité de manière longitudinale, nous avons utilisé les données des questionnaires sur la mobilité du Panel Lémanique.

Concernant l'évolution de l'équipement de mobilité de tout l'échantillon, le nombre de véhicules motorisés et de vélos mécaniques par personne a augmenté entre 2022 et 2024, tandis que la proportion de personnes équipées d'abonnements de transports publics est restée constante. Cela est à mettre en perspective avec les objectifs des cantons concernés, qui souhaitent baisser l'usage et la possession des modes motorisés sur leurs territoires.

En ce qui concerne les pratiques de mobilité de tout l'échantillon, nous avons pu observer une fréquence d'utilisation des transports publics en hausse entre 2022 et 2024. Cela semble positif du point de vue de la mobilité durable, et peut s'expliquer par la fin des mesures liées au Covid, et par le développement des infrastructures de transports publics et leur appropriation (Léman Express, Léman 2030, nouveaux tramways à Genève...). L'usage des modes motorisés et du vélo est resté constant, malgré les efforts des autorités pour baisser le premier et augmenter le second sur ce territoire. En particulier, la fréquence d'utilisation du vélo reste faible, avec en moyenne une utilisation par semaine.

Ces résultats ont permis de questionner le lien entre possession de VAE et usage du vélo. Les personnes qui ont un VAE utilisent en moyenne le vélo de manière plus fréquente que l'échantillon. En revanche, les personnes qui avaient acheté un VAE avant 2022 ont baissé leur fréquence d'utilisation du vélo entre 2022 et 2024, tandis que celles qui en ont acheté un après 2022 l'ont augmenté. Cette baisse de la fréquence d'utilisation pourrait être liée à une lassitude, une indisponibilité technique, ou encore un changement de mode de vie. Cela confirme que l'accès à un mode de transport ne suffit pas à expliquer son usage, qui dépend aussi de l'appropriation, des compétences ou encore du territoire, comme le rappelait le système de véломobilité (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019).

Les pratiques de mobilité plus durables semblent être liées à l'utilisation du vélo plutôt qu'à la possession d'un VAE. En effet, le groupe des détenteurs de VAE cyclistes a moins de modes motorisés et a une fréquence d'utilisation de ces modes moins élevée que la moyenne. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'ils vivent principalement en zones denses, où les modes motorisés sont plus facilement substituables. En revanche, eux non plus n'ont pas baissé leur nombre de modes motorisés ni leur fréquence d'utilisation de ces modes entre 2022 et 2024, et n'ont donc pas renoncé à ces modes. On observe globalement peu de démotorisation dans l'échantillon, ce qui confirme les résultats de CASTRO et al. 2019 sur l'impact de la pratique du vélo dans 7 villes européennes. Se démotoriser implique d'adapter ses pratiques de mobilité, ses lieux fréquentés, d'utiliser d'autres modes de transport, et de s'organiser avec d'autres personnes (BAEHLER et RÉRAT 2022). Cela demande une organisation et une motivation plus conséquente que l'achat d'un nouveau véhicule, à quelques milliers de francs.

Concernant les personnes qui ont un VAE et font du vélo moins d'une fois par semaine, elles sont principalement dans les zones rurales et de densité intermédiaire. Cette faible utilisation du vélo pourrait s'expliquer par :

- La facilité de stationner un VAE de manière sécurisée, ce qui lève l'un des principaux freins à l'achat.
- Une faible appropriation du VAE
- Un achat du VAE facilité par un pouvoir d'achat élevé, pour quelques sorties annuelles.
- Des freins qu'il reste à identifier (territoires, contraintes liées aux modes de vie...)

Cette analyse permet de saisir le comportement général de mobilité, notamment à travers les fréquences d'utilisation des modes, mais ne permet pas de mener un bilan carbone, puisque les distances parcourues ne sont pas disponibles. De plus, les données du Panel Lémanique, comme le MRMT, permettent seulement d'identifier les personnes qui appartiennent à un ménage qui a accès à un VAE, mais pas celles qui les utilisent. Elles ne permettent pas non plus de comprendre les freins à l'usage du VAE, ni les perceptions qu'en ont les personnes. Pour finir, les phénomènes de renonciation à des véhicules ou de changement des habitudes de mobilité peuvent se faire sur le temps long, alors que les données ne permettent une observation que sur deux ans. Sa limite principale reste son périmètre, puisqu'une analyse à l'échelle Suisse permettrait de savoir si ces résultats sont propres à la région lémanique Suisse ou non, et d'orienter un plus grand nombre de politiques publiques.

L'analyse des données du MRMT 2021 et du Panel Lémanique a pu montrer que le fait d'avoir un VAE dans son ménage n'est pas corrélé à un équipement moins élevé en modes motorisés, ni à une renonciation à ces modes. De plus, il n'est pas corrélé à un comportement de mobilité plus durable. En revanche, de nombreuses personnes ont un VAE, mais l'utilisent peu, ce qui suggère des freins à son usage, mais aussi un potentiel de développement important et rapide.

Analyse des usages du VAE et de la substitution engendrée (à court terme et en deux temps)

Afin de comprendre la substitution de manière plus fine, nous avons utilisé les données du journal d'activité du projet E-BikeShift, bien que l'échantillon de personnes ne soit pas représentatif de la population Suisse. Le VAE est utilisé par les participants pour une diversité de motifs, mais principalement comme mode de transport, ce qui confirme les observations à Lausanne (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024) et dans le monde (J. E. BOURNE et al. 2020). De plus, le VAE est aussi utilisé de manière récréative, principalement sur des longs trajets. L'utilisation moyenne du VAE est de 3,7 jours/semaine, et 10,5 km/jour, ce qui se situe dans la borne haute des valeurs observées à l'international (J. E. BOURNE et al. 2020). Cette utilisation relativement intensive du VAE (pour rappel, les résidents Suisses se déplacent 36,8 km/ jour, OFS et ARE 2017) pourrait s'expliquer par le profil de notre échantillon, et sa motivation particulière pour le VAE.

En ce qui concerne les modes substitués, **le VAE substitue de manière approximativement égale des distances parcourues en modes motorisés, en modes actifs et en transports en commun.** Cela confirme les résultats de la littérature internationale (BIGAZZI et WONG 2020 ; J. E. BOURNE et al. 2020 ; CHEVANCE et al. 2025), et Suisse (HINTERMANN et al. 2025 ; RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024) : **le VAE est en compétition avec tous les modes de transport et produit un report modal multidimensionnel.** Notons que le VAE semble substituer plus les transports en commun en Suisse que dans les autres pays, ce qui pourrait s'expliquer par leur part modale plus forte en Suisse, et illustrer le fait que le report modal engendré par le VAE dépend du contexte. De plus, 17% des distances parcourues en VAE n'auraient pas été réalisées avant le VAE. Ces distances sont principalement associées à des balades ou des tours à vélo, suggérant que le VAE permet une nouvelle forme d'activité physique (CASTRO et al. 2019). Globalement, sur les trajets courts, le VAE substitue surtout la marche et le vélo, tandis que pour les trajets longs, la voiture et les transports publics sont plus substitués, ce qui rejoint les résultats de HINTERMANN et al. 2025 ; RECK et al. 2022 en Suisse, et de HUANG et al. 2024 aux Pays-Bas.

La dynamique de substitution dépend du type de VAE et de la distance parcourue : les VAE 45 sont principalement utilisés pour des longs trajets (plus de 5 km), et en substitution des modes motorisés et des transports en commun. Les VAE 25 sont principalement utilisés pour des courts trajets (moins de 4 km), en substitution des modes actifs, ou des trajets longs de loisir, qui auraient été réalisés en modes actifs ou n'auraient pas été réalisés. Cela suggère des motivations différentes lors de l'achat du VAE, et confirme les résultats observés à Lausanne : le VAE 45 est utilisé pour principalement pour des motifs utilitaires et des trajets longs, et est plus en concurrence avec les modes motorisés que le VAE 25 (RAVALET et al. 2024).

Le journal d'activité permet de quantifier l'impact de cette substitution sur les émissions des GES. Bien que le VAE substitue à la fois des modes plus émetteurs et des modes moins émetteurs, et qu'il crée une nouvelle demande de transport, **il permet de diviser par plus de 5 les émissions de l'ensemble des trajets, par rapport au mode substitué.** Cette réduction des émissions est principalement due au fait que le VAE substitue des modes motorisés à forte intensité carbone, et dépend du motif et de la distance du trajet, ainsi que du type de VAE. Les trajets courts, l'utilisation de VAE 45 et les trajets utilitaires sont associés à une plus grande réduction des émissions.

Une première régression linéaire a permis d'estimer l'impact de différentes caractéristiques des personnes sur ΔGES_{tot} , la réduction totale des émissions de GES permise par la substitution observée sur tous les trajets du journal d'activité. Cela a permis de montrer que le fait que le VAE principal soit un VAE 45, le nombre de voitures du ménage et le nombre de trajets recensés dans le journal d'activité sont liés à un ΔGES_{tot} plus élevé. Cela peut s'expliquer par le fait que ΔGES_{tot} est proportionnel à la distance parcourue, et à la substitution de modes émetteurs par le VAE : les personnes pour lesquelles le VAE substitue principalement les TIM devraient avoir un ΔGES_{tot} plus élevé. Cela pourrait expliquer le fait que les personnes des zones denses aient un ΔGES_{tot} plus faible que les autres : les alternatives aux modes motorisés y sont plus développées, donc il y est moins probable que le VAE substitue les modes motorisés. Cette analyse permet de cibler les personnes pour lesquelles le VAE permet une plus grande réduction des émissions de GES dans le cadre de politiques de promotion du VAE.

La seconde régression linéaire a permis d'estimer l'impact de différentes caractéristiques des trajets sur ΔGES_{trip} , la réduction d'émissions de GES permise par le VAE par rapport au mode substitué sur le trajet. Le motif et le mode substitué ont une influence significative sur ΔGES_{trip} . Le fait que le mode substitué par le VAE soit les TP, les TIM ou la marche est associé à un ΔGES_{trip} plus important. Cela peut s'expliquer par les émissions de ces modes, mais aussi par la distance des trajets. L'effet le plus important sur ΔGES_{trip} est que le VAE ait substitué les modes motorisés, ce qui s'explique par leurs émissions de GES bien plus élevées que les autres modes. Les seuls coefficients négatifs sont associés au motif "balades et tour", soit l'usage récréatif du vélo, et au fait que les trajets n'auraient pas été réalisés sans le VAE. Rappelons la plupart des trajets de balade et tour n'auraient pas été réalisés sans le VAE, donc qu'il existe un lien entre les deux variables. Cela signifie que pour ces trajets-là, le fait d'utiliser le VAE est corrélé à une hausse des émissions de GES, à mettre en perspective avec les bénéfices pour la santé.

L'analyse de la substitution "en deux temps", dite "Avant-Avec-Sans" a montré que le VAE introduit une évolution des comportements de mobilité entre avant le VAE (modes substitués), et sans le VAE (modes de secours). Dans la situation hypothétique où le VAE n'était plus disponible, l'usage des modes motorisés resterait similaire, celui des modes actifs baisserait, et celui des transports publics augmenterait par rapport à avant le VAE. La demande induite, quant à elle, s'évaporerait majoritairement. Concernant le bilan carbone, le VAE permet une diminution importante des émissions de GES par rapport aux modes substitués, mais s'il n'est plus disponible, les émissions liées au mode de secours sont équivalentes à celles des modes substitués.

L'impact du VAE ne se limite pas uniquement aux émissions de GES, puisqu'il semble avoir un impact sur les modes de vie. L'analyse du phénomène de substitution "en deux temps" suggère un phénomène de substitution des modes actifs sans assistance électrique par les transports en commun et les modes motorisés entre "avant" le VAE et "sans" le VAE. Ce phénomène a également été observé à l'international (BIGAZZI et WONG 2020), et suggère que l'adoption du VAE est associée à une baisse de l'usage des modes uniquement actifs. Cela pourrait s'expliquer par l'âge de l'échantillon et leur condition physique : l'activité physique requise par les modes actifs deviendrait trop importante, et les transports en commun seraient privilégiés à la place. Cette analyse montre aussi l'importance du VAE pour les trajets de tours et balades, qui représentent l'essentiel de la demande induite. Ces trajets seraient en grande majorité évaporés si le VAE n'était pas disponible, ce qui montre qu'ils sont associés exclusivement au VAE. Cela confirme ce qui avait été trouvé aux Pays-Bas et au Royaume-Uni : le VAE amène une motivation à sortir et à être actif pour ses utilisateurs (JONES et al. 2016), aux Pays-Bas : il permet aux personnes âgées d'étendre leur espace d'activité (VAN CAUWENBERG et al. 2019), et est utilisé pour des trajets récréatifs par les personnes âgées (J. E. BOURNE et al. 2020). **Ainsi, le VAE permet des pratiques de mobilité beaucoup moins carbonées qu'avant ou sans le VAE, tout en permettant une activité physique.**

La construction de typologies basées sur le mode principalement substitué par le VAE a permis d'approfondir cet impact du VAE sur les modes de vie :

- Les personnes pour lesquelles le VAE substitue principalement les modes actifs ou la demande induite sont plutôt des personnes âgées, ce qui correspond à ce qui avait été observé par J. E. BOURNE et al. 2020. Elles utilisent le VAE environ quatre fois par semaine, principalement pour des balades et des tours à vélo. Cela pourrait être lié à la trajectoire “résiliente” identifiée par Marincek (MARINCEK 2022), où le VAE permet de maintenir une pratique du vélo. En revanche, certaines de ces personnes n’ayant pas de vélo mécanique, le VAE semble pour elles être une porte d’entrée vers le vélo.
- Les personnes pour lesquelles le VAE substitue principalement les modes motorisés sont celles qui réduisent le plus leurs émissions. Elles vivent en dehors des zones denses, et sont surtout des hommes de plus de 50 ans. Leur taux de motorisation est toujours très élevé (96%), ce qui suggère que l’adoption du VAE n’entraîne pas une renonciation à ces modes.
- Les personnes pour lesquelles le VAE substitue principalement les transports publics utilisent majoritairement leur VAE pour des motifs utilitaires. Ce sont plutôt des personnes qui vivent en zone dense, qui sont actives professionnellement et qui ont des revenus plus hauts que la moyenne. Leur faible taux de motorisation, et leur usage intensif du VAE suggèrent que le VAE est leur mode principal de déplacement. Il aurait pu être choisi pour remplacer les transports publics, en étant plus flexible, moins cher, et dans certains cas plus rapide.

Pour toutes les typologies, il semble y avoir une porosité entre l’usage utilitaire et l’usage sportif/ récréatif du VAE, ce qui confirme ce qui avait été observé à Lausanne (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024).

Pour finir, et revenir à notre cadre théorique de véломobilité, les personnes interrogées souhaitent augmenter leur usage du VAE, à la fois pour l’usage utilitaire et l’usage sportif, ce qui montre qu’il **reste un potentiel de développement du VAE auprès des personnes qui l’utilisent déjà. Un frein important au développement du VAE semble être les infrastructures**, puisque 57% des personnes déclarent qu’elles utiliseraient davantage leur VAE si les infrastructures étaient meilleures. Cela rappelle le lien entre usages et territoires, et le fait que le frein lié à la sécurité et aux infrastructures serait le principal à la réalisation du potentiel du vélo (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024).

En revanche, ce journal d’activité présente des limites, dont :

- Le fait de se baser sur des données déclaratives, qui contiennent inévitablement des biais de mémoire, de paresse, ou de pression sociale. Dans le cadre d’enquête de transport, les trajets courts ont tendance à être négligés par les enquêtés. Ces biais ont pu être corrigés dans le projet EBIS par un suivi GPS, qui fournit les distances de trajet effectives, et une mémorisation plus facile des trajets.
- Notre échantillon est biaisé et non représentatif de la population générale. D’autres sources de données seraient nécessaires pour avoir des informations représentatives de la population générale.
- L’enquête ne donne pas d’informations sur les pratiques de mobilité en général des répondants, mais uniquement sur les trajets réalisés en VAE sur les 7 derniers jours.

6.2 Scénarios d'évaluation du potentiel du VAE pour décarboner la mobilité en Suisse

Nous avons montré qu'il existe un potentiel de développement du VAE car les personnes qui l'utilisent souhaitent l'utiliser davantage (journal d'activité), que de nombreuses personnes en ont un mais font peu de vélo (Panel Lémanique), et que de nombreux trajets courts sont actuellement réalisés en TIM en Suisse (MRMT). Afin de dépasser les limites actuelles de la littérature, nous proposons l'élaboration de scénarios de développement du VAE, et leur impact sur les émissions de GES.

6.2.1 Scénarios de développement du VAE du projet EBIS

Pour rappel, les scénarios de développement du VAE développés pour le projet EBIS ont été estimés par le Dr. Götschi avec les ERF issus du journal d'activité E-BikeShift (les ERF fournis, par strata, sont disponibles en annexe : Tables 16 et 17). Les résultats sont fournis dans la Table 15, en termes de réduction relative des émissions totales liées à la mobilité quotidienne en Suisse en 2021, comparé au scénario Baseline (scénario hypothétique sans usage des VAE).

TABLE 15 – Comparaison des réductions d'émissions de GES des transports au niveau national permises par les scénarios du projet EBIS, avec les facteurs de réduction d'émissions (ERF) de E-BikeShift (gauche) et EBIS (droite)

| Scénario | Réduction relative (%) (ERF de E-BikeShift) | Réduction relative (%) (ERF de EBIS) |
|---|--|---|
| Baseline | 0.0 | 0.0 |
| Status quo | -0.2 | -0.2 |
| Multiplication du nombre de trajets en VAE par 2 | -0.4 | -0.5 |
| Multiplication du nombre de trajets en VAE par 5 | -1.0 | -1.0 |
| Multiplication du nombre de trajets en VAE par 10 | -1.9 | -1.9 |
| Report de 50 % des trajets non-VAE de 5 à 10 km vers le VAE | -4.8 | -4.9 |

Premièrement, nous pouvons voir des ordres de grandeur similaires entre les réductions engendrées par les différents scénarios entre EBIS et E-BikeShift, quels que soient les ERF utilisés, ce qui confirme nos résultats et les valeurs de nos ERF.

Les résultats des scénarios peuvent être rapidement commentés :

- Status quo : ce scénario permet de chiffrer les réductions actuelles des émissions de GES permises par le VAE à 0,2% des émissions totales liées à la mobilité .
- Le scénario de substitution le plus ambitieux, qui prévoit une substitution par le VAE de 50% de trajets de 5 à 10 km non réalisés en VAE, permettrait une baisse des émissions de 5%.

Ce scénario ne permet pas de maximiser la réduction d'émissions de GES, puisque la substitution n'est pas concentrée sur les modes motorisés, ni de prendre en compte la capacité physique des personnes.

