



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Vélos électriques – effets sur le système de transports

Elektrovelos - Auswirkungen auf das Verkehrssystem

E-bikes - Impacts on the transportation system

Transitec Ingénieurs-Conseils SA, Berne
Aline Renard, Ing. rur. dipl. EPFL SVI SIA
Julian Fleury, Ing. env. dipl. EPFL SVI
Laura Junod, Ing. géom. dipl. HEIG-VD

Wyssavo, Berne
Christian Wyss, Avocat

Ecoplan, Berne
René Neuenschwander, Lic. rer. pol.

HEIG-VD, Yverdon-les-Bains
Yves Delacrétaz, Dr ès sciences techn.

Projet de recherche SVI 2014/003 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI)

Mai 2017

1603

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Vélos électriques – effets sur le système de transports

Elektrovelos - Auswirkungen auf das Verkehrssystem

E-bikes - Impacts on the transportation system

Transitec Ingénieurs-Conseils SA, Berne
Aline Renard, Ing. rur. dipl. EPFL SVI SIA
Julian Fleury, Ing. env. dipl. EPFL SVI
Laura Junod, Ing. géom. dipl. HEIG-VD

Wyssavo, Berne
Christian Wyss, Avocat

Ecoplan, Berne
René Neuenschwander, Lic. rer. pol.

HEIG-VD, Yverdon-les-Bains
Yves Delacrétaz, Dr ès sciences techn.

Projet de recherche SVI 2014/003 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI)

Impressum

Instance de recherche et équipe de projet

Direction du projet

Aline Renard, Transitec Ingénieurs-Conseils SA

Membres

Julian Fleury, Transitec Ingénieurs-Conseils SA

Laura Junod, Transitec Ingénieurs-Conseils SA

Christian Wyss, wyssavo

René Neuenschwander, Ecoplan AG

Yves Delacrétaz, HEIG-VD

Commission de suivi

Président

Urs Walter

Membres

Philippe Aemisegger

Wernher Brucks

Viktoria Herzog

Hansruedi Müller

Gianantonio Scaramuzza

Philippe Schwery

Simon Seger

Martin Urwyler

Auteur de la demande

Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI)

Source

Le présent document est téléchargeable gratuitement sur <http://www.mobilityplatform.ch>.

Table des matières

Impressum	4
Résumé	7
Zusammenfassung	13
Summary	19
1 Introduction	25
1.1 Contexte et objectifs du mandat de recherche	25
1.2 Description et enjeux du système VAE	26
1.3 Convention de notation	27
1.4 Méthodologie d'étude retenue	28
1.5 Structure du rapport de recherche	30
1.6 Etudes actuelles (sélection)	31
1.7 Définition des hypothèses de recherche	33
2 Etude du système VAE	35
2.1 Les usagers et les usages des VAE	35
2.1.1 Données disponibles sur l'utilisation des VAE	35
2.1.2 Statistiques de vente	36
2.1.3 Typologie des utilisateurs	37
2.1.4 Accidentologie	40
2.1.5 Synthèse des problèmes identifiés	43
2.2 Les véhicules et leur équipement	44
2.2.1 Synthèse des problèmes identifiés	46
2.3 Les infrastructures	47
2.3.1 Gabarits d'espace libre	47
2.3.2 Largeurs des aménagements cyclables	48
2.3.3 Vitesses de projet et rayons de courbure	49
2.3.4 Distances de visibilité et d'arrêt	50
2.3.5 Paramétrage des carrefours à feux	50
2.3.6 Synthèse des problèmes identifiés	51
2.4 Le cadre juridique	52
2.4.1 Réglementation actuelle relative aux VAE	52
2.4.2 Véhicule, conducteur et équipement	53
2.4.3 Règles de circulation générales	54
2.4.4 Différenciation vélo – cyclomoteur	54
2.4.5 Pistes cyclables	55
2.4.6 Surfaces partagées et surfaces mixtes vélos / piétons	56
2.4.7 Zones à modération de trafic	57
2.4.8 Synthèse des problèmes identifiés	57