6.2.2 Substitution maximale des modes motorisés par le VAE 45, en prenant en compte les capacités physiques - Scénario haut

Pour palier à ces limites, nous avons développé le scénario "haut", dans lequel le VAE 45 substitue les étapes réalisées en modes motorisés recensées dans le MRMT de 2015. Parmi ces 106 000 étapes, la très grande majorité ont été effectuées en voiture (98%). Nous estimons que les personnes sont prêtes à faire 60 min de VAE 45 par jour pour remplacer des trajets effectués en modes motorisés, en se basant sur le temps de trajet calculé à partir de la capacité physique individuelle des personnes. Avec ces hypothèses, près de 65% de ces étapes seraient substituables par le VAE, mais elles ne représenteraient que 25% de la distance totale. En effet, les déplacements en voiture sont caractérisés par une minorité de trajets longs qui représentent une majorité de la distance parcourue (OFS et ARE 2023), et donc des émissions de GES. Ainsi, même avec nos hypothèses de substitution très ambitieuses, les émissions ne baisseraient que de 23,6% (voir fig. 25). Le temps de trajet de toutes ces étapes, quant à lui, passerait de 36 232 heures à 36 794 heures, soit une augmentation de 1,6%.

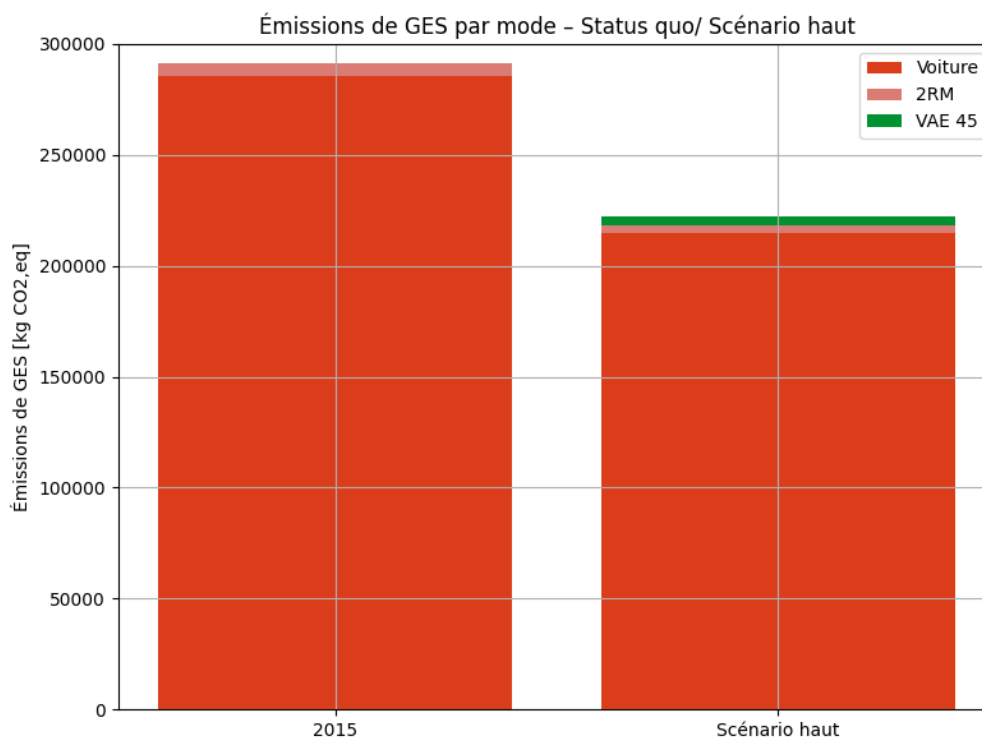


FIGURE 25 – Émissions de GES totales des étapes en modes motorisés du MRMT 2015 (à gauche) et dans le scénario de substitution “haut” (droite)

6.2.3 Synthèse et discussion

L'estimation des différents scénarios du projet EBIS à partir de nos ERF a permis d'extrapoler les résultats observés sur l'échantillon du journal d'activité E-BikeShift à la population générale. Un potentiel de réduction d'émissions au niveau national a été estimé pour différents scénarios, en se basant sur des comportements de substitution observés sur les utilisateurs de VAE qui ont participé au projet EBIS. La proximité des résultats obtenus à partir des ERF issus du projet E-BikeShift avec ceux du projet EBIS permet de confirmer notre méthodologie. Ces résultats montrent que le VAE permet actuellement de réduire les émissions de GES de 0,2%, ce qui rappelle sa place relativement faible : en 2021, 1,2% des trajets étaient réalisés en VAE, selon le MRMT, mais ce sont principalement des trajets courts (OFS et ARE 2017). Nous avons également montré qu'il restait des trajets pour lesquels le VAE pourrait substituer d'autres modes de transport, notamment les trajets entre 5 et 10 km. En revanche, même dans des scénarios ambitieux de substitution, la réduction des émissions est limitée à 5%, ce qui reste loin des objectifs fixés par les autorités, et de la neutralité carbone. Cette approche comporte des limites, notamment le fait d'extrapoler le comportement d'un échantillon de personnes qui ont un VAE, qui l'utilisent, et qui ont accepté de remplir un journal d'activité, à la population générale. Citons aussi que ces scénarios se basent sur la substitution observée chez les participants de EBIS, et permettent donc au VAE de substituer les transports en commun, le vélo ou la marche. Ils ne donnent donc pas un potentiel maximum de réduction des émissions.

L'analyse de la substitution des modes motorisés par le VAE 45 basée la capacité physique des personnes a permis de fournir une borne haute du potentiel de réduction des émissions de GES en Suisse. Avec des hypothèses de substitution ambitieuses, se basant sur des temps de trajet réalistes, le potentiel de réduction des émissions de GES serait de 24%. En prenant en compte tous les trajets, et les pratiques observées de transport, nous avons dépassé les limites de BUCHER et al. 2019. Cela a également permis de montrer que le temps de trajet total n'augmenterait que de 1,6% dans ce scénario, ce qui prouve que le VAE 45 est actuellement compétitif avec les TIM en termes de temps de trajet, ce qui avait été montré par MEYER DE FREITAS et AXHAUSEN 2024.

Une limite majeure de cette approche réside dans le fait que le report modal a été estimé uniquement à partir du temps de trajet, alors que ce facteur ne constitue pas la seule variable déterminante. (KAUFMANN, RAVALET et DREVON 2019; MARINCEK 2023; RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019). On pourrait citer :

- La météo : la pluie et le froid sont des freins importants à l’usage du vélo
- L’heure : certaines personnes ne souhaitent pas se déplacer la nuit en raison de problèmes d’éclairage et de visibilité, notamment en dehors des zones urbaines.
- La cyclabilité : certaines personnes ne souhaitent pas se déplacer sur certains types d’infrastructure (route sans bande cyclable, route où les véhicules motorisés roulent vite. . .)
- Les oppositions à l’utilisation du vélo, pour diverses raisons idéologiques, psychologiques ou logistiques (emport de bagages, nécessité d’accompagner des personnes).
- La différence de temps de trajet entre le VAE et les modes motorisés.

Ces deux méthodes d’estimation du report modal potentiel théorique maximal vers le VAE confirment qu’il ne pourra pas décarboner à lui seul de manière importante la mobilité en Suisse. Cela est principalement dû au fait qu’il ne peut pas substituer les modes motorisés sur les longs trajets, qui représentent actuellement la majorité des émissions.

Ces deux approches fournissent des potentiels théoriques maximaux : elles font l’hypothèse que la population est prête à faire évoluer ses pratiques de mobilité pour adopter le VAE. De plus, elles supposent des infrastructures de circulation, de stationnement et de recharge adaptées à une augmentation significative du nombre de VAE. Pour finir, elles se basent sur des paramètres constants :

- **Temps de trajet** : Dans la réalité, si la part modale du VAE augmentait, il est probable que les infrastructures de transport évoluent, ce qui fera évoluer les temps de trajet.
- **Demande de transport** : Nous avons aussi montré dans la partie précédente que le VAE avait des impacts sur les modes de vie, il est donc probable que la demande de transport évolue si son usage augmente. Le fait d’avoir accès à un VAE pourrait créer une nouvelle demande de transport, notamment sous forme de balades ou sorties sportives, ou à l’inverse évaporer une demande, en remplaçant d’autres activités (loisirs qui requièrent l’utilisation des modes motorisés. . .).

Ces limites pointent la difficulté de modéliser et de prévoir l’évolution des pratiques de mobilité, en raison de leur lien avec les infrastructures, et les modes de vie. Nos scénarios ne doivent donc pas être interprétés comme des scénarios qui peuvent ou doivent se réaliser. En revanche, ils permettent de montrer que même avec des hypothèses importantes de substitution vers le VAE, la réduction d’émissions de GES serait limitée, ce qui invite à remettre en question la place des modes motorisés, et la demande de transport, notamment pour les loisirs. Pour finir, ces scénarios donnent des ordres de grandeur du changement d’émissions de GES, mais ne donnent pas d’indications sur la facilité de réalisation, ni sur les mesures nécessaires. **Afin d’approfondir ces résultats, une approche “omnimodale” (Héran 2017) pourrait être adoptée, pour évaluer le potentiel de décarbonation d’un système de mobilité combinant le VAE et les transports en commun.** D’une manière similaire, un routeur pourrait être développé pour estimer le temps de trajet avec une combinaison de modes décarbonés (vélo, VAE, transports publics). Cela permettrait d’évaluer la part des trajets en modes motorisés en Suisse qui n’ont pas d’alternatives viables en modes de transport décarbonés, et de se rendre compte dans quelle mesure les modes motorisés sont indispensables en Suisse. De plus, en intégrant les modes de transport alternatifs à la voiture, on pourrait étudier la faisabilité d’un système post-voiture en Suisse, qui fournirait les mêmes niveaux de flexibilité, confort et sécurité que la voiture (DENNIS et URRY 2009). Ce système permettrait selon les auteurs d’améliorer la qualité de vie, de réduire les émissions de GES et la consommation d’énergie, et de sortir de la dépendance à la voiture.

6.3 Analyse de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques

6.3.1 Analyse critique de politiques publiques de développement du vélo

Afin de comprendre quelle place et quels potentiels sont attribués au VAE par les politiques, nous avons analysé des documents de planification de la mobilité à vélo. Des stratégies de différents niveaux de planification ont été analysées (communal, régional, national), en Suisse. Il a été choisi d'également effectuer une analyse des politiques publiques d'Île-de-France, car cette région s'est distinguée par une augmentation très forte de la part modale du vélo, et des objectifs ambitieux de promotion du vélo (BRETEAU 2023).

Les politiques publiques de promotion du vélo en Suisse :

- **Stratégie Cantonale de Promotion du Vélo à Horizon 2035** (CANTON DE VAUD, DGMR 2022). Ce document se donne pour objectif de multiplier par 5 la part des déplacements à vélo dans le canton à l'horizon 2035 par rapport à 2015, pour atteindre 10% des déplacements totaux. Les VAE sont mentionnés comme une manière d'atteindre d'autres profils d'utilisateurs du vélo, et d'offrir "*une alternative supplémentaire à la voiture*" pour de nombreux trajets. Il est aussi mentionné que leur développement nécessitera de revoir le réseau cyclable, en raison de leurs besoins différents.
- **Plan d'action des Mobilités Actives**, (ETAT DE GENÈVE 2024). Dans ce document, le VAE n'est quasiment pas mentionné et seulement des objectifs non chiffrés d'augmentation de la part modale du vélo sont mentionnés. De plus, des aides à la location de VAE sont fournies par le Canton, mais uniquement pour les petites entreprises (ETAT DE GENÈVE 2025).
- **Stratégie vélo** (ETAT DE FRIBOURG 2018). Dans cette stratégie, le VAE est mentionné comme un moyen d'étendre le champ d'action du vélo, mais aucun objectif ou mesure n'y est lié.
- **Plan d'Agglomération Lausanne Morges** (AGGLOMÉRATION LAUSANNE-MORGES 2025). Ce document de planification de l'agglomération, a pour objectif d'augmenter la population et la densité tout en maintenant une qualité de vie élevée. Le VAE y est mentionné comme une explication de l'augmentation du trafic cycliste, et un moyen d'augmenter la part modale du vélo. Ce serait un "*accélérateur du développement de la pratique du vélo dans l'agglomération, très vallonnée*", dont l'importance est "*déterminante*". En revanche, aucune mesure n'est dédiée au VAE, il est seulement mentionné que les aides à l'achat peuvent aider à son déploiement.
- **Plan Directeur de Mobilité Cyclable, Canton de Neuchâtel** (CITEC INGÉNIEURS CONSEILS SA 2017). Ce document datant de 2017 ne mentionne pas les VAE, et présente une approche classique d'amélioration et de sécurisation de l'infrastructure cyclable, et de développement d'itinéraires. Le seul objectif chiffré est d'atteindre la part modale de la Suisse pour les déplacements utilitaires réalisés à vélo.

Pour finir, des documents de prospective ont été analysés, au niveau fédéral (ARE 2022) et vaudois (STATISTIQUES VAUD 2025). Ces documents, qui établissent des scénarios d'évolution des transports à l'horizon 2050, accordent une place plus importante au VAE. Dans le cas du Canton de Vaud, le VAE est cité comme un "*levier particulièrement efficace de décarbonation de la mobilité*", en raison de son potentiel important, et de la rapidité de son déploiement. Il est estimé que 7% des distances totales parcourues pourraient être effectuées en VAE, qui viendrait substituer une partie des distances effectuées en voiture. Dans le document national, il est estimé que la part modale du vélo doublera, et que le VAE pourra y contribuer.

Les politiques publiques de promotion du vélo en Île-de-France :

- **Plan Local de Mobilité** (VILLE DE PARIS 2025). Cette stratégie présente des objectifs chiffrés d'infrastructures (180 km d'aménagements cyclables) et de stationnement (130 000 places) appuyés par un budget dédié de 250 millions d'euros. Ces objectifs sont de "*Multiplier par 3 les déplacements à vélo à l'horizon 2030 et réduire de 50% le trafic routier dans Paris par rapport à 2015*". Le VAE est principalement traité avec le vélo, mais une mesure lui est dédiée, et vise à "*développer les VAE et les vélos cargos comme moyens d'atteindre la pratique du vélo pour toutes et tous*". Pour cela, des aides à l'achat de VAE neufs ou reconditionnés, ou de kits d'électrification de vélos sont mises en place, afin de prendre en compte la spécificité liée au prix du VAE. De plus, contrairement aux stratégies Suisses, celui-ci comporte des indicateurs permettant de suivre sa mise en œuvre, dont un est dédié au VAE (nombre d'aides à l'achat de VAE délivrées).

- **Plan des mobilités en Île-de-France** (ILE DE FRANCE MOBILITÉS 2025). Dans cette stratégie de mobilité à l’horizon 2030, axée sur la décarbonation des transports, l’objectif est de tripler le nombre de déplacements à vélo, pour passer de 0,8% des déplacements à 2,4%. Pour cela, des mesures spécifiquement liées aux VAE sont mises en place. Premièrement, des aides à l’achat sont proposées, afin que tous les habitants de la région aient accès aux mêmes aides à l’achat, puisque l’aide régionale vient compléter l’aide municipale. De plus, un système de location longue durée de VAE (Véligo location) est proposé, afin de permettre aux franciliens de tester à prix réduit le vélo électrique pendant quelques mois. Ce service a déjà permis à 120 000 personnes de tester le VAE. Les dispositifs d’aide à l’achat et de location longue durée sont présentés comme complémentaires, et destinés à durer dans le temps. De plus, une mesure spécifique est dédiée au “*déploiement des vélos et véhicules légers à assistance électrique*”, et une autre à la mise en place d’un système de recherche d’itinéraires combinant vélo et transports en commun, adaptés aux VAE.

6.3.2 Synthèse et discussion

La synthèse de cette comparaison est présentée dans le tableau suivant :

| Politique publique | Année | Mention | Budget vélo | Indicateurs | Objectifs chiffrés | Mesures dédiées |
|------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------|--|---------------------|
| Vaud | 2022 | Oui (nécessité de revoir le réseau) | 42 m CHF | - | Multiplier par 5 la part des déplacements à vélo | - |
| Genève | 2025 | - | - | - | | - |
| Neuchâtel | 2016 | Non | 5 m CHF | - | Atteindre la PM Suisse du vélo pour les trajets utilitaires. | - |
| Fribourg | 2018 | Oui | - | - | - | - |
| Ile De France | 2025 | Oui | 100 m € | Nb de VAE loués et achetés | Tripler les déplacements à vélo | LLD Aides à l’achat |
| Agglo Lausanne | 2025 | Oui « importance déterminante » | - | - | - | - |
| Agglo Genève | 2021 | Faible | - | - | - | - |
| Plan Local de Mobilité Paris | 2025 | Oui | 250 m € | Nb d’aides à l’achat de VAE | Multiplier par 3 les déplacements à vélo, réduire de 50% le trafic routier | Aides à l’achat |

FIGURE 26 – Tableau récapitulatif de la comparaison de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques de promotion du vélo

Cette analyse permet de voir qu’en dépit du potentiel important accordé aux VAE dans le déploiement du vélo (voir Revue de Littérature), la plupart des stratégies de mobilité étudiées en Suisse n’ont pas d’objectifs ni de mesures liés au VAE. Les stratégies de certains cantons datent d’avant 2019, et le développement important du VAE, et certains cantons ont des stratégies limitées de promotion du vélo, sans moyens dédiés ni mesures de suivi. Dans le canton de Vaud, les mesures de promotion du VAE se limitent à des aides à l’achat de VAE qui sont fournies par les communes, en fonction de leurs moyens et programmes, et centralisées sur une page du canton (ÉTAT DE VAUD s. d.). **Cela met en évidence un décalage entre les ambitions des institutions en termes de promotion du vélo et du VAE, et les moyens mis en place.**

En comparaison, en Île-de-France, la situation est différente, puisque des mesures de promotion du VAE existent depuis plusieurs années. Elles semblent avoir fait leurs preuves en termes de popularité, avec plusieurs centaines de milliers de personnes ayant bénéficié des aides à l’achat ou de la location longue durée de VAE proposées par la région. Des mesures sont dédiées au VAE dans les stratégies de mobilité analysées (Ville de Paris et Région Île-de-France). Des éléments importants d’une politique publique sont présents (objectifs chiffrés et ambitieux, dates liées aux objectifs, indicateurs de suivi, moyens financiers dédiés...),

qui sont moins présents dans les politiques analysées en Suisse. Les spécificités du VAE (coûts d'achat plus important, besoin de tester avant d'adopter, besoin de stationnement dédié...) sont considérées dans des mesures de promotion spécifiques. Ces stratégies considèrent la promotion du vélo dans son ensemble, en prenant en compte l'accès aux véhicules, le stationnement, l'infrastructure cyclable ainsi que de nombreux autres éléments du "système vélo" (HÉLAN 2015). Ainsi, des mesures spécifiquement orientées vers le VAE sont mises en place, parmi un éventail plus large de mesures de promotion du vélo.