3	Enquêtes de terrain	59
3.1	Identification des thèmes à analyser	59
3.2	Choix de la méthode et des villes d'enquête	61
3.3	Occurrence et nombre de cycles et de VAE	65
3.4	Typologie des utilisateurs et équipement	66
3.5	Vitesses observées	67
3.5.1	Résultats généraux	67
3.5.2	Vitesses moyennes instantanées au plat	68
3.5.3	Vitesses moyennes instantanées à la montée	69
3.5.4	Distribution des vitesses instantanées	70
3.6	Dépassements – analyse qualitative	71
3.7	Dépassements – analyse quantitative	72
3.7.1	Méthode employée pour le calcul des ratios de dépassement	72
3.7.2	Ratios de dépassements / heure / 100 m	73
3.7.3	Ratios de dépassement / 100 m / VAE ou vélo	74
3.7.4	Ratio de dépassements / heure / 100 m par type de vélo	75
3.8	Choix de l'aménagement	76
3.9	Conflits aux carrefours giratoires	78
4	Validité des hypothèses de recherche et problèmes posés	79
4.1	Validité des hypothèses de recherche	79
4.1.1	Hypothèse 1 : différences entre VAE45 et VAE25	81
4.1.2	Hypothèse 2 : points communs entre VAE45 et VAE25	83
4.1.3	Hypothèse 3 : VAE25 proche du vélo traditionnel	84
4.1.4	Hypothèse 4 : particularités du VAE45	85
4.1.5	Synthèse	87
4.2	Problèmes actuels identifiés et évolution attendue	88
5	Axes d'action et mesures proposées	91
5.1	Axe 1 – adaptations de l'infrastructure	91
5.2	Axe 2 – adaptations du cadre juridique	93
5.3	Axe 3 – communication	97
6	Conclusions de la recherche et suite à donner	99
	Annexes	101
	Glossaire	213
	Bibliographie	215
	Clôture du projet	219
	Index des rapports de recherche en matière de route	223
	Liste des publications SVI	225

Résumé

Problématique et objet de la recherche

Avec le développement rapide des vélos à assistance électrique (VAE), de nombreux conflits d'usage sont constatés dans l'espace routier, se traduisant notamment par un certain nombre d'accidents impliquant des VAE dont les raisons peuvent être multiples :

- l'essor des « VAE45 » (avec une assistance au pédalage jusqu'à 45 km/h), qui présentent des vitesses et capacités d'accélération nettement supérieures à celles des vélos traditionnels;
- le fait que les usagers des VAE sont souvent des nouveaux utilisateurs de cycles, parfois eux-mêmes « dépassés » par les performances de leurs véhicules;
- les autres usagers de l'espace public, automobilistes et piétons, ne sont en outre pas habitués aux VAE et anticipent mal les mouvements de ces derniers;
- les infrastructures dédiées aux cycles, qui prennent souvent peu en compte la présence potentielle de VAE, qui circulent plus vite et engendrent plus de dépassements que les vélos traditionnels;
- des situations de conflits non prévues par le législateur, notamment lorsque des VAE circulent sur des surfaces partagées ou sur des infrastructures cyclables pouvant être empruntées – parfois par inadvertance – par des piétons.

Par ailleurs, le cadre juridique actuel est très peu compréhensible pour la majorité des usagers et des planificateurs, notamment en ce qui concerne les règles s'appliquant au VAE45. Enfin, les deux types de VAE « lents » (VAE25, avec assistance au pédalage jusqu'à 25 km/h) et « rapides » (VAE45) posent des défis distincts, pour lesquels des réponses adaptées doivent être trouvées.

Le présent travail de recherche a donc cherché à identifier ces enjeux spécifiques, afin d'améliorer la prise en compte des VAE dans les projets de planification des transports et de permettre au planificateur de distinguer les exigences différentes liées aux deux types de VAE. Il s'agissait de mieux comprendre les problèmes posés par le développement de ce mode de transport et de proposer des pistes de solution touchant à des domaines aussi vastes que les infrastructures, le cadre juridique et le comportement des usagers. Pour cela, les différents éléments du « système VAE », à savoir les usagers, les véhicules et leur équipement, les infrastructures et enfin le cadre juridique ont été étudiés d'abord séparément, puis les interactions au sein de ce système ont fait l'objet d'observations et analyses plus détaillées.

Les principaux résultats de la recherche et enjeux identifiés

Usages et usagers du VAE

Les VAE25 et les VAE45 se distinguent nettement, tant en termes de types d'usagers (majoritairement hommes et actifs pour les VAE45, femmes et retraités pour les VAE25), de motifs d'utilisation (déplacements pendulaires pour les VAE45), de distances parcourues (nettement supérieures pour les VAE45) et de reports modaux (part plus importante des kilomètres effectués auparavant avec un mode motorisé pour les VAE45). Ainsi, les analyses et les pistes de solutions doivent distinguer les deux catégories de VAE, qui ne sont pas utilisés de la même manière, ne posent pas les mêmes problèmes et n'appellent par conséquent pas systématiquement le même type de réponses.

Accidentologie

Les VAE sont en grande partie utilisés par des usagers qui n'ont pas (ou plus) l'habitude de conduire un cycle. La dynamique des VAE peut parfois leur échapper, ce qui peut expliquer la plus grande proportion de perte de maîtrise observée dans les accidents de la route.

Les usagers de VAE impliqués dans des accidents subissent nettement plus souvent des dommages corporels graves que les usagers de cycles traditionnels. Ce phénomène s'explique cependant, au moins en partie, par le fait que la moyenne d'âge des usagers du VAE est plus élevée et qu'ils sont donc plus vulnérables.

Pour les collisions liées à un refus de priorité, c'est l'usager antagoniste qui est responsable dans la majorité des cas (véhicule coupant la route au VAE). La proportion d'usagers antagonistes fautifs n'est cependant que légèrement plus élevée que pour les vélos traditionnels, ce qui tend à démontrer que les vélos ne sont, de manière générale, que peu visibles et identifiables par les autres usagers de la route, et/ou que leur vitesse d'approche est généralement sous-estimée.

Infrastructures

De façon générale, les normes et recommandations en vigueur en Suisse ne tiennent pas compte de la présence de VAE dans le trafic. Cela concerne en particulier les points suivants :

- les gabarits d'espaces libres recommandés par la norme VSS ne tiennent pas compte des cycles plus larges (p.ex. avec remorques et/ou transports de personnes handicapées), dont la proportion pourrait augmenter avec les VAE;
- aucune surlageur n'est prévue pour les courbes, mais cela pourrait être corrigé avec les propositions de la recherche VSS récemment publiée (voir bibliographie [58]);
- la largeur des aménagements cyclables doit à l'avenir dépendre du nombre de cas potentiels de dépassements entre cyclistes. Les critères proposés par la recherche [58] pour estimer ces cas de dépassement tiennent compte du nombre de cycles et de la pente, mais n'intègrent en revanche pas la proportion de VAE, et notamment celle des VAE45;
- les vitesses de projet, rayons de courbure et distances de visibilité sont à adapter selon les recommandations de la recherche [58];
- dans les carrefours à feux, le paramètre relatif à la vitesse de démarrage des cycles (actuellement 5 m/s) doit être revu à la hausse pour intégrer les capacités d'accélération des VAE45.

Cadre juridique

Les VAE25 constituent une catégorie spéciale « cyclomoteurs légers », pour lesquels les règles des cyclistes sont applicables. Les exceptions à cette règle sont peu connues par les usagers (notamment interdiction d'utilisation pour les enfants et permis M nécessaire pour les 14-16 ans).

Au contraire des pays européens, dans lesquels les VAE45 sont considérés comme des motocycles légers, en Suisse, ils sont considérés comme des cyclomoteurs. Cet état de fait facilite clairement l'accession et le recours à un VAE45, ce qui se traduit par une utilisation beaucoup plus marquée. Dans les autres pays, le vélo électrique est d'abord et avant tout un VAE25.

Les VAE45 doivent se conformer à la réglementation relative aux cyclomoteurs. Cependant, la signalisation en vigueur, selon laquelle le VAE45 doit s'identifier au symbole du vélo lors d'obligations (par exemple piste cyclable) mais à celui du cyclomoteur lors d'interdictions ou de plaques complémentaires, est d'une part incohérente mais surtout absolument incompréhensible pour les usagers, voire pour les planificateurs. Dans la pratique, cela signifie que :

- la signalisation en place ne correspond souvent pas aux objectifs visés (par exemple, contresens cyclable interdit aux VAE45 si seule la plaque complémentaire « vélo autorisé » est apposée);
- par conséquent, les usagers des VAE45 ne respectent généralement pas les règles qui leur sont imposées (notamment arrêt du moteur dans les zones piétonnes ouvertes aux cycles).

L'obligation d'utilisation des pistes cyclables pose des difficultés, notamment si la largeur de la piste cyclable est insuffisamment dimensionnée, si les cycles sont nombreux, si la vitesse de projet retenue est insuffisante et/ou si l'aménagement est partagé avec les piétons.

Les accélérations rendues possibles par l'assistance électrique et les vitesses pouvant être atteintes peuvent poser des problèmes supplémentaires dans les espaces qui sont partagés avec les piétons. Notamment, il est fréquent que des espaces partagés avec les piétons soient proposés à la montée, en supposant que la vitesse des vélos sera faible. Cette prémisse n'est cependant plus valable avec les VAE.

Ne disposant pas de signes distinctifs (à l'exception de la plaque jaune pour les VAE45, non visible depuis l'avant) les VAE ne sont pas perceptibles en tant que tels par les autres usagers de la route, ce qui explique probablement le manque de respect de la priorité accordée aux VAE dans les carrefours giratoires et non régulés.

L'absence de possibilité de contrôler la vitesse pose problème surtout pour les VAE45, notamment dans les zones à vitesse modérée (zones 30 et zones de rencontre).

Enfin, l'obligation de rouler à droite, valable pour tous les cycles, est d'autant plus difficile à respecter que la vitesse est élevée (zone « tampon » avec le bord de la chaussée).

Relevés de terrain : occurrence et nombre de VAE dans la circulation

Les enquêtes de terrain ont été réalisées à Genève au mois de septembre et à Berne au mois de novembre 2015. Au total, près de 850 VAE ont été observés sur l'un des 8 postes d'enquête, durant les 4 jours de relevés organisés.