Cette analyse de politiques publiques montre finalement qu'en Suisse comme en Île-de-France, le VAE est généralement considéré avec le vélo classique, et non comme un mode de transport à part. Il semble vu comme un moyen d'étendre le rayon d'action et le profil d'utilisateurs du vélo classique.

6.3.3 Entretiens avec des décideurs et des experts du VAE

Une synthèse des résultats des entretiens est présentée ici, structurée selon la grille d'entretien (voir 27).

Quel est le rôle de votre institution en général et spécifiquement sur le suivi et le développement de l'usage du VAE ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** La Ville est complètement autonome sur les mesures prises sur le stationnement, les infrastructures cyclables et les subventions à l'achat de VAE, dans la limite du respect des normes et réglementations (à l'exception des routes cantonales en traversée de localité, pour lesquelles le Canton a le dernier mot). Elle a des objectifs ambitieux de promotion du vélo ; *"Il est évident qu'avec la topographie qu'on a, avec des pentes assez importantes, en l'absence de VAE c'est quelque chose qu'il n'aurait pas été possible de viser. [...] Pour nous, le VAE est vraiment un élément essentiel pour atteindre les objectifs qu'on se fixe en termes de parts modales"*. Leur rôle dans la promotion et le suivi du VAE peut se diviser en trois parties :
 - **Infrastructures :** La priorité de la Ville est de développer un réseau cyclable *"continu et sécurisé"*. Le VAE a impacté les infrastructures planifiées, dans la mesure où les vélos peuvent maintenant passer par des routes plus raides. *"La pente n'est plus un obstacle, même les pentes raides, avec un VAE. Donc ça nous oblige à aménager à plus d'endroits qu'on ne l'aurait fait en l'absence de VAE"*. D'autre part, l'arrivée du VAE a poussé à imaginer des aménagements plus larges, permettant aux vélos de se dépasser, puisque les différentiels de vitesses peuvent être élevés. Cela permet aussi d'assurer une plus grande sécurité et un plus grand confort aux cyclistes.
 - **Stationnement :** La personne a identifié que le stationnement est un frein important à l'achat d'un VAE : *"il y a des gens qui arrêtent de faire du VAE parce qu'ils ont eu trop de vols. D'autres qui ne s'y mettent pas parce qu'ils ne savent pas où le mettre, et qu'ils ne veulent pas le laisser dehors, à la pluie ça s'abîme, et ça risque d'être endommagé et volé"*. Pour cela, la Ville a mis en place un projet de vélobox, abris sécurisés et abrités installés sur la voie publique et accessibles via un abonnement.
 - **Aides à l'achat :** La Ville propose une aide à l'achat d'un VAE. Cette aide peut être augmentée pour les vélos plus chers (longtails, vélos cargos) ou les personnes avec moins de ressources.
- **Personne du milieu académique :** Cette personne mène plusieurs projets de recherche en rapport avec le VAE, dont des thèses et articles de recherche. Par rapport au VAE : *"Nous, on suit cette évolution, on essaye de la documenter. On s'intéresse à cette diffusion et aux effets sur la mobilité. [...] On met à disposition des diagnostics, des tendances, des chiffres, et après, c'est aux personnes de terrain de s'approprier ça"*.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives :** Notre rôle, *"association de défense des cyclistes"* est tout d'abord d'*"améliorer les infrastructures cyclables, qui sont à la fois utilisées par des vélos classiques que des vélos électriques"*. Cela peut se faire par du lobbying et des actions légales comme des référendums, qui peuvent mener à la promulgation de lois. L'association a aussi un rôle d'expert dans la promotion du vélo, en participant à l'élaboration et la révision des normes : *"La loi, elle est très large, elle dit aux cantons qu'ils doivent faire ce réseau pour les voies cyclables, mais"*

ensuite exactement comment ça va se concrétiser sur le terrain, quelle largeur il faut que prennent les pistes cyclables, comment gérer la priorité des cyclistes aux carrefours, comment gérer les ronds-points, toutes les questions hyper techniques c'est des guides de planification ou des recommandations qui sont rédigés". Ils cherchent aussi à diffuser les bonnes pratiques : "la commune de Lausanne a mis en place les vélobox dans les quartiers pour le stationnement sécurisé. Moi, par exemple, ce que je vais faire, c'est que via [mon association], je vais aller demander de l'argent à l'OFROU pour organiser un évènement où je vais inviter d'autres communes à venir prendre connaissance de cette proposition lausannoise et venir inspirer les communes pour qu'elles mettent en place aussi chez eux des solutions de stationnement sécurisé". Pour finir, l'association a aussi une activité de promotion de la pratique du vélo.

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton** : La division dans laquelle elle travaille "a pour mission principale de définir et de mettre en œuvre une stratégie cohérente de développement des mobilités et d'amélioration des systèmes de transport". Elle est composée de trois branches principales, une chargée de la planification de la mobilité (routes et transports publics), une de la construction des infrastructures, et la dernière de l'entretien des infrastructures. L'unité mobilités actives est rattachée à la direction de la division, afin de pouvoir agir de manière "transversale", à différentes phases des projets. L'action de cette unité est définie par la stratégie cantonale de promotion du vélo. Ses trois axes d'action sont :

- **Promotion** : le Canton peut
 - Soutenir des acteurs externes (communes ou acteurs privés ou associatifs) dans leurs actions de promotion du vélo. Par exemple, le canton peut soutenir une commune pour qu'elle participe à Cyclomania (action de promotion du vélo proposée par Pro Vélo à destination des communes), en payant une partie des frais d'inscription et en lui fournissant un retour d'expérience d'autres communes.
 - Coordonner d'autres acteurs. Par exemple, dans le cadre de la promotion du vélo et de la sécurité routière auprès des jeunes, le Canton souhaiterait rassembler les différents acteurs (police cantonale, Défi Vélo, bikecontrol, services d'éducation physique) dans un véritable concept de promotion du vélo plus cohérent et rythmé.
 - Impulser des projets, à travers des appels à projets.
- **Relier** : le Canton souhaite définir et réaliser un réseau principal structurant, tel qu'imposé par la Loi sur les voies cyclables, qui lui donne les grandes orientations. Dans le canton de Vaud, cela doit se faire en coordination avec les communes, dans le cas des routes cantonales en traversée de localité.
- **Soutenir** : le Canton propose des ressources financières et humaines pour mettre en place la stratégie cantonale de promotion du vélo. En termes de ressources humaines, l'unité mobilités actives travaille en collaboration avec les autres services de la DGMR. Les ressources financières peuvent prendre la forme de subventions pour les communes qui souhaitent aménager des itinéraires qui font partie du réseau principal structurant sur leur territoire.

La diversité des compétences et des missions des institutions représentées (chercheurs, gestionnaires d'infrastructure et représentants d'usagers) illustre l'intérêt actuel pour le VAE. Elle illustre aussi la complexité du système d'organisation des transports en Suisse, et les actions des différents acteurs impliqués.

Selon les données au niveau national, la possession et l'usage des VAE augmentent beaucoup ces dernières années en Suisse. Selon vous, le VAE est-il un mode de transport qui a de l'avenir en Suisse ? Une distinction milieu urbain-rural peut être faite si cela vous semble pertinent.

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville** : "Oui. C'est clairement et de manière évidente le moyen de transport le plus efficace en milieu urbain. [...]. Ça concerne énormément de monde. Ça permettrait d'améliorer l'efficacité en transports de pas mal de personnes. [...] On fera jamais tout avec le vélo cargo ou avec le vélo mais on peut faire beaucoup, et beaucoup plus que ce que la majorité des gens pensent". De plus, l'apparition des longtails et des vélos cargos permettrait de nouveaux usages (transport d'enfants, de matériel...), ce qui augmenterait le potentiel du VAE.

- **Personne du milieu académique** : *“Je pense qu’il y a un potentiel qui est très grand, mais que ça ne va pas se faire naturellement. Le VAE permet de parcourir des distances plus longues, de faire face au relief, et de transporter des enfants. On voit que les longtails, cargos, charrettes sont en essor. Ça ouvre beaucoup de possibilités. [...] On a un mode de transport qui va concurrencer tous les autres modes jusqu’à 10 km en moyenne”*.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** : *“Effectivement, nous on pense qu’il y a un énorme potentiel du VAE, mais ce potentiel, il est en lien avec l’existence d’infrastructures adéquates, les itinéraires sécurisés et le stationnement à destination qui soit sécurisé”*. Le potentiel du VAE pour l’intermodalité est également mentionné, avec le fait que 97% de la population Suisse vit à moins de 5 km d’une gare.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse** : *“On s’est beaucoup basé aussi sur les recherches et les données qui ont été transmises par l’OUVEMA, et on sait qu’il y a un immense potentiel de faire ces distances entre 5, 10 et 15 kilomètres en VAE”*. Le potentiel du VAE est mentionné pour le Canton, à la fois pour les territoires avec des dénivelés, mais également pour des territoires périurbains, où le VAE peut permettre de franchir les distances pour atteindre une ville voisine ou une gare.

Sur ce point, les personnes interrogées sont unanimes. Bien que le VAE soit déjà relativement développé, il est identifié comme un mode de transport qui a de l’avenir en Suisse, et un potentiel important. Les raisons mentionnées sont principalement son efficacité et sa pertinence pour les déplacements de moins de 10 km, ou avec du dénivelé, ainsi que la possibilité d’être utilisé en intermodalité avec d’autres modes. De plus, les nouvelles possibilités par rapport au vélo musculaire (transport d’enfants, de marchandises...) sont mentionnées comme un atout important du VAE, et une des raisons de son potentiel. En revanche, il est rappelé que le potentiel du VAE est conditionné à une infrastructure cyclable qualitative. Pour finir, la personne du milieu associatif lié aux transports durables affirme *“soutenir les mesures qui favorisent l’utilisation des VAE”* dans son engagement pour *“une mobilité accessible et sûre pour toutes et tous, respectueuse du climat et de l’environnement, reliant tous les modes de transport”*, mais n’a pas de programmes ni de mesures liés aux VAE.

A court terme, quelles mesures vous semblent les plus importantes à prendre afin d’augmenter l’usage du VAE en Suisse ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville** : Dans notre ville, *“ il est important qu’on arrive à avoir un réseau cyclable qui soit sûr et continu. Ce qui est évident pour nous, c’est que pour passer de 2% de part modale à 15%, il va falloir faire venir des gens au vélo. Et si ces gens ne faisaient pas du vélo jusqu’ici, pendant longtemps la pente y était pour quelque chose. Ça, c’est plus une excuse avec le VAE. En revanche, la sécurité était l’autre argument qui était souvent mis en avant. Et là, il faut qu’on arrive à leur donner des conditions cadres qui leur évitent d’avoir peur. Ça, c’est vraiment la première priorité”*. L’importance d’avoir un système vélo est aussi mentionnée, mais identifiée comme moins prioritaire que l’infrastructure.
- **Personne du milieu académique** : Le premier point mentionné est le besoin en infrastructures de circulation, comme pour le vélo musculaire (itinéraires express, itinéraires locaux, carrefours aménagés), afin de lever les freins liés à la sécurité. La différence avec le vélo classique est mentionnée, car les distances plus grandes permises par le VAE nécessitent de planifier les infrastructures à l’échelle régionale. Le deuxième point mentionné est celui du stationnement, qui doit être abrité, sécurisé et accessible, afin de lever le frein lié au vol et à la peur de la dégradation du VAE. Le projet de vélobox de la ville de Lausanne est mentionné comme une solution potentielle à ces freins.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** : Pour cette association, les itinéraires cyclables sécurisés et le stationnement sont les points les plus importants pour promouvoir le vélo.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse** : Le stationnement sécurisé est mentionné comme un point important, à la fois pour stationner son VAE chez soi, mais également dans les gares, en intermodalité avec les transports en commun. Pour finir, l’emport des vélos dans les trains est identifié comme une problématique, puisque certaines personnes souhaitent garder leur VAE avec elles. En revanche, le Canton n’a pas de projets pour lever ces freins, mais il étudie la possibilité de *“soutenir les communes qui veulent proposer des vélobox ou des*

infrastructures sécurisées aux gares". Le stationnement sécurisé pour les VAE cargos a également été mentionné, car ils sont plus chers que les VAE classiques, et donc plus susceptibles d'être volés, et plus difficiles à stationner. Selon elle, il existe encore peu de solutions, et les vélobox qui existent actuellement à Lausanne ne permettent pas de stationner un vélo cargo.

Le consensus entre les différents experts et la littérature (voir revue de littérature) illustre l'importance de l'infrastructure (de circulation comme de stationnement) dans la promotion du vélo. De plus, cela a montré que les institutions semblaient avoir adopté une approche omnimodale, puisque plusieurs ont mentionné le fait que le VAE impacterait également les autres modes de transport, en attirant leurs usagers, et également que l'infrastructure cyclable se développerait au détriment d'autres infrastructures, notamment routière.

Considérez-vous que le VAE soit une solution prometteuse de report modal depuis les TIM ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** *"Dans beaucoup de cas, en théorie, ça peut le faire, mais après, il faut réussir à convaincre les gens"*
- **Personne du milieu académique :** *"C'est une solution prometteuse, mais il faut y mettre les conditions. [...] Si vous voulez du report modal, il faut que le vélo soit aussi agréable, pratique et sûr, voire plus que les autres modes."*
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** *"C'est un peu le pari d'un programme comme Bike2Work par exemple."* Le livre "Au travail à Vélo" (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019) est mentionné, car il met en évidence que le vélo peut être en concurrence avec la voiture sur les trajets pendulaires.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse :** Elle a souhaité parler du mois sans voiture, une initiative pour les utilisateurs de TIM, qui doivent s'engager à ne pas utiliser leur voiture pendant un mois, en échange d'un portefeuille de mobilité décarbonée (AG, VAE, bon d'achat pour se déplacer en taxi...). Les deux options les plus plébiscitées par les participants ont été le VAE et l'AG, ce qui montre l'intérêt du VAE pour concurrencer la voiture. Ce projet a également permis de mieux comprendre les freins au changement des pratiques de mobilité. Selon elle, les freins principaux étaient les infrastructures, dont l'amélioration nécessite des ressources et des délais importants, et *"la flemme"*, ce sur quoi le Canton a peu d'influence. De plus, le vélo cargo a été mentionné comme concurrent aux TIM : *"le cargo, il remplace la voiture. On peut mettre des choses, des enfants..."*, et les vélos cargos sont très souvent à assistance électrique en Suisse (MARINCEK, RÉRAT et LURKIN 2024).

Tout d'abord, il semble exister encore une fois un consensus, sur le fait que le VAE est une solution prometteuse de report modal depuis les modes motorisés. Cela est expliqué par les nombreux avantages du VAE, et le fait que la voiture soit actuellement utilisée pour des trajets courts, sur lesquels elle est facilement substituable. En revanche, il semble y avoir un manque de données chiffrées sur le report modal. Les experts semblent s'être basés sur leurs connaissances, et la plupart ont mentionné des exemples de gens ayant fait ce changement, mais peu de chiffres semblent connus sur ce sujet.

Quelles données utilisez-vous pour suivre les usages du VAE en général, et leur impact sur la mobilité ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** La Ville effectue des comptages et observations ponctuels, lors desquels les vélos musculaires sont distingués des VAE. Ces chiffres permettent surtout de connaître la proportion de VAE parmi l'ensemble des vélos (environ 50%), et son évolution. Les données sur le report modal sont également très importantes pour cette personne. Il arrive à obtenir des informations à travers le prix vélo villes, de Pro Vélo, en posant une question du type "comment faisiez-vous avant ?" aux personnes qui déclarent utiliser un VAE. Le manque de données plus précises est justifié par le fait que la priorité est actuellement le développement du réseau, et que les ressources allouées aux données sont limitées. En revanche, la Ville reçoit de nombreuses plaintes et requêtes des résidents, ce qui lui fournit un bon aperçu de leurs aspirations et besoin.

- **Personne du milieu académique** : Elle a expliqué qu'elle crée ses propres données sur le VAE, car les données disponibles, comme le MRMT, ne permettent pas de comprendre le report modal tel qu'il est défini dans RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024 : approche systémique, approche par les parcours de vie et approche par les modes de vie (voir définition du report modal 4.3).
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** : *“On a les données du MRMT, mais une de nos revendications, c'est davantage de chiffres sur le vélo, et puis notamment cet écart donc vous avez parlé sur la possession d'un vélo et l'utilisation d'un vélo. Comment les gens stationnent leur vélo, quel type de trajets ils utilisent... [...] On a besoin de données sur le vélo si on veut pouvoir cibler nos politiques”*. Le manque de moyens de l'association pour traiter les données est mentionné comme une des raisons de ce manque de données. Pour compenser cela, les données de la littérature grise sont mentionnées : *“On essaye d'être au courant de l'actualité, il y a aussi des institutions internationales qui font des rapports sur le vélo électrique en Europe, le bike sharing en Europe, les meilleures compagnies ferroviaires avec le vélo...”*. Les données issues du monde académique sont également mentionnées : E-Bike City et Strive - La Suisse à vélo : *“les données les plus précises qu'on a, c'est celles qui nous viennent de l'OUVEMA”*.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse** : Les sources de données mentionnées sont : le MRMT, le Panel Lémanique, les études de l'OUVEMA, les comptages menés en interne, la littérature, et les événements professionnels (Mobilservice, Conférence Vélo, formations).

Cette question a permis de mettre en lumière la disponibilité limitée de données pour les collectivités et les associations quant au suivi et au développement du VAE. Les données disponibles sont issues de comptages, du micro recensement, de sources académiques, ou des milieux associatifs ou professionnels. **En revanche, il semble qu'il y ait un manque de données sur le report modal, en particulier dans une perspective large (impact du VAE sur les pratiques et l'équipement de mobilité, à court, moyen et long terme).** Le milieu de la recherche, quant à lui, peut se permettre de produire ce genre de données, mais cela prend du temps car il faut mener des enquêtes, puisque les enquêtes actuelles ne permettent pas de comprendre le report modal lié au VAE. Ces données semblent précieuses pour le milieu, puisqu'elles sont utilisées par tous les autres acteurs.

Selon vous, est-ce qu'il manque des données pour comprendre les usages du VAE et leur impact sur la mobilité en Suisse ?