Le nombre de VAE enquêtés est un peu plus important à Genève (env. 500, soit 33 par heure d'enquête) qu'à Berne (env. 350, soit 28 par heure d'enquête).

La répartition entre les types de vélos est très différente entre les deux villes. Ainsi, la part globale de VAE atteint 18% à Genève contre seulement 11% à Berne (pour rappel, 18% des vélos vendus en 2014 étaient des VAE). En revanche, la proportion de VAE25 est écrasante à Genève (80% des VAE), alors que la répartition VAE25/VAE45 est quasiment équilibrée à Berne.

Relevés de terrain : vitesses pratiquées

Les vitesses moyennes des VAE45 sont comprises entre 26 et 35 km/h dans tous les cas, indépendamment de la pente. Des vitesses très rapides ne sont donc jamais atteintes. Il est cependant à noter que les relevés ont été réalisés en milieu urbain.

Les vitesses moyennes des VAE25, comprises entre 20 et 27 km/h, sont peu sensibles à la pente. Elles sont très proches de celles des vélos au plat et légèrement supérieures (+4 à 6 km/h) à la montée.

Les vitesses moyennes des vélos varient fortement avec la pente : de 12-13 km/h en forte montée à 25-27 km/h au plat ou à la descente.

Ainsi, au plat et en descente, les vitesses des VAE25 sont proches des vitesses des vélos, alors que les VAE45 roulent entre 6 et 8 km/h plus vite en moyenne. A la montée, les différences entre VAE25 et vélos sont plus marquées.

Relevés de terrain : dépassements

Les différentiels de vitesses moyennes entre le VAE effectuant le dépassement et le vélo/VAE dépassé sont souvent importants, de l'ordre de 6 à 12 km/h.

Dans 25 à 50% des cas observés, et suivant le poste, le dépassement ne peut s'effectuer ou est réalisé dans des conditions difficiles (espace insuffisant entre véhicules, rail de tram à franchir, ...).

Les ratios de dépassement par heure et par 100m de tronçon homogène ont également été calculés pour les différents types de vélos (vélo traditionnel, VAE25 et VAE45). Dans tous les cas, les VAE45 génèrent un nombre important de dépassements. Pour les VAE25, le tableau est plus contrasté : au plat, les VAE25 ne génèrent guère plus de dépassements que les vélos traditionnels. A la montée par contre, le ratio est nettement plus élevé. Ainsi, la part des VAE, et notamment la part des VAE45, doit intervenir dans la détermination des largeurs des surfaces dédiées aux cycles, afin de permettre les dépassements entre cycles en toute sécurité.

Relevés de terrain : choix de l'aménagement

Lorsque les cycles ont le choix entre deux aménagements (p.ex. bande cyclable ou trottoir ouvert aux cycles), on constate que les VAE45 privilégient de manière systématique l'aménagement rapide, ce d'autant plus si celui-ci est sûr et attractif (présence d'une bande cyclable de largeur suffisante sur la voie de circulation p.ex.). Ainsi, une interdiction des VAE45 sur les aménagements partagés pourrait être compatible avec l'intérêt des VAE45, dans la mesure où une alternative crédible existe.

Les principales conclusions de la recherche

Validité des hypothèses de recherche

La plupart des hypothèses et sous-hypothèses de recherche ont été confirmées, en particulier :

- les différences d'utilisation entre VAE45 et VAE25 sont très bien mises en évidence, en termes d'usagers-types, de degré d'utilisation, de vitesses, de comportement, etc.;
- les VAE45 et VAE25 présentent effectivement des besoins similaires, notamment en termes de stationnement;
- les problèmes liés aux VAE25 se présentent plutôt dans des situations particulières : à la montée, en cohabitation avec les piétons, lorsqu'ils sont utilisés par des personnes âgées;
- les problèmes liés aux VAE45 sont nombreux et présents dans un nombre important de situation : cadre juridique peu clair, réglementation sur l'équipement des véhicules à adapter (contrôle de la vitesse), normes relatives aux infrastructures cyclables et règles de cohabitation avec les piétons à revoir.

Quelques nuances ont cependant été mises en évidence par rapport aux hypothèses de base :

- les enquêtes de terrain n'ont pas permis de mettre en évidence un manque de refus de priorité supérieur envers les VAE qu'envers les cycles traditionnels;
- les besoins spécifiques en formation routière sont plus liés à la condition des conducteurs (p.ex. personne âgée ou inexpérimentée) qu'au type de vélo utilisé;
- les échantillons des enquêtes ne sont pas suffisants pour démontrer un transport accru de charges lourdes par les VAE;
- une adaptation de la réglementation des véhicules est nécessaire, mais la catégorisation des VAE45 en tant que cyclomoteurs est adéquate;
- des règles très contraignantes en termes d'autorisation de conduire (permis spécifique) auraient un fort impact négatif sur le développement de ce mode de transport.

Principaux enseignements

Le plus grand potentiel du développement des VAE concerne clairement les déplacements pendulaires d'une distance comprise entre 5 et 15 km. C'est aussi là que son impact sur le système de transport sera le plus important, puisqu'un transfert d'un petit nombre de ces déplacements de la voiture vers le vélo permet déjà une utilisation plus rationnelle des infrastructures. Le développement du VAE, en permettant un report modal depuis le trafic motorisé aux heures de pointe, contribue donc clairement à soulager des infrastructures aujourd'hui surchargées et doit en ce sens être favorisé.

L'augmentation du nombre de VAE, mais aussi du nombre de cycles en général, nécessite de prévoir des aménagements cyclables plus généreux. Ce n'est qu'à ce prix que la tendance observée ces dernières années pourra continuer et que les conditions de sécurité seront améliorées. Il s'agit notamment, sur les axes fortement fréquentés par les cycles/VAE, de permettre les dépassements en toute sécurité, sans nécessité d'empiéter sur la surface réservée au trafic motorisé.

La mise en place d'infrastructures appropriées nécessite une quantification des flux de VAE, qui est aujourd'hui quasiment inexistante et qui doit être développée, tant à l'échelle nationale que locale.

Le cadre juridique existant pose de nombreux problèmes d'application et n'est compréhensible ni pour les utilisateurs ni pour les planificateurs, en particulier concernant les règles relatives aux VAE45. Une clarification de ce système juridique est indispensable, notamment concernant les points suivants :

- actualisation de la catégorie « cyclomoteurs » auxquels sont rattachés les VAE45;
- révision de l'obligation d'utilisation des pistes cyclables;
- réflexion concernant les règles de cohabitation avec les piétons;
- mesures complémentaires pour les VAE45 (contrôle de la vitesse, éclairage, ...).

Le cadre juridique révisé doit être plus lisible et améliorer la sécurité des usagers tout en conservant les avantages accordés à ce jour aux VAE25 et VAE45, qui permettent la promotion de ces modes de transport alternatifs à la voiture.

En outre, le cadre juridique existant doit être mieux communiqué auprès des planificateurs et des usagers.

Partant du constat que les accidents les plus fréquents liés aux VAE sont liés à des pertes de maîtrise et à une sous-estimation des vitesses de circulation des usagers, les mesures de formation, de sensibilisation et de communication doivent être renforcées, aussi bien auprès des usagers des VAE que des autres usagers de la route.

Besoin supplémentaire en matière de recherche

Il faut également relever que de nombreuses zones d'ombre subsistent suite à cette recherche et que le besoin d'analyses complémentaires est avéré :

- les conclusions de ce mandat, basées sur l'analyse de quelques points de conflits, devraient être étayées par des enquêtes complémentaires (voir exemples de points d'analyse complémentaires possibles dans le rapport);
- d'autres méthodes d'analyse doivent être recherchées pour les questions n'ayant pu trouver de réponse, notamment la question du respect des priorités dans les carrefours giratoires : à ce titre, la problématique des VAE devrait être intégrée à la recherche de l'OFROU sur la sécurité des carrefours giratoires;
- enfin, et de manière plus générale, il est indispensable au vu de leur développement que les VAE soient intégrés de manière systématique dans les recherches et réflexions relatives aux aménagements routiers.

Zusammenfassung

Ausgangslage und Gegenstand der Forschung

Mit der rasanten Entwicklung der Elektrovers (E-Bikes oder Pedelecs) sind zahlreiche Konflikte im Verkehr und im Strassenraum sowie teilweise auch Unfälle festzustellen, die verschiedene Gründe haben können:

- Mit den schnellen E-Bikes (mit Tretunterstützung bis zu 45 km/h) kann viel schneller gefahren und beschleunigt werden als mit einem herkömmlichen Velo.
- E-Bike-Fahrende sind häufig „Wiedereinsteiger“ mit wenig Velofahrpraxis und werden überrascht bzw. überfordert von der höheren Leistungsfähigkeit ihres Fahrzeugs.
- Für andere Verkehrsteilnehmende, namentlich Autofahrende und FussgängerInnen, sind Elektrovers immer noch eine neue Erscheinung, deren Fahrverhalten und Reaktionen schwierig abschätzbar sind.
- Veloplanungen sind (noch) nicht auf die höheren Geschwindigkeiten der Elektrovers und die häufiger auftretenden Überholvorgänge bemessen und ausgestaltet;
- Konfliktsituationen, für welche der gesetzliche Rahmen nicht klar ist, z. Bsp. wenn Elektrovers auf Veloverkehrsflächen fahren, die manchmal unbeabsichtigt von Fussgängern benutzt werden, oder auf Mischverkehrsflächen.

Ausserdem ist der gesetzliche Rahmen für die meisten E-Bike-Fahrenden sowie für die Planenden sehr schwer verständlich, insbesondere bezüglich der Vorschriften für die schnellen E-Bikes. Und letztendlich stellen die «langsamen» und die «schnellen» Elektrovers unterschiedliche Herausforderungen dar, die spezifische Antworten verlangen.