- **Personne du milieu académique** : Il manque des données permettant de comprendre le report modal lié au VAE dans une perspective omnimodale. *“Il ne faut pas déplorer le fait que des trajets à pied sont remplacés par le VAE, car c'est peut-être ces trajets qui font que dans l'ensemble, le VAE est attractif et concurrentiel. Ce que l'approche omnimodale et Frédéric Héran montrent, c'est qu'il n'y a pas un mode qui remplace un autre, mais il y a une concurrence, et on peut rien faire contre”*. Elle donne l'exemple d'un ménage pour lequel le VAE rendrait possible un mode de vie démotorisé, malgré l'arrivée d'un enfant. Il n'y a pas eu de report modal selon la définition traditionnelle, mais le VAE a permis d'éviter la motorisation, ce qui n'est pas facilement observable. Elle mentionne également le cas de personnes qui ne pourraient plus faire de vélo en raison de leur âge ou de leur état de santé. Même si le VAE remplace en théorie le vélo, ce qui pourrait être vu comme négatif, son impact sur les modes de vie est positif puisqu'il permet de maintenir une activité physique et une pratique du vélo. *“Ce report modal théorique est difficile à modéliser, donc souvent absent des études, mais il est important”*.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** : Selon elle, il manque des données sur : *“la possession, la fréquence d'usage et les pratiques individuelles (freins, perception du coût du vélo), accidents, perception de la dangerosité, cohabitation et incivilités en lien avec le trafic motorisé ou les piétons.”* De plus, il manquerait des données pour rédiger les normes, et les mettre à jour : *“Il y a une norme qui est appliquée depuis 20 ans qui est qu'on recommande 1 vélo par pièce habitable quand on fait une nouvelle construction. Mais personne n'a jamais mesuré si cette norme correspondait à la réalité”*. Son entretien a finalement permis de mettre en évidence le manque de volonté de certains acteurs pour collecter des données permettant d'évaluer leurs politiques publiques. Selon elle, son association a dû se battre pour que l'OFROU mette en place un suivi de l'application de la loi sur les voies cyclables par les cantons.

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** Cette question n'a pas encore été étudiée, car ce n'est pas actuellement la priorité du service.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse :** Les données à disposition actuellement ne sont pas considérées comme suffisantes : *“On n'a quasiment pas de données [sur la pratique du vélo], et je pense que c'est un peu un handicap à ce stade, parce qu'on se base beaucoup sur des données qui sont peu fines, ou qui viennent de l'extérieur, ou qui sont des généralités en Suisse. [...] Sans données, on est toujours un peu en train de tâtonner, et d'agréger des données à gauche et à droite, qui ne sont pas forcément hyper en lien avec la réalité du Canton”*. En particulier, il manque selon elle des données sur les motifs des trajets pour lesquels le vélo est utilisé, la fréquence d'utilisation, les freins à l'utilisation du vélo, ou encore le transport d'affaires ou d'enfants. De plus, le Canton ne dispose actuellement pas de matériel pour pouvoir compter les vélos. Pour finir, elle a souhaité parler des subventions à l'achat de VAE données par les communes : *“On donne, et on ne se pose pas la question. Et dans toutes les communes, personne ne fait un questionnaire ou un suivi de 6 mois après : est-ce que vous l'utilisez, est-ce que vous l'utilisez tous les jours, est-ce que ça a changé vos habitudes ? [...] À l'heure actuelle, ce dont on aurait besoin, c'est que les communes mettent en place un monitoring pour les subventions, qu'ils fassent un suivi annuel”*. L'exemple de Vevey a été mentionné, car la ville a mis en place une aide différenciée en fonction des revenus des demandeurs, ce qui permet de faire un “tri” dans les demandes.

Il a été mis en évidence grâce aux entretiens que le secteur a besoin de données sur le report modal et la substitution, afin de mieux cibler ses politiques. Ces données permettraient de comprendre le report modal dans une perspective omnimodale, d'améliorer les normes de stationnement, d'évaluer l'impact des aides à l'achat, de mieux comprendre les usages et les besoins des cyclistes, ainsi que les freins à l'usage du vélo. Tout cela permettrait à l'écosystème vélo de mieux fonctionner. **Ce manque de données met en évidence un manque de maturité et de ressources du secteur, qui peine à collecter les données dont il a besoin, et à améliorer les processus institutionnels.** La collecte et l'analyse de données ne semble pas être la priorité des collectivités et des associations, qui n'ont pas les moyens de récolter ces données, et sont accaparées par la création d'infrastructure ou les combats politiques.

Mes résultats montrent qu'une part importante des détenteurs de VAE ne l'utilisent pas. Est ce que c'est un phénomène que vous avez également observé ?

- **Personne du milieu académique :** *“Oui, c'est un des types de la typologie du [questionnaire sur un échantillon représentatif d'usagers du VAE en Suisse]. Cela montre que le vélo n'est pas seulement un mode de transport, c'est aussi un loisir, qui est apprécié et populaire en Suisse. On a des personnes qui ont un VAE pour les loisirs de beau temps. On peut se dire qu'un VAE c'est cher, mais si on l'utilise une dizaine d'années, ça reste assez abordable. Il y a aussi une mode, un contexte vallonné qui expliquent cela. Il y a 3 pratiques du vélo : sportive, récréative et utilitaire. L'enjeu, c'est de se dire que les cyclistes sportifs et récréatifs sont un réservoir, un potentiel de nouveaux usagers utilitaires”*.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** Ce phénomène n'a pas été observé à travers des données, mais ça ne la surprend pas dans la mesure où *“On est dans un pays qui a de l'argent, c'est des gadgets qui peuvent beaucoup plaire aussi”*. Pour elle, ces personnes seraient plutôt des utilisateurs de loisir, alors que la ville s'intéresse principalement aux cyclistes du quotidien. Elle identifie toutefois le cyclisme de loisir comme une porte d'entrée vers l'utilisation du vélo au quotidien.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives :** *“Je ne sais pas si on a les moyens d'avoir observé ça, c'est plutôt une information qu'on sait, qu'il y a un gap entre le nombre de vélos et le nombre de vélos utilisés”*.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse :** *“Non, on ne l'a pas observé, c'est vous qui me l'apprenez”*.

La plupart des experts ont identifié que la cause à ce phénomène était le fait que certaines personnes s'équipent en VAE uniquement pour des trajets de loisirs. Plusieurs ont mentionné le fait que ces personnes représentaient un réservoir de cyclistes, puisqu'elles avaient déjà un contact avec le vélo. Cette question a permis de mettre en évidence que la personne du milieu académique s'était basée sur des données d'une enquête pour répondre, tandis que les autres personnes se sont basés sur leur expertise et leur expérience du milieu, car ils n'avaient pas de données à disposition.

Selon vous, quels sont les obstacles principaux au développement du VAE actuellement en Suisse ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville :** Les freins principaux identifiés sont la sécurité, qui se résout par une meilleure infrastructure, et le stationnement. Les conditions atmosphériques et le prix sont mentionnés comme des freins peu importants à l’usage du VAE.
- **Personne du milieu académique :** Les deux axes principaux sont le stationnement et les itinéraires sécurisés. Elle a également mentionné la réalité politique : *“Il y a tellement d’enjeux qu’il faudrait une politique ambitieuse et volontariste. Et on ne le fait pas, on n’ose pas le faire. Même ce qui est frustrant, c’est qu’on sait ce qu’il faut faire. [...] Techniquement, les solutions sont là, mais politiquement, c’est compliqué.”*
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives :** Elle a mentionné les infrastructures (circulation et stationnement), le manque de données, ainsi que les compétences, les représentations et la symbolique derrière le VAE. Le manque de volonté politique a également été mentionné : *“Il y a eu un rapport qui était attendu après le refus de crédit pour les autoroutes, Transport 45, il n’y a pas une seule ligne sur le vélo. On est dans une situation où on ne peut pas obtenir au niveau politique des avancées contraignantes pour le vélo.”* Finalement, la barrière financière liée au prix du VAE est mentionnée mais n’est pas identifiée comme un frein important.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse :** Le principal frein mentionné est le stationnement sécurisé, en ville comme en gare, ainsi que les infrastructures de circulation. Ensuite, les autres freins identifiés sont la difficulté d’emport des VAE dans les trains, le fait que toute la population ne sait pas faire du vélo, et la difficulté de faire évoluer les habitudes individuelles. Pour finir, le prix est mentionné, mais n’est pas identifié comme un frein important.

La réponse à cette question permet de mettre en évidence l’importance des infrastructures cyclables et du stationnement, ainsi que des politiques publiques, pour développer le VAE : les infrastructures et le stationnement sont conditionnées à des décisions politiques, comme l’ont rappelé tous les experts. La personne du milieu associatif a également mentionné le manque de données sur le vélo, et les caractéristiques individuelles (compétences et représentations). Le prix d’un VAE n’est pas identifié comme un obstacle, principalement car il reste faible par rapport aux transports en commun et à la voiture, et qu’il existe des subventions.

Selon vous, est-ce qu’il y a des institutions qui freinent le développement du VAE ?

- **Personne du milieu académique :** *“Si on veut développer le vélo, il y a 2 axes : modérer le trafic en volume et en vitesse, soit on fait des infrastructures séparées. [...] Faire cela implique de toucher d’une manière ou d’une autre à la voiture, soit son volume, soit la vitesse, soit la place”,* ce qui provoque l’opposition *“des milieux qui sont derrière (lobby automobile, commerçants, les partis de droite)”*.
- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives :** Elle mentionne l’Office Fédéral des Routes : *“C’est pas qu’ils freinent, c’est qu’ils font rien pour que ça se développe”*. Ils auraient fixé un objectif ambitieux de doubler les distances parcourues à vélo d’ici à 2030, mais sans stratégie ni plans de mise en œuvre pour l’atteindre. *“Si on veut mettre des gens sur les vélos, il faut se donner des moyens de le faire, et là, on voit que c’est pas le cas”*.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse :** Aucune institution n’est identifiée comme freinant le développement du vélo.

Cette question permet de mettre en évidence le rôle des institutions dans la promotion ou non des modes de transports. Certaines s’opposeraient au développement du vélo, tandis que l’OFROU ne ferait pas la promotion active du vélo, et utiliserait ses ressources au profit d’autres modes de transport.

Selon vous, comment expliquer la faible prise en compte du VAE dans les Politiques Publiques ?

- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville** : Il rejoint le constat concernant la faible présence du VAE dans les politiques publiques, mais pour lui cela s’explique par le fait qu’il est considéré comme le vélo : *“C’est vrai que vous allez pas trouver notre politique VAE, par contre notre politique vélo, c’est une politique VAE, c’est complètement aligné. [...] Et après, certaines personnes choisissent l’un ou l’autre de ces véhicules, mais ça revient un peu au même”*.
- **Personne en charge du développement des mobilités actives dans un canton Suisse** : *“On n’a pas d’actions ciblées pour promouvoir spécifiquement le VAE, et on promeut le vélo dans le sens large pour l’instant, et plutôt sur des publics cibles identifiés, comme les jeunes, les enfants, les familles”*.

À cette question, les personnes des collectivités ont répondu par rapport à la prise en compte du VAE spécifiquement, et expliqué qu’il est pris en compte avec le vélo dans les politiques publiques. **Leur réponse a permis d’expliquer la faible prise en compte du VAE dans les politiques publiques par le fait que les autorités souhaitent promouvoir le vélo, qu’il soit à assistance électrique ou non.**

- **Personne du milieu associatif lié aux mobilités actives** : *“Je pense que c’est une question de vision du transport de la part de Albert Rösti qui ensuite diffuse dans l’ensemble du département. C’est-à-dire que le transport, c’est la route, les autoroutes, les grandes lignes de chemin de fer [...] Le vélo, c’est encore très associé politiquement en Suisse, à la gauche, à l’écologie...”*. Cette opposition au niveau fédéral les pousse à adapter leur stratégie vers d’autres territoires : *“la majorité politique elle nous est tellement défavorable que maintenant, on est plutôt en train de se dire : il faut qu’on s’appuie sur des cantons qui arrivent à être bien actifs et qui ont une bonne pratique, et ensuite montrer que c’est possible de faire ça au niveau cantonal via les cantons”*.

Cette personne a répondu sur la prise en compte du vélo en général, et expliqué que le manque de volonté politique était à l’origine de la faible prise en compte de ce mode.

Avez-vous un sujet à propos du VAE que nous n’avons pas abordé et qui vous semble important de mentionner ?

- La personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville a souhaité mentionner le potentiel du VAE pour la logistique. La récente homologation des vélos cargos lourds sur les routes suisses offre *“un beau segment de développement pour le VAE”*. Il a parlé du TCS et de Schindler, qui font maintenant des interventions techniques avec des VAE cargos, respectivement sur des véhicules et des ascenseurs.
- La personne du milieu académique a souhaité mentionner les effets du VAE sur la santé : *“La moitié des gens disent que le VAE est leur principale activité physique, donc ses impacts ne se limitent pas au transport, à la mobilité, au CO₂, à l’énergie. Si la moitié d’une population nous dit que pour des questions d’activité physique, c’est important, c’est aussi un enjeu de santé publique”*.
- La personne du milieu associatif lié aux transports durables a souhaité rappeler l’importance de la législation, pour prendre en compte la diversité des vélos et des VAE. Ils souhaitent que les vélos électriques lourds, jusqu’à 450 kg, circulent sur les routes, et non les aménagements cyclables, *“car ils représentent un danger important pour les autres cyclistes, et en particulier pour les enfants”*. Concernant les VAE 45, ils souhaitent également qu’ils ne soient pas obligés de circuler sur les voies cyclables, mais qu’ils aient la possibilité de circuler sur la route.

Ces différents points sortent du périmètre de ce mémoire, mais sont à prendre en compte comme futures pistes de recherche, et illustrent l’importance et le potentiel du VAE pour la mobilité en Suisse.

6.3.4 Synthèse et discussion

La diversité des personnes interrogées a permis de clarifier leurs rôles dans le développement du vélo. Ainsi, les institutions communales et cantonales sont responsables au niveau local de la conception et de la réalisation des projets, tandis que les institutions fédérales sont responsables de la publication de lois et

normes encadrant ces projets. Les financements de ces projets peuvent être obtenus au niveau communal, cantonal ou fédéral. **Tout cela illustre que plusieurs niveaux de l'administration sont impliqués dans le développement du vélo, et qu'une coordination de ces différents niveaux est requise pour des résultats satisfaisants.** Par exemple, pour l'aménagement du réseau principal structurant du Canton où travaille la personne interrogée, le Canton finance les tronçons de routes cantonales hors localités, tandis que les communes financent les tronçons de routes cantonales en localité, mais le font sous supervision du Canton. De plus, les différents niveaux institutionnels peuvent co-financer des projets (projets d'agglomérations, pôles multimodaux, réseau cyclables structurant...). Cela illustre la complexité de la gouvernance, et l'imbrication des différents niveaux institutionnels. Actuellement, selon l'association de promotion des mobilités actives, le niveau fédéral est peu actif dans la promotion du vélo, ce qui cause un manque de moyens et de données, notamment dans l'élaboration des normes. Il ordonnerait aux cantons de planifier et de construire le réseau cyclable, mais sans les contrôler ni avoir prévu de sanctions. Ces problèmes de gouvernance rejoignent ceux observés sur le sujet de l'intermodalité ferroviaire (PELLIER 2024).

Plusieurs points de consensus semblent ressortir de ces entretiens. Tout d'abord, **toutes les institutions sont en faveur d'un développement du VAE et lui accordent un grand potentiel, notamment pour atteindre les objectifs de développement du vélo.** Cela est vrai au niveau fédéral (doublement de la part modale du vélo), cantonal (passer de 2% à 10% de part modale du vélo en termes de déplacements dans le canton étudié), comme au niveau communal (passer de 2% à 15% de part modale dans la ville étudiée). Ce potentiel est dû au fait que le VAE permet de franchir des distances et un dénivelé plus importants que le vélo classique, mais qu'il permet aussi de transporter des affaires ou des enfants. Cela est en accord avec la littérature, qui a par exemple montré que le VAE permet une augmentation de la pratique cycliste à Lausanne (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024).

Pour atteindre ces objectifs, l'importance de l'infrastructure cyclable a été reconnue par toutes les personnes interrogées, ce qui est en accord avec la littérature scientifique. L'entretien avec la ville étudiée a permis de montrer que leur priorité est d'“avoir un réseau cyclable qui soit sûr et continu”, mais également que le développement du VAE a nécessité d'aménager plus de routes, et de créer des aménagements plus larges. Le stationnement a également été mentionné par tous les experts comme un levier important, particulièrement en ville, en raison du risque de vol de VAE, et des contraintes posées par le poids des VAE. Il existerait un enjeu lié au stationnement au domicile, qui pourrait être levé par l'initiative des vélobox à Lausanne, qui a été mentionnée par tous les experts, mais également en gare. Ces freins sont en accord avec la littérature internationale (J. E. BOURNE et al. 2020).

De plus, tous les experts ont mentionné le rôle des institutions politiques, principalement car elles sont actrices de l'aménagement des infrastructures et de leur financement. Cela est résumé par la personne du milieu académique : “Techniquement, les solutions sont là mais politiquement, c'est compliqué”. Cette phrase rejoint les résultats de notre revue de littérature : une inertie politique (HÉLAN 2015 ; RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019, pourrait expliquer la lenteur de la promotion du vélo, le manque de changements dans le secteur des transports, et la stagnation de ses émissions de GES.

L'influence des aspects territoriaux (infrastructures, normes de circulation, stationnement...) et des actions politiques (financement des projets, normes et réglementation...) sur les usages du VAE, confirmée par tous les experts, justifie le cadre théorique utilisé.

Ces entretiens ont permis d'expliquer la faible présence du VAE dans les politiques publiques par le fait qu'il est considéré de manière similaire au vélo musculaire. Quelques différences sont avancées (nécessité de planifier les infrastructures à plus grande échelle, risques de vol plus élevés, possibilité de prendre des rues plus raides...), mais les mesures de promotion identifiées restent similaires (itinéraires sécurisés et continus, stationnement abrité, accessible et sécurisé...). Pour la ville et le canton étudiés, ainsi que pour l'association de promotion des mobilités actives **l'enjeu premier est de développer l'utilisation du vélo, et le type de vélo utilisé semble secondaire.** Cela est résumé par la personne en charge du développement des mobilités actives dans une grande ville “notre politique vélo, c'est une politique VAE. [...] Et après, certaines personnes choisissent l'un ou l'autre de ces véhicules, mais ça revient un peu au même”.