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit sollten die spezifischen Herausforderungen identifiziert werden, damit die Elektrovers in den Planungen besser berücksichtigt werden und damit Planende zwischen den Anforderungen der „langsamen“ und der „schnellen“ E-Bikes besser unterscheiden können. Es ging darum, einerseits die sich aus der Entwicklung der E-Bikes ergebenden Probleme besser zu verstehen und andererseits Lösungsansätze in Bezug auf die Infrastrukturen, den rechtlichen Rahmen oder das Fahrverhalten zu erarbeiten. Dazu wurden die verschiedenen Elemente des „Systems Elektrovers“, d.h. die E-Bike-Fahrenden, die Fahrzeuge selber und ihre Ausstattung, die Strasseninfrastruktur und schliesslich der rechtliche Rahmen, zunächst einzeln untersucht, dann wurden die Wechselwirkungen innerhalb des Systems genauer analysiert.

Die wichtigsten Forschungserkenntnisse und der Handlungsbedarf

Nutzung und Nutzerprofile von E-Bikes

Die schnellen und langsamen E-Bikes unterscheiden sich deutlich in Bezug auf die Nutzerprofile (mehrheitlich erwerbstätige Männer für die schnellen E-Bikes, Frauen und Rentner für die langsamen), den Fahrtzweck (Pendeln für die schnellen E-Bikes), die zurückgelegten Distanzen (deutlich höher für die schnellen E-Bikes) und die ModalSplit-Verschiebung (mehr Kilometer, die neu mit einem schnellen E-Bike zurückgelegt werden, wurden vorher mit dem Auto oder mit dem Motorrad zurückgelegt, als bei langsamen E-Bikes). Somit müssen unterschiedliche Analysen und Lösungsansätze für die zwei Kategorien von Elektrovers betrachtet werden, da sie unterschiedlich genutzt werden, andere Fragen aufwerfen und folglich nicht unbedingt die gleichen Massnahmen erfordern.

Unfallgeschehen

Die Elektrovelos werden weitgehend von Personen gefahren, die keine Velopraxis (mehr) haben und von der Fahrdynamik der E-Bikes überrascht bis überfordert werden. Somit lässt sich wahrscheinlich der höhere Anteil an Selbstunfällen erklären.

Die verunfallten E-Bike-Fahrenden erleiden deutlich schwerere Verletzungen als Velofahrende. Dies lässt sich zumindest teilweise so erklären, dass sie älter und dadurch verletzlicher sind.

Bei der Vortrittsmissachtung liegt die Verantwortung in der Regel beim Kollisionsgegner (Fahrzeug, das den Vortritt vom E-Bike missachtet). Bei E-Bikes ist jedoch der Anteil von fehlbaren Kollisionsgegnern nur geringfügig höher. Demnach sind Velos für die anderen Verkehrsteilnehmenden im Allgemeinen nur wenig sicht- und erkennbar und / oder ihre Annäherungsgeschwindigkeit wird unterschätzt.

Strassenanlage

Im Allgemeinen werden die Anforderungen der Elektrovelos in den schweizweit gültigen Normen und Empfehlungen nicht berücksichtigt. Das betrifft insbesondere die folgenden Aspekte:

- Für breitere Fahrzeuge (Velos mit Anhänger oder Lastenvelos für den Transport von Waren und / oder Personen), deren Anteil mit dem Boom der E-Bikes zunehmen könnte, ist keine Empfehlung in den VSS-Normen zum Lichtraumprofil enthalten.
- Bei Veloanlagen ist keine Kurvenverbreiterung vorgesehen, was sich aufgrund der Ergebnisse einer kürzlich veröffentlichten VSS-Studie jedoch bald ändern könnte (siehe [58]).
- Die Breite der Veloanlagen soll in Zukunft auch aufgrund der Anzahl potentieller Überholmanöver zwischen Velofahrenden bestimmt werden. Als Einflussgrössen werden in [58] die Anzahl Velos und das Gefälle, nicht aber der Anteil der Elektrovelos und insbesondere der schnellen E-Bikes, berücksichtigt.
- Projektierungsgeschwindigkeiten, Kurvenradien und Sichtweiten sollen gemäss den Empfehlungen von [58] angepasst werden.
- An Knoten mit Lichtsignalanlagen soll in Anbetracht der schnellen E-Bikes eine höhere Geschwindigkeit der Velos beim Anfahren berücksichtigt werden als die aktuellen 5 m/s.

Rechtliche Bestimmungen

Die langsamen E-Bikes gehören zu einer Sonderkategorie der „leichten Motorfahräder“, für welche die gleichen Bestimmungen gelten wie für den Veloverkehr. Die Ausnahmen sind den E-Bike-Fahrenden wenig bekannt (insbesondere das Mindestalter bei 14 Jahren und der erforderliche Führerausweis M für 14- bis 15-Jährige).

Im Gegensatz zu den europäischen Ländern, wo die schnellen E-Bikes als leichte Motorräder betrachtet werden, werden sie in der Schweiz als herkömmliche Mofas eingestuft. Somit können schnelle E-Bikes viel einfacher gekauft und genutzt werden, was zu einer viel breiteren Nutzung führt. In den anderen Ländern sind die meisten Elektrovelos langsame E-Bikes.

Die schnellen E-Bikes müssen sich an den Regelungen halten, die für Mofas gelten. Die Signalisation ist jedoch nicht konsistent und zudem unverständlich für die E-Bike-Fahrenden und sogar für die Planenden: bei Vorschriften gilt das Velopiktogramm auch für ein schnelles E-Bike; bei Verboten oder Zusatztafeln gilt aber das Mofapiktogramm. In der Praxis bedeutet dies, dass:

- die Signalisation oft nicht der Zielsetzung entspricht (zum Beispiel Verbot für schnellen E-Bikes bei Velogegenverkehr, wenn nur die Zusatztafel „Velo gestattet“ angebracht ist);

- die schnellen E-Bikes sich meistens nicht an den für sie bestimmten Regelungen halten (insbesondere das Abschalten des Motors in Fussgängerzonen mit zugelassenem Veloverkehr).

Die Radwegbenutzungspflicht ist besonders heikel bei (zu) schmalen Radwegen, bei hohem Veloverkehrsaufkommen, bei Mischverkehrsflächen Fuss- und Veloverkehr und bei zu tiefer Projektierungsgeschwindigkeit.

Die durch den Antrieb von Elektromotoren ermöglichte Beschleunigung und die dadurch erreichte Geschwindigkeit sind weitere Probleme bei Mischverkehrssituationen mit dem Fussverkehr. Häufig wird der Veloverkehr auf Fusswegen oder Trottoirs bergwärts zugelassen, in der Annahme dass Velos dann langsam(er) unterwegs sind. Bei E-Bikes gilt diese Annahme jedoch nicht mehr.

Elektrovelos sind für die anderen schwierig erkennbar. Langsame E-Bikes haben kein gelbes Kontrollschild; schnelle E-Bikes schon, das aber nur von hinten sichtbar ist. Dies könnte ein Grund sein, wieso an Kreiseln und an nicht lichtsignalgeregelten Knoten den Velos häufig der Vortritt genommen wird.

Dass die Geschwindigkeit nicht kontrolliert werden kann, ist vor allem bei schnellen E-Bikes problematisch und besonders in verkehrsberuhigten Zonen (Tempo-30-Zonen und Begegnungszonen).

Schliesslich kann mit zunehmender Geschwindigkeit das Rechtsfahrgebot immer schwieriger eingehalten werden (Sicherheitsabstand gegenüber dem Fahrbahnrand).

Felderhebungen: Aufkommen und Anzahl der Elektrovelos im Verkehr

Die Felderhebungen wurden in Genf (September 2015) und in Bern (November 2015) durchgeführt. Insgesamt wurden fast 850 E-Bikes an einer den 8 Messstellen während der 4 Erhebungstage beobachtet.

Die Verteilung zwischen den verschiedenen Velotypen ist sehr unterschiedlich: der Gesamtanteil der Elektrovelos im Veloverkehr beträgt in Genf 18%, in Bern nur 11% (zur Erinnerung: 18% der verkauften Velos waren 2014 Elektrovelos). Dagegen sind in Genf rund 80% der Elektrovelos langsame E-Bikes, wohingegen die Anteile von langsamen und schnellen E-Bikes in Bern quasi identisch sind.

Felderhebungen: Gefahrene Geschwindigkeiten

Die durchschnittlichen punktuellen Geschwindigkeiten der schnellen E-Bikes bewegen sich unabhängig vom Gefälle zwischen 26 km/h und 35 km/h. Es ist jedoch zu beachten, dass die Erhebungen im städtischen Raum durchgeführt wurden.

Die durchschnittlichen punktuellen Geschwindigkeiten der langsamen E-Bikes wurden in einer Bandbreite zwischen 20 km/h und 27 km/h gemessen und sie variieren leicht je nach Gefälle. Auf flachen Abschnitten fahren langsame E-Bikes und herkömmliche Velos ähnlich schnell, in Steigungen sind langsame E-Bikes 4-6 km/h schneller.

Der Einfluss des Gefälles ist bei den herkömmlichen Velos eindeutig erkennbar: die gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeiten variieren zwischen 12-13 km/h in starken Steigungen und 25-27 km/h auf flachen Abschnitten bzw. abwärts.