Ensuite, tous les acteurs semblent utiliser une approche de type omnimodale, c'est-à-dire qu'ils ne considèrent pas uniquement le VAE, mais aussi son rôle dans le système de transport. Beaucoup ont mentionné le fait que les nouveaux cyclistes viendraient d'un autre mode de transport. Cela est résumé par la personne du milieu académique : “On a un mode de transport qui va concurrencer tous les autres modes

jusqu'à 10 km en moyenne". De plus, il a été mentionné à de nombreuses reprises que pour développer l'infrastructure, il faudrait prendre de la place à d'autres modes de transport, principalement à la voiture, sur son espace de stationnement comme de circulation. Cela illustre l'interaction entre les modes, autant au niveau des usages que des infrastructures.

Concernant les données disponibles sur le VAE, les entretiens ont permis de mettre en lumière des lacunes, notamment par rapport à la compréhension du report modal. Cela rejoint le manque de données observé pour les institutions sur le thème de l'intermodalité ferroviaire, autre levier important de réduction des émissions de GES (PELLIER 2024). Les sources de données mentionnées par les associations et les collectivités permettent de suivre le développement de la pratique du VAE (remontées de terrain, chiffres sur les ventes de vélos, interactions avec les usagers, données issues d'autres contextes). Elles ne permettent pas de comprendre le report modal permis par le VAE tel que défini dans ce travail (impact du VAE sur l'équipement de mobilité à long terme, et sur les modes de vie en général, voir partie 4.3). De plus, ces acteurs ont mentionné qu'ils avaient des ressources limitées pour faire de la recherche et créer des données. Cela interroge sur leur capacité à monitorer l'évolution des pratiques de mobilité, et à évaluer l'impact de leurs politiques publiques. Cela a été confirmé pour le cas des subventions à l'achat de VAE : *"On donne, et on ne se pose pas la question. Et dans toutes les communes, personne ne fait un questionnaire ou un suivi de 6 mois après"*. Cette situation rejoint celle observée à l'international par NOSRATZADEH et al. 2024. En revanche, le milieu académique mène ses propres projets pour remédier à ce manque de données, et fournit ainsi des données à tous les autres acteurs. Cela a été illustré par la question sur les détenteurs de VAE qui font peu de vélo. Pour y répondre, la personne du milieu académique a pu mobiliser les résultats de l'enquête E-BikeShift (qui ne sont pas encore publiés) tandis que les autres personnes se sont basées sur leur connaissance du milieu et leurs interactions avec les usagers.

Pour finir, ces entretiens ont montré qu'il existe actuellement une contradiction entre les objectifs ambitieux de développement du vélo, le manque de données disponibles et le manque d'évaluation des politiques publiques. Cela suggère que les autorités Suisse sont actuellement guidées par des principes généraux d'aménagement, qui sont en accord avec la littérature scientifique, mais qu'elles manquent de stratégies accompagnées de monitoring. Cela confirme les résultats de l'analyse critique des politiques publiques : par rapport aux stratégies de promotion du vélo de la région Île-de-France, les stratégies Suisses manquent d'objectifs précis, chiffrés, datés, de budget dédié, et d'indicateurs de suivi. Par exemple, la Ville étudiée semble guider ses actions par l'évolution des parts modales, et les remontées des usagers. De plus, la coordination entre les différents niveaux institutionnels ne semble pas à la hauteur des enjeux. Au niveau fédéral, il y a un objectif ambitieux de promotion du vélo, mais qui n'est pas accompagné d'une stratégie de mise en œuvre, ou de moyens, ni de monitoring. Cela impacte les niveaux communaux et cantonaux, puisque ces derniers se basent sur les normes et les lois éditées au niveau fédéral.

En conclusion, ces entretiens illustrent comment des données qualitatives peuvent éclairer nos résultats précédents, en permettant de comprendre de manière fine les relations entre les différents acteurs, et leurs rôles respectifs dans le développement du VAE. Cela a permis de mettre en évidence l'importance de la coopération de tous les acteurs politiques impliqués. Ils ont également permis d'éclairer les résultats de la partie précédente par la connaissance des souhaits et pratiques des cyclistes, permise par la proximité entre les personnes interrogées et les usagers. Pour finir, ils ont permis d'identifier des futures pistes de recherche (impact du VAE sur la santé, rôle du VAE dans la logistique, vélo cargo) pour mieux comprendre l'impact du VAE dans la société.

7 Discussion et conclusion

7.1 Synthèse

L'analyse des données du MRMT 2021 a permis de comprendre quels ménages étaient équipés d'un VAE en Suisse. Ces ménages sont plutôt composés de plusieurs personnes, sont plus motorisés que la moyenne, ont des revenus plus hauts que la moyenne, et sont principalement situés en dehors des zones denses. Cela pourrait s'expliquer par le pouvoir d'achat important de cette population, et le fait qu'ils considèrent le VAE comme un équipement de mobilité supplémentaire. Ensuite, l'analyse du Panel Lémanique a montré une démocratisation du VAE dans la région lémanique Suisse : les personnes qui ont acheté un VAE après 2022 présentent un profil plus jeune, des revenus plus faibles et une surreprésentation de femmes que celles qui l'ont acheté avant. Cela confirme que le VAE permet d'étendre la pratique du vélo à des populations qui ne sont pas les utilisateurs typiques du vélo (JONES et al. 2016 ; MARINCEK 2022 ; RÉRAT 2021), et qu'il se démocratise.

En étudiant les pratiques de mobilité au niveau national, nous avons montré que le fait d'avoir accès à un VAE dans son ménage en Suisse n'est pas lié à une distance parcourue ou des émissions de GES différentes de la moyenne pour la mobilité quotidienne. Cela pourrait être dû à des effets de structure de l'échantillon, et des besoins de mobilité différents par rapport à la moyenne de la population. De plus, cela questionne sur l'impact du VAE sur les pratiques de mobilité, et invite à considérer le report modal dans une perspective plus large que l'équipement et les pratiques de mobilité à un moment donné.

Afin de mieux comprendre les effets du VAE, nous avons étudié l'impact de la possession d'un VAE sur l'équipement et les habitudes de mobilité, dans une perspective longitudinale, grâce aux données du Panel Lémanique. C'est à notre connaissance la première étude sur le VAE basée sur des données de panel incluant plusieurs années en Suisse, permettant à la fois d'étudier des personnes qui avaient déjà accès à un VAE et des personnes qui en ont acheté un. Le fait d'avoir un VAE au sein du ménage n'est pas corrélé à un taux d'équipement en modes motorisés plus bas, ni à une réduction de ce taux d'équipement. En termes de pratiques, avoir un VAE dans son ménage n'est pas non plus corrélé au fait d'utiliser moins fréquemment les modes motorisés (ce qui confirme les analyses effectuées sur le MRMT), ni d'en diminuer l'usage. De plus, certaines des personnes qui ont accès à un VAE ont diminué leur utilisation du vélo. En revanche, les personnes qui ont accès à un VAE et qui font du vélo de manière régulière sont moins équipées en modes motorisés que la moyenne, et les utilisent de manière moins fréquente. Elles se démarquent de l'échantillon par une surreprésentation de personnes vivant en zones denses, ce qui met en évidence que les VAE sont plus répandus en-dehors des zones denses, mais plus utilisés dans les zones denses. Cela pourrait s'expliquer par les freins plus importants à l'achat d'un VAE en zone dense, notamment liés au stationnement, qui filtrerait les personnes souhaitant s'équiper d'un VAE, pour ne garder que les plus motivées. Tout cela illustre que l'accès à un mode de transport ne suffit pas à garantir son usage, et qu'il est important de prendre également en compte les compétences, l'appropriation, le potentiel d'accueil des territoires et les politiques publiques, comme le rappelle le système de véломobilité (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019).

L'analyse d'un journal d'activité rempli par des utilisateurs du VAE a permis de montrer que le VAE est utilisé pour une variété de motifs, et qu'il existe une porosité entre l'usage utilitaire (comme mode de transport) et l'usage récréatif (pour des balades ou du sport), ce qui avait été observé à Lausanne (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024). De plus, le VAE substitue de manière relativement égale les transports publics, les modes motorisés et les modes actifs, ce qui est en accord avec la littérature (BIGAZZI et WONG 2020 ; HINTERMANN et al. 2025). Le VAE permet également de réaliser une demande latente (17% de la distance totale parcourue), principalement pour des trajets récréatifs.

Le bilan carbone de ces trajets montre que le VAE permet de diviser par plus de 5 les émissions de GES par rapport au mode substitué (dans une perspective de report modal à court terme), notamment grâce à la substitution de distances parcourues en modes motorisés, et à la sobriété des VAE. Cette réduction des émissions est plus forte pour les trajets qui substituent le plus les modes motorisés : les trajets effectués en VAE 45, les trajets utilitaires, et les trajets effectués par des personnes ayant plus d'une voiture dans leur ménage.

Afin d'approfondir cette analyse, nous avons comparé le mode qui était utilisé avant le VAE à celui qui serait utilisé si le VAE n'était plus disponible (après avoir été adopté). Cela a permis de montrer que

si le VAE n'était plus disponible, la distance parcourue en modes actifs diminuerait, celle en transports publics augmenterait, et celle en modes motorisés reviendrait à son niveau d'avant le VAE. Par conséquent, les émissions de GES retrouveraient leur niveau d'avant le VAE. En mettant cela en perspective avec l'âge des personnes participantes, cela suggère que le VAE permet de prolonger et/ou d'augmenter la pratique du vélo (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024). De plus, il augmente l'activité physique, en créant une nouvelle demande de transport pour des trajets récréatifs qui disparaîtrait s'il n'était plus disponible. Cela montre que le VAE a un impact réel sur les modes de vie de ces personnes qui l'utilisent, leur permettant de diminuer leurs émissions de GES tout en augmentant leur activité physique. Cette analyse du mode de secours n'avait à notre connaissance pas encore été réalisée en Suisse, et a permis de mieux comprendre comment le VAE s'intègre dans les habitudes de mobilité des personnes. Le journal d'activité a également pu montrer la "complexité et la diversité" (RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024) des impacts du VAE, qui dépendent des caractéristiques sociodémographiques des personnes, du mode principalement utilisé avant le VAE, et du type de VAE utilisé.

L'élaboration de scénarios de substitution à partir des pratiques actuelles de mobilité, et des comportements des utilisateurs de VAE du projet EBIS a montré que le VAE permet actuellement de réduire les émissions de GES liées à la mobilité quotidienne de 0,2%. De plus, des scénarios d'augmentation de l'usage du VAE ont montré que son potentiel de réduction des émissions se situerait autour de 5%, avec les hypothèses les plus ambitieuses (report de 50% des trajets de 5 à 10 km non effectués en VAE vers le VAE). L'élaboration d'un scénario de substitution maximale depuis les modes motorisés vers le VAE 45, en prenant en compte la capacité physique individuelle a permis de compléter cette analyse. La plupart des étapes réalisées en modes motorisés pourrait être substituée par le VAE, avec un temps total de trajet quasiment équivalent (+1,6%), ce qui réduirait les émissions de GES de 24%. Substituer les modes motorisés par le VAE pour les trajets courts aurait donc peu d'impacts sur les temps de trajet en Suisse (MEYER DE FREITAS et AXHAUSEN 2024). Ce scénario n'existait pas encore dans la littérature pour la Suisse, et confirme que le VAE à lui seul ne pourra pas décarboner de manière suffisante la mobilité en Suisse, par rapport aux objectifs gouvernementaux. Cela est notamment dû à la demande de transport importante, et aux longues distances parcourues en modes motorisés, que le VAE ne peut pas substituer seul. Cela invite à considérer le VAE parmi un éventail de modes de transports décarbonés, permettant de mieux concurrencer la voiture, dans une approche omnimodale (HÉRAN 2017).

L'analyse des politiques publiques de promotion du vélo en Suisse, a permis de mettre en lumière un manque de moyens, de mesures et d'indicateurs de suivi. De plus, certaines d'entre elles sont datées, et ne mentionnent même pas le VAE. La comparaison avec les politiques de la région Île-de-France a permis d'apporter des pistes d'amélioration, comme la mise en place d'indicateurs de monitoring, ou de programme de location longue durée de VAE. Cela a également permis de montrer que l'intégralité des politiques publiques font la promotion du vélo en général, et qu'elles ne considèrent pas le VAE comme un mode à part. Bien que la plupart des mesures de promotion soient communes, certaines mesures supplémentaires dédiées au VAE peuvent permettre de développer son usage (aides à l'achat, location longue durée, stationnement sécurisé...). En Suisse, les mesures liées au VAE se concentrent actuellement sur l'équipement des ménages, alors que nous avons montré que l'accès à un VAE n'implique pas forcément son usage, ni un comportement de mobilité plus durable. Nous avons montré que l'usage du vélo était lié à un comportement de mobilité plus durable, ce qui incite à mettre en place des politiques de promotion de l'usage du vélo, ciblées en particulier sur les utilisateurs de modes motorisés (CHEVANCE et al. 2025). Les émissions de GES des VAE venant principalement de leur construction, l'utilisation des véhicules construits permet d'éviter une perte d'énergie grise. Le développement d'infrastructures de circulation continues, sécurisées et directes, facilitant la pratique du vélo pour des personnes non expérimentées est également essentiel (MEYER DE FREITAS, BEKHOR et AXHAUSEN 2025), tout comme le stationnement sécurisé, accessible et abrité. Nos conclusions rejoignent celles de RÉRAT, MARINCEK et RAVALET 2024 : les VAE devraient être, avec les mobilités actives en général et les transports publics, au cœur de la planification territoriale car ils constituent un moyen facilement accessible de favoriser la décarbonisation des transports.

Pour finir, des entretiens avec des experts et des institutions liés au VAE en Suisse ont permis d'expliquer et d'approfondir une partie des résultats présentés, en utilisant des données qualitatives. Ces entretiens ont permis tout d'abord de comprendre le rôle des différentes institutions et leur interdépendance. La Confédération donne des objectifs de planification et de réalisation d'aménagements cyclables aux cantons, ainsi que des normes et guides techniques. Les associations participent à l'élaboration de ces documents, et font du lobbying pour des politiques de promotion du vélo plus ambitieuses, et mieux monitorées. Les

cantons et les communes sont responsables de l'aménagement, qu'elles font en fonction de leurs ressources et de leurs objectifs politiques.

Les entretiens ont également permis de mettre en évidence un consensus sur le potentiel important du VAE en Suisse entre toutes les personnes interrogées, ce qui est en accord avec la littérature sur le sujet. L'ensemble des experts se rejoignent sur le fait que le potentiel de développement du VAE est conditionné aux infrastructures de circulation et de stationnement. Les entretiens ont également montré un manque de données disponibles pour les associations et les collectivités sur le report modal permis par le VAE, et le fait que leurs actions semblent guidées par des principes généraux plutôt que par des indicateurs de suivi ou des données de terrain.

Pour finir, ces entretiens ont permis d'expliquer certains de nos résultats. Par exemple, la faible prise en compte du VAE dans les politiques publiques serait due au fait que l'objectif principal des institutions est de développer l'usage du vélo, qu'il soit à assistance électrique ou non, et que les principales actions de promotion sont communes aux deux types de vélo (infrastructure sécurisée et continue, stationnement sécurisé, abrité et accessible). La personne du milieu académique explique la faible utilisation du vélo par certains détenteurs de VAE par le fait qu'ils se satisfont d'un usage récréatif, avec quelques sorties annuelles. La combinaison des données quantitatives et qualitatives a permis de montrer que le VAE est plus répandu dans les territoires moins denses, mais que les personnes qui ont un usage intensif du VAE se situent plutôt dans les zones denses. Cette personne explique cela par la problématique du stationnement sécurisé en ville, qui est un des principaux freins à l'achat de VAE, et donc à son usage.

En conclusion, l'analyse des usages et impacts actuels du VAE, des scénarios de substitution, et de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques permet de conclure que le VAE a un potentiel important pour décarboner la mobilité en Suisse. Cela est principalement dû au fait que c'est un mode sobre, avec de faibles émissions de GES sur son cycle de vie, qui remplace actuellement en partie les modes motorisés. Ainsi, le VAE rentre dans les dimensions "*Shift*" et "*Improve*", et permet des pratiques de mobilité durable, qui compensent largement la demande de transport qu'il induit. En revanche, il ne sera pas suffisant à lui seul pour le faire, et devra être combiné à d'autres modes, notamment pour la longue distance, dans une perspective omnimodale (HÉRAN 2017). Selon les utilisateurs, comme selon l'intégralité des experts interrogés, ce potentiel dépend de la réalisation d'infrastructures de déplacement continues, sécurisées et attractives, et de stationnement sécurisé, abrité et accessible. De plus, nous avons montré que le VAE impacte les modes de vie, en augmentant l'activité physique, notamment chez les plus de 50 ans. Ces résultats incitent à un développement de l'usage et de l'équipement en VAE, notamment auprès des groupes de population y ayant encore peu accès. Étant donné leurs implications sur les émissions de GES et l'activité physique, ces résultats sont utiles pour la Suisse, mais également pour l'Europe et le reste du monde, où le VAE semble à un stade moins mature de développement.

7.2 Limites

Il convient désormais de lister les limites de ce travail. Tout d'abord, comme il a été rappelé dans les entretiens et par BIGO 2020, les externalités des transports ne se limitent pas aux émissions de GES. Nous aurions également pu quantifier les conséquences de l'adoption du VAE sur :

- Les coûts sociaux engendrés par ces émissions de GES, en CHF ; le coût social du carbone en Suisse serait de 430 CHF/ tonne de CO_2 (ARE 2024)
- L'activité physique et la santé : en minutes d'activité physique, en calories, en espérance de vie gagnée, ou en économies sur le coût de santé publique (voir J. BOURNE et al. 2018 ; CASTRO et al. 2019).
- Les externalités (bruit, accidents, pollution de l'air...), en CHF
- Les coûts de la mobilité individuelle, en CHF
- L'impact sur l'environnement de manière générale (prenant en compte l'extraction des ressources, les ressources en eau, la biodiversité...), en Unité de Charge Écologique (OFEV 2021)
- La consommation d'espace, en m^2 bien que ce soit difficile à estimer, et négligé dans les études de transport en général.

De plus, les facteurs d'émissions de GES utilisés sont des valeurs moyennes, pour l'usage d'un véhicule en Suisse. Ils permettent de simplifier les analyses, mais ne permettent pas de chiffrer de manière exhaustive

les émissions liées à un véhicule. Par exemple, une personne qui achèterait un VAE mais ne l'utiliserait pas aurait des émissions nulles dans cette analyse. En réalité, des émissions importantes ont été émises pour la production du VAE, mais notre méthodologie les prend en compte de manière amortie dans l'utilisation. Cela montre les limites de l'approche quantitative, qui peut déformer la réalité en cherchant à la simplifier.

En outre, une limite importante de ce travail est la faible comparabilité entre les bases de données utilisées : le MRMT et le Panel Lémanique sont représentatifs de la population, mais couvrent des périmètres différents, respectivement toute la Suisse, et la région lémanique Suisse. Le journal d'activité, quant à lui, couvre toute la Suisse mais n'est pas représentatif de la population générale, ni des utilisateurs ou détenteurs de VAE. Des analyses ont pu être faites sur ces bases de données, afin d'éclairer la littérature existante, mais une meilleure comparabilité aurait permis de tirer des conclusions à l'échelle nationale. Le projet de recherche E-BikeShift, qui représente la première enquête sur un échantillon représentatif d'utilisateurs de VAE à une échelle nationale, permettra de surmonter cette limite, tout comme le projet Strive, La Suisse à Vélo.

Ce travail a chiffré l'impact de scénarios de développement du VAE, mais n'a pas identifié les mesures permettant la réalisation de ces scénarios, ni leur faisabilité et leur acceptabilité. Toutefois, la situation actuelle de la Suisse peut être comparée à celle des Pays-Bas il y a quelques décennies, où des mesures fortes de promotion du vélo ont permis d'augmenter son usage. Comme les autres recherches sur le VAE, nos résultats montrent que le VAE permet déjà une réduction des émissions de GES, et qu'il conserve un potentiel important de développement. Ce potentiel serait conditionné à un changement important du système de transport, qui prenne en compte la diversité d'usages et de besoins des cyclistes (HINTERMANN et al. 2025). Les efforts de promotion du VAE devraient toucher les groupes qui ne considèrent pas encore le VAE comme une alternative viable à la voiture, notamment les personnes avec un capital culturel plus faible.

Une autre limite concerne les scénarios élaborés, qui se basent sur une approche de substitution, où la demande serait constante et le VAE substituerait le mode utilisé actuellement pour une partie des déplacements. Cela ne prend pas en compte l'impact du VAE sur les modes de vie, ou l'équipement de mobilité. Il est possible que le VAE fasse évaporer une partie des pratiques de mobilité, en remplaçant des trajets de loisirs en modes motorisés, ou qu'il crée de nouvelles pratiques de mobilité, avec des trajets sportifs ou récréatifs. Dans les deux cas, la demande de transport future évoluera. Il pourrait aussi permettre ou favoriser un mode de vie démotorisé. Par exemple, nous avons montré que les VAE permettaient des trajets récréatifs (40% de la distance totale du journal d'activité), sans savoir ce qu'ils remplacent (activités sédentaires, loisirs en modes motorisés...). Cela permettrait de comprendre dans quelle mesure le VAE contribue à "Avoid". Des données qualitatives récoltées à travers des entretiens avec des utilisateurs de VAE permettraient d'éclairer l'impact du VAE sur les modes de vie, les désirs et les représentations.

7.3 Ouverture

Pour connaître le potentiel de développement du VAE en Suisse, il serait aussi intéressant d'avoir l'avis de la population, afin de savoir à quel point elle est ouverte à une évolution des infrastructures de transport, du partage de l'espace public et des habitudes de mobilité. Cela pourrait être possible via un sondage, ou des entretiens qualitatifs.

Pour finir, certaines analyses pourraient être approfondies : entretiens avec un panel plus vaste d'institutions, comme les autorités fédérales, des responsables d'autres cantons et d'autres villes, ou d'autres pays. Ainsi, la place du VAE aurait pu être analysée dans des contextes différents de maturité de l'écosystème vélo. De plus, les stratégies de mobilité n'étant pas juridiquement contraignantes pour les autorités, il aurait été intéressant d'analyser également leurs investissements, afin de confronter leurs discours à leurs actions. Une attention plus forte aurait pu être portée au type de VAE utilisé, afin de comprendre s'il a un lien avec le phénomène de substitution, comme cela a été observé sur les vélos cargos (MARINCEK, RÉRAT et LURKIN 2024). Nous avons limité notre analyse aux VAE privés, mais cette étude et la méthode de combinaison des approches et des bases de données pourrait être utilisée pour étudier d'autres véhicules dont les effets sur le système de mobilité sont moins connus (véhicules en libre-service, voitures sans permis, trottinettes électriques...) (BIGAZZI et WONG 2020). Cela permettrait de comprendre le report modal qu'ils engendrent, et leur contribution à un système post-voiture.

En dernier lieu, bien que la mobilité quotidienne soit un enjeu important de la transition des mobilités, il convient de rappeler qu'une part importante de l'empreinte carbone des résidents Suisses est liée à la mobilité en avion, qui est exclue de cette analyse. La transition des mobilités ne pourra pas se faire sans une baisse importante des émissions de GES de ces trajets, qui sont souvent négligés dans les études de transport en raison des périmètres choisis.

Références

- 6T BUREAU DE RECHERCHE & URBANMOVING. (2024). *Mesures d'infrastructures en faveur du vélo à assistance électrique dans les agglomérations de moins de 100 000 habitants* (rapp. tech.). Office Fédéral du Développement Territorial ARE. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- AGGLOMÉRATION LAUSANNE-MORGES. (2025). *Projet d'agglomération Lausanne-Morges de 5 génération* (rapp. tech.). Agglomération Lausanne-Morges. URL : Disponible en ligne.
- ALBRECHER, R., CURNIER, S., & KAUFMANN, V. (2023). *Le vélo et la marche comme moyens de transport : état actuel de la recherche* (rapp. tech.). EPFL. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. (2020). Author–date citation system. Récupérée janvier 16, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ARE. (2022). Perspectives d'évolution du transport 2050. Récupérée juin 19, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ARE. (2024). *Fiche d'information - Effets externes des transports résultats 2022* (rapp. tech.). Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC. Récupérée juin 13, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BAEHLER, D., & RÉRAT, P. (2022). Beyond the car. Car-free housing as a laboratory to overcome the “system of automobility”. *Applied Mobilities*, 7(3). Récupérée janvier 21, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BALLO, L., MEYER DE FREITAS, L., MEISTER, A., & AXHAUSEN, K. W. (2022). *Introducing the e-bike city Sustainable mobility through urban design ?* (Rapp. tech.). ETH Zürich. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BIBLIOTHÈQUE DE L'EPFL. (2019). *Rational Bibliographic : guide de rédaction des références bibliographiques (V1.00)* (rapp. tech.). EPFL. Lausanne. Récupérée janvier 16, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- 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. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BIGO, A. (2020). *Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement* [thèse de doct., Institut Polytechnique de Paris]. URL : Disponible en ligne.
- BIGO, A. (2023). Aurélien Bigo : « les capacités des voitures thermiques ou électriques sont surdimensionnées par rapport aux usages réels ». Récupérée juin 17, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BONGARDT, D., STILLER, L., SWART, A., & WAGNER, A. (2019). *Sustainable Urban Transport : Avoid-Shift-Improve (A-S-I)* (rapp. tech.). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. URL : Disponible en ligne.
- BOURNE, J., SAUCHELLI, S., PERRY, R., LEARY, S., ENGLAND, C., & R. COOPER, A. (2018). Health Benefits of Electrically-Assisted Cycling : A Systematic Review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(116). Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BOURNE, J. E., COOPER, A. R., KELLY, P., KINNEAR, F. J., ENGLAND, C., LEARY, S., & PAGE, A. (2020). The impact of e-cycling on travel behaviour : A scoping review. *Journal of Transport & Health*, 19, 100910. Récupérée janvier 20, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BRETEAU, P. (2023). A Paris, la fréquentation des pistes cyclables a doublé en un an. *Le Monde*. Récupérée septembre 30, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- BUCHER, D., BUFFAT, R., FROEMELT, A., & RAUBAL, M. (2019). Energy and greenhouse gas emission reduction potentials resulting from different commuter electric bicycle adoption scenarios in Switzerland. *Renewable and Sustainable Energy review*, 114, 109298. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CANTON DE VAUD, DGMR. (2022). *Stratégie cantonale de promotion du vélo, horizon 2035* (rapp. tech.). Département de la culture, des infrastructures et des ressources humaines (DCIRH) du Canton de Vaud. Récupérée septembre 29, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CASTRO, A., GAUPP-BERGHUSEN, M., DONS, E., STANDAERT, A., LAEREMANS, M., CLARK, A., ANAYA-BOIG, E., COLE-HUNTER, T., AVILA-PALENCIA, I., ROJAS-RUEDA, D., NIEUWENHUIJSEN, M., GERIKE, R., PANIS, L. I., NAZELLE, A. d., BRAND, C., RASER, E., KAHLMEIER, S., & GÖTSCHI, T. (2019).

- Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists : Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100017. Récupérée janvier 21, 2023, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CHANCELLERIE FÉDÉRALE. (s. d.). Circuler à vélo classique ou électrique en Suisse. Récupérée juin 22, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CHANCELLERIE FÉDÉRALE. (2025). Initiative populaire fédérale 'Pour la promotion des voies cyclables et des chemins et sentiers pédestres (initiative vélo)'. Récupérée janvier 3, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CHEVANCE, G., BOURNE, J., FOLEY, L., & GREEN, J. (2025). E-bikes and travel behaviour change : systematic review of experimental studies with meta-analyses. *Transport Reviews*, 45(3), 433-454. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- CHEVREL, E., MILLWARD-HOPKINS, J., NICK, S., & FISCH-ROMITO, V. (2024). *SWICE Working Paper on DLS Mobility* (rapp. tech.). Office Fédéral de l'Energie OFEN. URL : Disponible en ligne.
- CITEC INGÉNIEURS CONSEILS SA. (2017). *Plan directeur cantonal de mobilité cyclable* (rapp. tech.). Canton de Neuchâtel – Département du développement territorial et de l'environnement. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE. (2019). Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre? Récupérée décembre 13, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- DENNIS, K., & URRY, J. (2009). *After the Car*. URL : Disponible en ligne.
- DIRECTION DE L'INFORMATION LÉGALE ET ADMINISTRATIVE. (2025). L'UE assouplit l'interdiction des moteurs thermiques prévue pour 2035. Récupérée décembre 24, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ETAT DE FRIBOURG. (2018). Plan sectoriel vélo. Récupérée septembre 29, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ETAT DE GENÈVE. (2024). *Plan d'action des mobilités actives 2024-2028* (rapp. tech.). République et canton de Genève. Récupérée septembre 29, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ETAT DE GENÈVE. (2025). Subventions vélo. Récupérée septembre 29, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ÉTAT DE VAUD. (s. d.). Vélo électrique. Récupérée septembre 30, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- EUCALC. (2024). calculateur en ligne - eucalc. Récupérée décembre 17, 2024, à partir de URL : Disponible en ligne.
- EUROSTAT. (s. d.[a]). Glossaire : Équivalent de dioxyde de carbone. Récupérée janvier 3, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- EUROSTAT. (s. d.[b]). Information on data - Degree of urbanisation. Récupérée décembre 14, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- FISHMAN, E., & CHERRY, C. (2016). E-bikes in the Mainstream : Reviewing a Decade of Research. *Transport Reviews*, 36(1), 72-91. Récupérée janvier 22, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- GAUTROT, M. (2024). *Modélisation de scénarios de rupture des mobilités pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Étude de cas des déplacements domicile-travail* (rapp. tech.). EPFL-ENAC-LASUR.
- GUTERRES, A. (2022). Secretary-General's remarks to High-Level opening of COP27 - as delivered. Récupérée janvier 10, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HAFFNER, M., VUIDEL, G., GOUJ, H. E., ANTONI, J.-P., & CROZET, Y. (2025). Teleworking and residential relocation : modeling short- and long-term effects on daily mobility. *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 148, 105008. Récupérée janvier 21, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HALCOMB, E., & HICKMAN, L. (2015). Mixed methods research. *Nursing standard (Royal College of Nursing (Great Britain)) : 1987*, 29(32), 41-47. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HENKEL, F., FISCHER, A., & SOMMER, C. (2025). Integrated consideration of the social and ecological dimension of the mobility transition : barriers to using sustainable transport systems by people at risk of poverty. *Journal of Urban Mobility*, 7, 100124. URL : Disponible en ligne.
- HÉLAN, F. (2015). *Le retour de la bicyclette, Une histoire des déplacements urbains en Europe, de 1817 à 2050*. La découverte. URL : Disponible en ligne.

- HÉRAN, F. (2017). Vers des politiques de déplacements urbains plus cohérentes. *Norois. Environnement, aménagement, société*, 245, 89-100. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HINTERMANN, B., AXHAUSEN, K. W., GÖTSCHI, T., ROTH, J., MEISTER, A., SCHWAB, L., MEYER DE FREITAS, L., & HEINONEN, S. (2025). *E-biking in Switzerland* (rapp. tech.). Office Fédéral de l’Energie OFEN. Berne. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HOSTETTLER MACIAS, L., RAVALET, E., & RÉRAT, P. (2022). Potential rebound effects of teleworking on residential and daily mobility. *Geography Compass*, 16(9). Récupérée janvier 21, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HUANG, A., WÜST, H., & de HAAS, M. (2024). Assessing the Long-term Impact of E-bikes on Sustainable Mobility : A National- Level Study in the Netherlands. *Journal of Cycling and Micromobility Research*, 2, 100027. Récupérée février 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- HUVELIN, G. (2025). Vélo électrique : l’Europe souffre encore, tous les chiffres à connaître. Récupérée septembre 23, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ILE DE FRANCE MOBILITÉS. (2025). Plan des mobilités Ile de France 2030. Récupérée septembre 29, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- ILlich, I. (1973). *Energie et équité*. Marée Noire. URL : Disponible en ligne.
- IPCC. (2023). *Summary for Policymakers*. (rapp. tech.). Genève. URL : Disponible en ligne.
- JARAMILLO, P., S. KAHN RIBEIRO, P., NEWMAN, S., DHAR, O., DIEMUODEKE, T., & KAJINO, D. (2022). *IPCC 6th assessment report - Working Group 3 : Mitigation of Climate Change - Chapter 10 : Transport* (rapp. tech.). GIEC. Cambridge, UK, New York, NY, USA. Récupérée juin 10, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- JONES, T., HARMS, L., & HEINEN, E. (2016). Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility. *Journal of transport geography*, 53, 41-49. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- KAUFMANN, V., BERGMAN, M., & JOYE, D. (2004). Motility : mobility as capital. *International journal of urban and regional research*, 28(4), 745-756. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- KAUFMANN, V., GONZALEZ, J., BERNIER, E., DREVON, G., & MESSER, M.-A. (2019). *Cahier du Lasur 33a : analyse des logiques de choix modal auprès de la population du Grand Genève* (rapp. tech.). EPFL-ENAC-LASUR. Lausanne. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- KAUFMANN, V., RAVALET, E., & DREVON, G. (2019). *Mesurer la motilité par un indice opérationnel* (rapp. tech.). EPFL-ENAC-LASUR. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- LABORATOIRE DE SOCIOLOGIE URBAINE. (2025). Panel Lémanique. Récupérée décembre 14, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- MARINCEK, D. (2022). *E-bike adoption : cycling trajectories, uses, and experiences. The case of Lausanne, Switzerland* [thèse de doct., Université de Lausanne]. URL : Disponible en ligne.
- MARINCEK, D. (2023). Comparing E-Bike Users’ Perceptions of Safety : The Case of Lausanne, Switzerland. *Active Travel Studies*, 3(1). Récupérée janvier 21, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- MARINCEK, D., RAVALET, E., & RÉRAT, P. (2020). *La pratique du vélo électrique à Lausanne* (rapp. tech.). Université de Lausanne. URL : Disponible en ligne.
- MARINCEK, D., RÉRAT, P., & LURKIN, V. (2024). Cargo bikes and their modal shift effects : from substitution to car renunciation. *Transportation*. Récupérée janvier 15, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- MASTERTON, V. (2022). The European Union has cut greenhouse gas emissions in every sector - except this one. Récupérée juin 10, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- MATTIOLI, G., ROBERTS, C., STEINBERGER, J. K., & BROWN, A. (2020). The political economy of car dependence : A systems of provision approach. *Energy Research & Social Science*, 66, 101486. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- MEYER DE FREITAS, L., & AXHAUSEN, K. W. (2024). The influence of individual physical capabilities for cycling adoption : Understanding its influence and mode-shift potentials. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 185, 104105. URL : Disponible en ligne.
- MEYER DE FREITAS, L., BEKHOR, S., & AXHAUSEN, K. W. (2025). Mode-choice modelling of a sustainable mobility transition considering different bicycle types. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 200, 104628. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2025.104628>
- MOBITOOL. (2023). Facteurs mobitool v3.0. URL : Disponible en ligne.

- NICK, S., & THALMANN, P. (2022). *Rapport d'audit du Plan climat vaudois 1ère génération* (rapp. tech.). EPFL-ENAC-LEURE. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- NOSRATZADEH, H., BHOWMICK, D., BELÉN RIOS CARMONA, A., THOMPSON, J., THAI, T., PEARSON, L., & BECK, B. (2024). A scoping review of the design and characteristics of e-bike financial incentives. *Transport Reviews*, 45, 149-171. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFEV. (2021). *Écofacteurs suisses 2021 selon la méthode de la saturation écologique. Bases méthodologiques et application à la Suisse*. (rapp. tech. N° 2121). Office Fédéral de l'environnement. Berne. URL : Disponible en ligne.
- OFEV. (2025a). Emissions de gaz à effet de serre en Suisse. Evolution en équivalents CO2 et émissions par secteur - 1990-2023 — Données - Tableau. Récupérée décembre 13, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFEV. (2025b). Émissions de gaz à effet de serre générées par les transports. Récupérée juin 10, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFROU. (2025). Une feuille de route pour le trafic cycliste en Suisse. Récupérée janvier 19, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFS. (2024). Statistique de la population et des ménages. Récupérée décembre 17, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFS & ARE. (2017). *Comportement de la population en matière de mobilité - Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015* (rapp. tech. N° 841-1500). Neuchâtel et Berne. Récupérée janvier 10, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OFS & ARE. (2023). *Comportement de la population en matière de mobilité - Résultats du microrecensement mobilité et transports 2021* (rapp. tech. N° 841-2100). Neuchâtel et Berne. Récupérée janvier 10, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OUVEMA. (2024). E-BikeShift - OUVEMA - Unil [Last Modified : 2025-10-14T10 :41 :46+02 :00]. Récupérée décembre 23, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- OUVEMA & BÜRO FÜR MOBILITÄT. (2025). *Guide Vélo, mesures de promotion du vélo* (rapp. tech.). Université de Lausanne. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- PARLEMENT EUROPÉEN. (2019). Émissions de CO2 des voitures : faits et chiffres (infographie). Récupérée décembre 12, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- PELLIER, G. (2024). *Nuances intermodales ferroviaires : Usages, temps et lieux* (rapp. tech.). EPFL-ENAC-LASUR. Récupérée janvier 10, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- PERKTOLD, J., SEABOLD, S., SHEPPARD, K., & CHADFULTON. (2024). statsmodels/statsmodels : Release 0.14.2. Récupérée janvier 20, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- RAVALET, E., MARINCEK, D., & RÉRAT, P. (2024). Are fast e-bikes an alternative to motorised individual transport? An exploratory study in Lausanne, Switzerland. *Belgeo*, 10(1), 85-98. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- RAWORTH, K. (2018). *La théorie du Donut*. Place des éditeurs. URL : Disponible en ligne.
- RECK, D. J., MARTIN, H., & AXHAUSEN, K. W. (2022). Mode choice, substitution patterns and environmental impacts of shared and personal micro-mobility. *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 102, 103134. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- RÉRAT, P. (2021). The rise of the e-bike : Towards an extension of the practice of cycling? *Mobilities*, 16(3), 423-439. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- RÉRAT, P., GIACOMEL, G., & MARTIN, A. (2019). *Au travail à vélo, La pratique utilitaire de la bicyclette en Suisse*. Alphil PUS. URL : Disponible en ligne.
- RÉRAT, P., MARINCEK, D., & RAVALET, E. (2024). How do e-bikes compete with the other modes of transport? Investigating multiple dimensions of a modal shift. *Applied Mobilities*, 10(1), 85-98. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- SCHULTHEISS, M.-E. (2023). *Resistances to change in urban travel behaviors* [thèse de doct., EPFL]. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- SECRETARIAT GÉNÉRAL DETEC. (2023). Communiqué : Le Conseil fédéral ne veut pas d'une interdiction prématurée de la vente de voitures neuves à essence et diesel. Récupérée décembre 18, 2024, à partir de URL : Disponible en ligne.
- SIMON, M. (2024). *Scénarios pour décarboner la mobilité en Suisse - Audit des mesures liées à la mobilité du Plan Climat Vaudois de 2020, et analyse de scénarios basés sur la sobriété*. (rapp. tech.). EPFL.
- STATISTIQUES VAUD. (2025). *Transition énergétique et mobilité dans le canton de Vaud à l'horizon 2050* (rapp. tech.). Canton de Vaud. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.

- STOPHER, P., FITZGERALD, C., & XU, M. (2007). Assessing the accuracy of the Sydney Household Travel Survey with GPS. *Transportation*, 34(6), 723-741. URL : Disponible en ligne.
- SUN, Q., FENG, T., KEMPERMAN, A., & SPAHN, A. (2020). Modal shift implications of e-bike use in the Netherlands : Moving towards sustainability? *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 78(102202). Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- TCS. (s. d.). Vélo électrique : la réglementation. Récupérée juin 17, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- TRAVEL FORECASTING RESOURCE. (2024). Mode choice. Récupérée juin 11, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- URRY, J. (2004). The ‘System’ of Automobility. *Theory Culture and Society*, 21(4-5), 25-39. Récupérée janvier 21, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- VAN CAUWENBERG, J., SCHEPERS, P., DEFORCHE, B., & de GEUS, B. (2019). Differences in life space area between older non-cyclists, conventional cyclists and e-bikers. *Journal of Transport & Health*, 14, 100605. Récupérée janvier 20, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- van HAGEN, M., & GOVERS, B. (2018). *Dare, able and invited to cycle* (rapp. tech.). Dutch Cycling Embassy. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- VÉLOSUISSE. (2025). Neuvverkäufe 2024 — Velosuisse. Récupérée juin 23, 2025, à partir de URL : Disponible en ligne.
- VILLE DE PARIS. (2025). *Plan Local de Mobilité* (rapp. tech.). Ville de Paris. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.
- WENZEL, T., RAMES, C., KONTOU, E., & HENAO, A. (2019). Travel and Energy Implications of Ridesourcing Service in Austin, Texas. *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 70, 18-34. Récupérée janvier 11, 2026, à partir de URL : Disponible en ligne.

8 Annexe

Table des figures

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Évolution des émissions territoriales de GES liées au transport de personnes en Suisse entre 1990 et 2022, et valeurs cibles indicatives 2040 et 2050 (selon la loi fédérale sur le climat et l'innovation) (STATISTIQUES VAUD 2025) | 6 |
| 2 | 5 leviers de décarbonation utilisés dans BIGO 2020 | 7 |
| 3 | Impact des 5 leviers sur différentes externalités liées aux transports (BIGO 2020) | 9 |
| 4 | Système de véломobilité (RÉRAT, GIACOMEL et MARTIN 2019) | 13 |
| 5 | Triptyque d'analyse de la décarbonation des mobilités | 18 |
| 6 | Émissions moyennes de GES par personne-km de différents modes de transport en Suisse MOBITOOL 2023) | 25 |
| 7 | Schéma des différentes typologies de détenteurs de VAE utilisées pour l'analyse du Panel Lémanique | 27 |
| 8 | Résumé de l'organisation des différents axes d'analyse, et de l'incorporation des bases de données | 30 |
| 9 | Résultats des 4 indicateurs de mobilité entre la population générale et les personnes ayant un VAE dans leur ménage (MRMT 2021) | 34 |
| 10 | Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre de véhicules motorisés disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée) | 35 |
| 11 | Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre de vélos mécaniques disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée) | 36 |

| | | |
|----|--|----|
| 12 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation des modes motorisés dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée) | 37 |
| 13 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation des transports en commun en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée) | 38 |
| 14 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation du vélo en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique (boxplot non pondéré, moyenne pondérée) . . . | 38 |
| 15 | Distribution des distances des trajets recensés dans le journal d'activité | 40 |
| 16 | Nombre de trajets recensés par personne pendant les 7 jours de suivi | 41 |
| 17 | Répartition de la distance parcourue en fonction du motif | 41 |
| 18 | Répartition des distances parcourues en VAE en fonction du mode substitué | 42 |
| 19 | Taux de substitution de chaque mode par le VAE par catégorie de distance | 43 |
| 20 | Taux de substitution de chaque mode par le VAE par catégorie de distance, en fonction du type de VAE | 43 |
| 21 | Émissions de GES des trajets recensés dans le journal d'activité, en VAE (gauche) ou avec le mode substitué (droite) | 44 |
| 22 | Évolution des parts modales avant (gauche), avec (milieu) et sans (droite) le VAE | 46 |
| 23 | Représentation des flux de substitution en deux temps observés dans le journal d'activité (mode substitué à gauche et mode de secours à droite) | 47 |
| 24 | Distance parcourue par personne et par motif sur les 7 jours de suivi, en fonction du mode principalement substitué par le VAE | 49 |
| 25 | Émissions de GES totales des étapes en modes motorisés du MRMT 2015 (à gauche) et dans le scénario de substitution "haut" (droite) | 56 |
| 26 | Tableau récapitulatif de la comparaison de la prise en compte du VAE dans les politiques publiques de promotion du vélo | 59 |
| 27 | Grille utilisée pour les entretiens | 84 |

Liste des tableaux

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Caractéristiques sociodémographiques des échantillons (en %) | 20 |
| 2 | Synthèse des informations disponibles dans les différentes bases de données | 24 |
| 3 | Résumé des catégories et des facteurs d'émissions de GES attribués aux modes | 26 |
| 4 | Tableau de correspondance entre les modes de transports et les catégories de modes, ainsi que leur fréquence maximale (questionnaire du Panel Lémanique) | 27 |
| 5 | Description sociodémographique des typologies de personnes identifiées dans le Panel Lémanique (en %, pondéré) | 32 |
| 6 | Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre moyen de véhicules motorisés disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique | 35 |
| 7 | Évolution longitudinale (2022-2024) du nombre moyen de vélos mécaniques disponibles dans les ménages en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique | 36 |

| | | |
|----|---|----|
| 8 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne des modes motorisés en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique | 37 |
| 9 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne des transports en commun en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique | 38 |
| 10 | Évolution longitudinale (2022-2024) de la fréquence d'utilisation moyenne du vélo, en fonction de la typologie des répondants au Panel Lémanique | 39 |
| 11 | Moyennes et écarts-types de variables continues permettant de décrire l'usage et l'équipement en VAE de l'échantillon du journal d'activité | 39 |
| 12 | Expérience avec le VAE des personnes de l'échantillon du Journal d'Activité | 40 |
| 13 | Facteurs de réduction des émissions (ERF) de GES en fonction de catégories de distance, de VAE ou de motifs | 45 |
| 14 | Effectif, Nombre de trajets et facteur de réduction des émissions (ERF) en fonction du mode principalement substitué par le VAE | 48 |
| 15 | Comparaison des réductions d'émissions de GES des transports au niveau national permises par les scénarios du projet EBIS, avec les facteurs de réduction d'émissions (ERF) de E-BikeShift (gauche) et EBIS (droite) | 55 |
| 16 | ERF et nombre de trajets selon l'âge, le genre et la distance (VAE 25 km/h) | 82 |
| 17 | ERF et nombre de trajets selon l'âge, le genre et la distance (VAE 45 km/h) | 83 |
| 18 | Description sociodémographique des typologies basées sur le mode principalement substitué dans le journal d'activité (en %) | 85 |
| 19 | Report modal en deux temps : nombre de trajets et distance totale en fonction du mode substitué et mode de secours | 86 |
| 20 | Estimation des coefficients de la régression linéaire déterminant la quantité d'émissions de GES économisée par le VAE par rapport au mode substitué (méthode des moindres carrés ordinaires, OLS ; Standard errors robustes, HC3) | 87 |
| 21 | Estimation des coefficients de la régression linéaire déterminant la quantité d'émissions de GES économisée par personnes pour les tous les trajets effectués en VAE, par rapport au mode substitué (méthode des moindres carrés ordinaires, OLS ; Standard errors robustes, HC3) | 87 |
| 22 | Modèle et assistance électrique des VAE présents dans l'échantillon du Journal d'activité | 88 |
| 23 | Fréquence générale d'utilisation du VAE pour différents motifs par les personnes de l'échantillon du Journal d'Activité | 89 |

8.1 Facteurs de réduction d'émissions

TABLE 16 – ERF et nombre de trajets selon l'âge, le genre et la distance (VAE 25 km/h)

| Âge | Genre | Distance | ERF (E-BikeShift) | Nb trajets (E-BikeShift) | ERF (EBIS) | Nb trajets (EBIS) | Diff. relative (%) (E-BikeShift/ EBIS) |
|-------|-------|----------|----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|---|
| 0-18 | Femme | 0-10 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Femme | 10-20 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Femme | 20+ km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 0-10 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 10-20 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 20+ km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 19-35 | Femme | 0-10 km | 26,6 | 182 | 24,80 | 147 | -7,1 |
| 19-35 | Femme | 10-20 km | 14,3 | 7 | 81,20 | 11 | 82,4 |
| 19-35 | Femme | 20+ km | -9,8 | 5 | 0,00 | 0 | - |
| 19-35 | Homme | 0-10 km | 16,3 | 136 | 20,30 | 86 | 19,9 |
| 19-35 | Homme | 10-20 km | 9,3 | 4 | -5,70 | 2 | 262,3 |
| 19-35 | Homme | 20+ km | -9,8 | 4 | 0,00 | 0 | - |
| 36-50 | Femme | 0-10 km | 58,0 | 848 | 35,90 | 507 | -61,5 |
| 36-50 | Femme | 10-20 km | 60,3 | 51 | 28,70 | 20 | -110,3 |
| 36-50 | Femme | 20+ km | 57,1 | 10 | 29,80 | 10 | -91,5 |
| 36-50 | Homme | 0-10 km | 40,4 | 540 | 37,10 | 369 | -8,9 |
| 36-50 | Homme | 10-20 km | 70,0 | 45 | 53,90 | 46 | -29,9 |
| 36-50 | Homme | 20+ km | 27,7 | 27 | 59,80 | 8 | 53,7 |
| 51-65 | Femme | 0-10 km | 56,1 | 918 | 39,50 | 405 | -42,1 |
| 51-65 | Femme | 10-20 km | 51,7 | 109 | 35,30 | 53 | -46,5 |
| 51-65 | Femme | 20+ km | 25,6 | 98 | 124,20 | 4 | 79,4 |
| 51-65 | Homme | 0-10 km | 59,4 | 614 | 39,90 | 323 | -48,9 |
| 51-65 | Homme | 10-20 km | 67,9 | 169 | 62,20 | 49 | -9,2 |
| 51-65 | Homme | 20+ km | 24,5 | 172 | 46,30 | 10 | 47,2 |
| 65+ | Femme | 0-10 km | 60,9 | 496 | 40,00 | 78 | -52,3 |
| 65+ | Femme | 10-20 km | 58,7 | 64 | 46,30 | 7 | -26,8 |
| 65+ | Femme | 20+ km | 21,0 | 76 | 61,20 | 3 | 65,7 |
| 65+ | Homme | 0-10 km | 51,2 | 929 | 32,50 | 245 | -57,4 |
| 65+ | Homme | 10-20 km | 48,7 | 220 | 19,80 | 46 | -146,0 |
| 65+ | Homme | 20+ km | 29,9 | 428 | 13,10 | 10 | -128,6 |

TABLE 17 – ERF et nombre de trajets selon l'âge, le genre et la distance (VAE 45 km/h)

| Âge | Genre | Distance | ERF (E-BikeShift) | Nb trajets (E-BikeShift) | ERF (EBIS) | Nb trajets (EBIS) | Diff. relative (%) (E-BikeShift/ EBIS) |
|-------|-------|----------|----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|---|
| 0-18 | Femme | 0-10 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Femme | 10-20 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Femme | 20+ km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 0-10 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 10-20 km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 0-18 | Homme | 20+ km | 0,0 | 0 | 0,00 | 0 | - |
| 19-35 | Femme | 0-10 km | 26,6 | 182 | 24,80 | 147 | -7,1 |
| 19-35 | Femme | 10-20 km | 14,3 | 7 | 81,20 | 11 | 82,4 |
| 19-35 | Femme | 20+ km | -9,8 | 5 | 0,00 | 0 | - |
| 19-35 | Homme | 0-10 km | 16,3 | 136 | 20,30 | 86 | 19,9 |
| 19-35 | Homme | 10-20 km | 9,3 | 4 | -5,70 | 2 | 262,3 |
| 19-35 | Homme | 20+ km | -9,8 | 4 | 0,00 | 0 | - |
| 36-50 | Femme | 0-10 km | 58,0 | 848 | 35,90 | 507 | -61,5 |
| 36-50 | Femme | 10-20 km | 60,3 | 51 | 28,70 | 20 | -110,3 |
| 36-50 | Femme | 20+ km | 57,1 | 10 | 29,80 | 10 | -91,5 |
| 36-50 | Homme | 0-10 km | 40,4 | 540 | 37,10 | 369 | -8,9 |
| 36-50 | Homme | 10-20 km | 70,0 | 45 | 53,90 | 46 | -29,9 |
| 36-50 | Homme | 20+ km | 27,7 | 27 | 59,80 | 8 | 53,7 |
| 51-65 | Femme | 0-10 km | 56,1 | 918 | 39,50 | 405 | -42,1 |
| 51-65 | Femme | 10-20 km | 51,7 | 109 | 35,30 | 53 | -46,5 |
| 51-65 | Femme | 20+ km | 25,6 | 98 | 124,20 | 4 | 79,4 |
| 51-65 | Homme | 0-10 km | 59,4 | 614 | 39,90 | 323 | -48,9 |
| 51-65 | Homme | 10-20 km | 67,9 | 169 | 62,20 | 49 | -9,2 |
| 51-65 | Homme | 20+ km | 24,5 | 172 | 46,30 | 10 | 47,2 |
| 65+ | Femme | 0-10 km | 60,9 | 496 | 40,00 | 78 | -52,3 |
| 65+ | Femme | 10-20 km | 58,7 | 64 | 46,30 | 7 | -26,8 |
| 65+ | Femme | 20+ km | 21,0 | 76 | 61,20 | 3 | 65,7 |
| 65+ | Homme | 0-10 km | 51,2 | 929 | 32,50 | 245 | -57,4 |
| 65+ | Homme | 10-20 km | 48,7 | 220 | 19,80 | 46 | -146,0 |
| 65+ | Homme | 20+ km | 29,9 | 428 | 13,10 | 10 | -128,6 |

8.2 Grille d'entretien

Introduction : Bonjour, merci d'avoir accepté cet entretien. Dans le cadre de mon projet de master à l'EPFL, je m'intéresse au développement du VAE en Suisse. J'ai mené une phase d'analyse quantitative des comportements des personnes détentrices de VAE, en se basant sur plusieurs sources de données (journal d'activité, MRMT, Panel Lémanique) Mes résultats principaux sont :

- L'usage du vélo n'est pas corrélé au fait d'avoir un VAE
- Le VAE permet aux personnes qui en ont et qui l'utilisent de remplacer des modes plus émetteurs et d'augmenter l'activité physique
- Le VAE serait plus utilisé si les infrastructures cyclables étaient meilleures
- La substitution dépend de la distance du trajet, du type de VAE et du profil de la personne.
- Le VAE a un potentiel important de report modal, mais pas de distances/ décarbonation
- Les politiques publiques de promotion du vélo ne prennent pas en compte le VAE ou uniquement sa possession (de manière non centralisée)

Je souhaite maintenant rencontrer des représentantes et représentants d'institutions qui prennent des décisions ou influent sur le développement au sens large du VAE en Suisse afin de comprendre quelles données sont utilisées pour le suivi de son usage, quel potentiel lui est attribué pour décarboner la mobilité en Suisse, et

quels sont les obstacles à son développement. Cet entretien devrait durer environ 30 minutes. Si cela vous convient, cet entretien sera enregistré à des fins uniquement de retranscription et sera ensuite supprimé. Êtes-vous d'accord avec cela ? Souhaitez-vous lors de l'utilisation de cet entretien dans mon projet que votre personne et/ou l'institution que vous représentez soient anonymisées ?

| | Questions principales | Compléments |
|--------------------------------------|---|--|
| Généralités | Quel est le rôle de votre institution en général et spécifiquement sur le suivi et le développement de l'usage du VAE ? | Quel est le niveau de pouvoir décisionnel que vous avez ? |
| Perception du futur du VAE | Selon les données au niveau national, la possession et l'usage des VAE augmentent beaucoup ces dernières années en Suisse. Selon vous, le VAE est-il un mode de transport qui a de l'avenir en Suisse ? Une distinction milieu urbain-rural peut être faite si cela vous semble pertinent. | Quel est son potentiel pour décarboner la mobilité en Suisse ? |
| | A court terme, quelles mesures vous semblent les plus importantes à prendre afin d'augmenter l'usage du VAE en Suisse ? | |
| Modes de transport | Considérez-vous que le VAE soit une solution prometteuse de report modal depuis les TIM ? | |
| Méthodes et données prises en compte | Quelles données utilisez-vous pour suivre les usages du VAE en général, et leur impact sur la mobilité ? | |
| | Selon vous, est-ce qu'il manque des données pour comprendre les usages du VAE et leur impact sur la mobilité en Suisse ? | Si oui, à quoi cela est-il dû selon vous ? Quelles seraient ces données ? |
| | Mes résultats montrent qu'une part importante des détenteurs de VAE ne l'utilisent pas. Est ce que c'est un phénomène que vous avez également observé ? | Si oui, comment l'expliquez vous ? |
| | Avez-vous observé des profils socio-démo qui auraient tendance à être plus représentés dans les utilisateurs de VAE ? | Comment l'expliquez vous ? |
| Développement | Selon vous, quels sont les obstacles principaux au développement du VAE actuellement en Suisse ? | |
| | Selon vous, est-ce qu'il y a des institutions qui freinent le développement du VAE ? | |
| | Selon vous comment expliquer la faible prise en compte du VAE dans les Politiques Publiques ? | |

FIGURE 27 – Grille utilisée pour les entretiens

Clôture : Nous arrivons à la fin de l'entretien, merci beaucoup pour votre participation. Avez-vous un sujet à propos du VAE que nous n'avons pas abordé et qui vous semble important de mentionner ?

8.3 Caractéristiques sociodémographiques de typologies basées sur le mode dominant substitué par le VAE

TABLE 18 – Description sociodémographique des typologies basées sur le mode principalement substitué dans le journal d’activité (en %)

| Varia | Modalité | Marche | TIM | TP | Vélo mécanique | Demande induite |
|-------------------------------------|-------------------------|--------|-------|-------|----------------|-----------------|
| Genre | | | | | | |
| | Autre / non-réponse | | | | | |
| | Femmes | 29.6 | 36.3 | 47.7 | 22.7 | 31.8 |
| | Hommes | 70.4 | 63.7 | 52.3 | 77.4 | 68.2 |
| Âge | | | | | | |
| | 18 ans et moins | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | 19-30 ans | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.7 | 1.6 |
| | 31-50 ans | 14.8 | 20.4 | 34.9 | 17.1 | 21.4 |
| | 51-65 ans | 29.6 | 41.9 | 36.7 | 33.1 | 29.2 |
| | 66 ans et plus | 55.6 | 37.4 | 26.0 | 49.1 | 47.9 |
| Niveau d’éducation | | | | | | |
| | Non-réponse | 1.5 | 1.1 | 0.7 | 2.4 | 1.0 |
| | Obligatoire | 2.2 | 2.5 | 2.1 | 0.4 | 0.5 |
| | Secondaire | 48.2 | 47.8 | 30.3 | 40.8 | 51.0 |
| | Supérieure | 48.2 | 48.6 | 66.9 | 56.5 | 47.4 |
| Revenus mensuels du ménage | | | | | | |
| | 4 000 CHF et moins | 3.0 | 4.2 | 5.0 | 5.6 | 3.1 |
| | 4 001-8 000 CHF | 34.1 | 34.1 | 26.7 | 35.5 | 35.9 |
| | 8 001-12 000 CHF | 32.6 | 28.5 | 33.5 | 32.4 | 31.3 |
| | 12 001-16 000 CHF | 10.4 | 15.1 | 18.5 | 11.2 | 10.9 |
| | Plus de 16 000 CHF | 2.2 | 4.5 | 10.0 | 3.5 | 3.1 |
| | Non-réponse | 17.8 | 13.7 | 6.4 | 11.9 | 15.6 |
| Occupation | | | | | | |
| | Temps plein | 18.5 | 33.2 | 39.9 | 23.7 | 25.0 |
| | Temps partiel | 23.0 | 26.3 | 34.5 | 22.7 | 22.9 |
| | Formation | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| | Retraité | 56.3 | 37.4 | 24.2 | 50.2 | 49.0 |
| | Sans emploi | 0.0 | 0.8 | 0.4 | 2.1 | 1.0 |
| | Non-réponse | 2.2 | 2.2 | 0.7 | 1,4 | 2.1 |
| Taille du ménage | | | | | | |
| | 1 personne | 13.3 | 16.2 | 13.2 | 13.6 | 11.5 |
| | 2 personnes et plus | 86.7 | 82.4 | 84.7 | 85.0 | 86.5 |
| | Autre / non-réponse | 0.0 | 1.4 | 2.1 | 1.4 | 2.1 |
| DEGURBA | | | | | | |
| | Densément peuplée | 25.2 | 23.2 | 48.8 | 35.9 | 24.5 |
| | Urbanisée intermédiaire | 51.9 | 53.9 | 37.4 | 46.3 | 50.0 |
| | Faiblement peuplée | 21.5 | 19.0 | 11.7 | 16.0 | 22.4 |
| Taux d’équipement | | | | | | |
| | Modes motorisés | 93.3 | 96.1 | 67.6 | 78.8 | 87.0 |
| | Vélo mécanique | 53.3 | 67.6 | 66.9 | 80.1 | 60.4 |
| | VAE | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | AG | 11.9 | 8.4 | 15.3 | 11.5 | 11.5 |
| | Demi-tarif | 53.3 | 45.5 | 49.8 | 54.7 | 47.9 |
| | Abonnement régional | 5.9 | 6.2 | 15.7 | 4.2 | 9.4 |
| Année d’achat du premier VAE | | | | | | |
| | Avant 2021 | 66.2 | 69.2 | 66.7 | 68.1 | 73.2 |
| | Vélo mécanique | 33.8 | 30.8 | 33.3 | 31.9 | 26.8 |
| N | (non pondéré) | 135 | 358 | 281 | 287 | 192 |

8.4 Tableau récapitulatif de la substitution en deux temps : nombre de trajets et distance parcourue en fonction du mode substitué et du mode de secours

TABLE 19 – Report modal en deux temps : nombre de trajets et distance totale en fonction du mode substitué et mode de secours

| Mode substitué | Mode de secours | Nombre total de trajets | Distance totale (km) |
|-----------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Demande induite | Demande évaporée | 375 | 10772,3 |
| Demande induite | Marche | 85 | 357,4 |
| Demande induite | TIM | 107 | 1221 |
| Demande induite | TP | 224 | 2040,6 |
| Demande induite | Vélo mécanique | 119 | 780,5 |
| Marche | Demande évaporée | 51 | 1141,5 |
| Marche | Marche | 817 | 3534,3 |
| Marche | TIM | 75 | 817,8 |
| Marche | TP | 105 | 717,5 |
| Marche | Trottinette | 3 | 4,5 |
| Marche | Vélo mécanique | 41 | 498,5 |
| TIM | Demande évaporée | 83 | 1188,8 |
| TIM | Marche | 71 | 278,5 |
| TIM | TIM | 1573 | 17874 |
| TIM | TP | 368 | 4528 |
| TIM | Trottinette | 6 | 54 |
| TIM | Vélo mécanique | 161 | 1300,1 |
| TP | Demande évaporée | 31 | 655,6 |
| TP | Marche | 90 | 293 |
| TP | TIM | 95 | 1594 |
| TP | TP | 1818 | 17695,8 |
| TP | Trottinette | 5 | 14 |
| TP | Vélo mécanique | 105 | 1035,3 |
| Trottinette | TIM | 1 | 3 |
| Trottinette | Trottinette | 15 | 53 |
| Vélo mécanique | Demande évaporée | 156 | 3884 |
| Vélo mécanique | Marche | 213 | 1219,5 |
| Vélo mécanique | TIM | 256 | 2495,5 |
| Vélo mécanique | TP | 255 | 2407 |
| Vélo mécanique | Trottinette | 9 | 24 |
| Vélo mécanique | Vélo mécanique | 1070 | 9755,1 |

TABLE 20 – Estimation des coefficients de la régression linéaire déterminant la quantité d'émissions de GES économisée par le VAE par rapport au mode substitué (méthode des moindres carrés ordinaires, OLS ; Standard errors robustes, HC3)

| Variable | Coefficient | Std. Error (HC3) | t-stat | p-value |
|--|-------------|------------------|--------|---------|
| Constante | -375.0*** | 31.12 | -12.05 | 0.00 |
| Distance (km) | 38.76*** | 2.59 | 14.97 | 0.00 |
| Motif : Prendre les TP (ref : pendulaire) | 167.09*** | 28.91 | 5.78 | 0.00 |
| Motif : Retour à la maison (ref : pendulaire) | 0.21 | 18.45 | 0.01 | 0.99 |
| Motif : Loisirs/ visite à des proches (ref : pendulaire) | 15.7 | 32.07 | 0.49 | 0.62 |
| Motif : Transport d'enfants (ref : pendulaire) | 138.57*** | 36.01 | 3.85 | 0.00 |
| Motif : Balade ou tour (ref : pendulaire) | -372.63*** | 64.17 | -5.81 | 0.00 |
| Motif : Achat/ courses (ref : pendulaire) | -45.91* | 24.00 | -1.91 | 0.06 |
| Mode substitué : Trotinnette (ref : Vélo musculaire) | 504.71*** | 58.60 | 8.61 | 0.00 |
| Mode substitué : TP (ref : Vélo musculaire) | 150.57*** | 13.84 | 10.88 | 0.00 |
| Mode substitué : TIM (ref : Vélo musculaire) | 1723.54*** | 32.68 | 52.74 | 0.00 |
| Mode substitué : Marche (ref : Vélo musculaire) | 122.41*** | 20.58 | 5.95 | 0.00 |
| Mode substitué : Demande induite (ref : Vélo musculaire) | -335.97*** | 30.88 | -10.88 | 0.00 |

TABLE 21 – Estimation des coefficients de la régression linéaire déterminant la quantité d'émissions de GES économisée par personnes pour les tous les trajets effectués en VAE, par rapport au mode substitué (méthode des moindres carrés ordinaires, OLS ; Standard errors robustes, HC3)

| Variable | Coefficient | Std. Error (HC3) | t-stat | p-value |
|--|-------------|------------------|--------|---------|
| Constante | -32097.22 | 49329.26 | -0.65 | 0.52 |
| Nombre de voitures dans le ménage | 1128.39*** | 211.81 | 5.33 | 0.00 |
| Âge (années) | -2.13 | 19.15 | -0.11 | 0.91 |
| Homme (réf : Femme) | 567.65 | 416.16 | 1.36 | 0.17 |
| VAE le plus utilisé : VAE 45 km/h (réf : VAE 25 km/h) | 2354.08*** | 507.87 | 4.64 | 0.00 |
| Nombre de VAE détenus par la personne | -321.7 | 303.77 | -1.06 | 0.29 |
| Nombre de trajets dans le journal d'activité | 203.93*** | 49.80 | 4.09 | 0.00 |
| DEGURBA : faiblement peuplée (réf : urbanisée intermédiaire) | 436.53 | 515.80 | 0.85 | 0.40 |
| DEGURBA : densément peuplée (réf : urbanisée intermédiaire) | -921.91** | 371.50 | -2.48 | 0.01 |
| DEGURBA : N/A (réf : urbanisée intermédiaire) | 804.22 | 1255.22 | 0.64 | 0.52 |
| Année d'achat du premier VAE | 15.33 | 24.26 | 0.63 | 0.53 |
| Fréquence hebdomadaire d'utilisation du VAE | 186.34 | 128.56 | 1.45 | 0.15 |
| Occupation : Temps plein (réf : retraité) | 865.0 | 575.37 | 1.50 | 0.13 |
| Occupation : Temps partiel (réf : retraité) | 331.35 | 630.87 | 0.53 | 0.60 |
| Occupation : Sans emploi (réf : retraité) | -260.24 | 1171.19 | -0.22 | 0.82 |
| Occupation : En formation (réf : retraité) | -2075.91 | 2547.42 | -0.81 | 0.42 |
| Occupation : sans réponse (réf : retraité) | -876.0 | 789.16 | -1.11 | 0.27 |
| Revenus : 16'000 CHF et plus (réf : 8'000–12'000 CHF) | -1798.29*** | 523.36 | -3.44 | 0.00 |
| Revenus : 12'000–16'000 CHF (réf : 8'000–12'000 CHF) | 75.09 | 581.10 | 0.13 | 0.90 |
| Revenus : 4'000–8'000 CHF (réf : 8'000–12'000 CHF) | 733.06 | 507.66 | 1.44 | 0.15 |
| Revenus : moins de 4'000 CHF (réf : 8'000–12'000 CHF) | -51.14 | 624.74 | -0.08 | 0.93 |
| Revenu : sans réponse (réf : 8'000–12'000 CHF) | 66.35 | 521.50 | 0.13 | 0.90 |
| Éducation secondaire (réf : supérieure) | 528.41 | 389.42 | 1.36 | 0.17 |
| Éducation obligatoire (réf : supérieure) | 3842.64* | 2134.10 | 1.80 | 0.07 |
| Éducation : sans réponse (réf : supérieure) | -549.38 | 1059.14 | -0.52 | 0.60 |

Note : Revenus = Revenus mensuels du ménage de la personne

TABLE 22 – Modèle et assistance électrique des VAE présents dans l'échantillon du Journal d'activité

| Variable | Modalité | Effectif (N) | Pourcentage (%) |
|--------------------------------|---|--------------|-----------------|
| Assistance au pédalage – VAE 1 | 25 km/h | 960 | 76.6 |
| Assistance au pédalage – VAE 1 | 45 km/h (avec plaque d'immatriculation) | 293 | 23.4 |
| Modèle – VAE 1 | Vélo de ville ou tous chemins | 839 | 67.0 |
| Modèle – VAE 1 | VTT ou vélo à usage sportif | 310 | 24.8 |
| Modèle – VAE 1 | Longtail (porte-bagage allongé) | 37 | 3.0 |
| Modèle – VAE 1 | Vélo cargo à 2 roues | 32 | 2.6 |
| Modèle – VAE 1 | Autre | 18 | 1.4 |
| Modèle – VAE 1 | Vélo pliant | 11 | 0.9 |
| Modèle – VAE 1 | Vélo cargo à 3 roues | 5 | 0.4 |
| Assistance au pédalage – VAE 2 | 25 km/h | 264 | 82.2 |
| Assistance au pédalage – VAE 2 | 45 km/h (avec plaque d'immatriculation) | 57 | 17.8 |
| Modèle – VAE 2 | Vélo de ville ou tous chemins | 184 | 56.6 |
| Modèle – VAE 2 | VTT ou vélo à usage sportif | 104 | 32.0 |
| Modèle – VAE 2 | Vélo cargo à 2 roues | 11 | 3.4 |
| Modèle – VAE 2 | Vélo pliant | 11 | 3.4 |
| Modèle – VAE 2 | Longtail (porte-bagage allongé) | 8 | 2.5 |
| Modèle – VAE 2 | Autre | 5 | 1.5 |
| Modèle – VAE 2 | Vélo cargo à 3 roues | 2 | 0.6 |
| Assistance au pédalage – VAE 3 | 25 km/h | 51 | 76.1 |
| Assistance au pédalage – VAE 3 | 45 km/h (avec plaque d'immatriculation) | 16 | 23.9 |
| Type de VAE – VAE 3 | Vélo de ville ou tous chemins | 29 | 43.3 |
| Type de VAE – VAE 3 | VTT ou vélo à usage sportif | 28 | 41.8 |
| Type de VAE – VAE 3 | Autre | 5 | 7.5 |
| Type de VAE – VAE 3 | Vélo pliant | 3 | 4.5 |
| Type de VAE – VAE 3 | Longtail (porte-bagage allongé) | 1 | 1.5 |
| Type de VAE – VAE 3 | Vélo cargo à 2 roues | 1 | 1.5 |

Note : VAE 1 : VAE le plus utilisé par la personne, VAE 2 : 2ème VAE le plus utilisé par la personne, VAE 3 : 3ème VAE le plus utilisé par la personne

TABLE 23 – Fréquence générale d'utilisation du VAE pour différents motifs par les personnes de l'échantillon du Journal d'Activité

| Variable | Modalité | Effectif (N) | Pourcentage (%) |
|--|---------------------------|--------------|-----------------|
| Prendre les TP | Jamais ou pas concerné-e | 554 | 45.7 |
| Prendre les TP | Plus rarement | 329 | 27.1 |
| Prendre les TP | Quelques jours par mois | 172 | 14.2 |
| Prendre les TP | 1-2 jours par semaine | 68 | 5.6 |
| Prendre les TP | 3-4 jours par semaine | 48 | 4.0 |
| Prendre les TP | Tous les jours ou presque | 41 | 3.4 |
| Aller au travail ou aux études | Jamais ou pas concerné-e | 519 | 42.7 |
| Aller au travail ou aux études | Tous les jours ou presque | 246 | 20.2 |
| Aller au travail ou aux études | 3-4 jours par semaine | 206 | 17.0 |
| Aller au travail ou aux études | 1-2 jours par semaine | 115 | 9.5 |
| Aller au travail ou aux études | Plus rarement | 77 | 6.3 |
| Aller au travail ou aux études | Quelques jours par mois | 52 | 4.3 |
| Faire un balade ou un tour | Quelques jours par mois | 370 | 29.8 |
| Faire un balade ou un tour | 1-2 jours par semaine | 359 | 28.9 |
| Faire un balade ou un tour | Plus rarement | 247 | 19.9 |
| Faire un balade ou un tour | 3-4 jours par semaine | 118 | 9.5 |
| Faire un balade ou un tour | Jamais ou pas concerné-e | 96 | 7.7 |
| Faire un balade ou un tour | Tous les jours ou presque | 52 | 4.2 |
| Achats/courses/services | 1-2 jours par semaine | 399 | 32.1 |
| Achats/courses/services | Quelques jours par mois | 276 | 22.2 |
| Achats/courses/services | 3-4 jours par semaine | 184 | 14.8 |
| Achats/courses/services | Plus rarement | 176 | 14.1 |
| Achats/courses/services | Jamais ou pas concerné-e | 106 | 8.5 |
| Achats/courses/services | Tous les jours ou presque | 103 | 8.3 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | Quelques jours par mois | 343 | 27.7 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | 1-2 jours par semaine | 313 | 25.2 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | Plus rarement | 287 | 23.1 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | Jamais ou pas concerné-e | 132 | 10.6 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | 3-4 jours par semaine | 111 | 9.0 |
| Aller à des loisirs/ visites à des proches | Tous les jours ou presque | 54 | 4.4 |
| Transporter des enfants | Jamais ou pas concerné-e | 1042 | 84.9 |
| Transporter des enfants | 1-2 jours par semaine | 56 | 4.6 |
| Transporter des enfants | Plus rarement | 42 | 3.4 |
| Transporter des enfants | Tous les jours ou presque | 33 | 2.7 |
| Transporter des enfants | 3-4 jours par semaine | 30 | 2.4 |
| Transporter des enfants | Quelques jours par mois | 24 | 2.0 |