Langsame E-Bikes und herkömmliche Velos fahren demnach ähnlich schnell auf flachen Abschnitten sowie abwärts, wohingegen die schnellen E-Bikes 6-8 km/h schneller unterwegs sind. In Steigungen ist der Unterschied zwischen langsamen E-Bikes und Velos stärker ausgeprägt.

Felderhebungen: Überholmanöver

Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen dem überholenden Elektrovelo und dem überholten (Elektro-)Velo ist oft erheblich und bewegt sich zwischen 6 km/h und 12 km/h.

Je nach Standort konnte in 25-50% der beobachteten Fälle das Überholmanöver nicht, oder unter erschwerten Bedingungen erfolgen (ungenügender Abstand, Tramgleise, ...).

Für die verschiedenen (Elektro-)Velokategorien wurde die Anzahl Überholvorgänge pro Stunde und 100 m homogener Abschnitt berechnet. Schnelle E-Bikes überholen häufiger als die anderen Velos. Bei langsamen E-Bikes spielt das Gefälle eine Rolle: auf flachen Abschnitten überholen sie so häufig wie die herkömmlichen Velos, in Steigungen leicht mehr. Folglich soll der Anteil Elektrovelos, und besonders der Anteil der schnellen E-Bikes, bei der Querschnittsdefinition (Breite der Veloverkehrsfläche) berücksichtigt werden, damit (Elektro-)Velos sicher überholen können.

Felderhebungen: Wahl zwischen verschiedenen Führungsarten

Wenn der Veloverkehr zwischen verschiedenen Führungsarten wählen kann (zum Beispiel Radstreifen oder Trottoirs mit zugelassenem Veloverkehr), wird die schnellere Route von den schnellen E-Bikes systematisch vorgezogen, vor allem wenn sie sicher und attraktiv ist (zum Beispiel genug breiter Radstreifen). Ein Verbot der schnellen E-Bikes auf Mischverkehrsflächen mit Fussverkehr könnte demnach in Betracht gezogen werden, sofern eine attraktive Alternative besteht.

Die wichtigsten Forschungsergebnisse

Gültigkeit der Forschungshypothesen

Die meisten Hypothesen und Teilhypothesen wurden bestätigt, insbesondere:

- Schnelle und langsame E-Bikes werden unterschiedlich genutzt, sei es in Bezug auf die Nutzerprofile, die Nutzungshäufigkeit, die gefahrenen Geschwindigkeiten, das Fahrverhalten, usw.
- Schnelle und langsame E-Bikes haben tatsächlich vergleichbare Bedürfnisse, vor allem bezüglich der Parkieranlagen.
- Konfliktpotenzial mit langsamen E-Bikes besteht eher in speziellen Situationen wie Steigungen, im Mischverkehr mit dem Fussverkehr und wenn die E-Bikes durch ältere Personen gefahren werden.
- Handlungsbedarf besteht bei den schnellen E-Bikes und dies in vielen Fällen: der rechtliche Rahmen ist nicht klar / verständlich, die Regelungen betreffend die Ausrüstung der Fahrzeuge (eine Geschwindigkeitskontrolle soll möglich werden) sind anzupassen, die Normen zu Veloinfrastrukturen und die Regelungen zum Mischverkehr mit Fussgängern sind zu überarbeiten.

Bei folgenden Punkten soll die Gültigkeit der Hypothesen differenziert beurteilt werden:

- Eine höhere Vortrittsmissachtung gegenüber den Elektrovelos als gegenüber den herkömmlichen Velos konnte in den erfolgten Erhebungen nicht nachgewiesen werden.
- Sensibilisierung und Ausbildung sind auf die spezifischen Bedürfnisse der Velofahrende (ältere Personen, unerfahrene Velofahrende, ...) auszurichten, und dies unabhängig davon, ob es ein schnelles oder ein langsames E-Bike ist.
- Ob mit den Elektrovelos häufiger schwere Lasten transportiert werden, konnte anhand der (beschränkten) Stichproben nicht nachgewiesen werden.
- Eine Anpassung der technischen Vorschriften für die Fahrzeuge ist erforderlich, an der Kategorisierung der schnellen E-Bikes als Leicht-Motorfahrrad soll aber festgehalten werden.
- Die Einführung eines spezifischen Führerausweises für schnelle E-Bikes scheint unangemessen streng und würde die Entwicklung dieses Verkehrsmittels sehr stark negativ beeinflussen.

Die wichtigsten Erkenntnisse

Das grösste Entwicklungspotenzial des Elektrovélos liegt in den Arbeitswegen zwischen 5 km und 15 km, bei welchen eine Verlagerung vom Auto oder vom öffentlichen Verkehr auf das Velo die grösste Wirkung auf das Verkehrssystem hat. Der Einsatz von E-Bikes für den Arbeitsweg trägt wesentlich zur Entlastung der heute in den Spitzenzeiten überlasteten Strassen oder öffentlichen Verkehrsmitteln bei und ermöglicht somit eine bessere Nutzung der bestehenden Strasseninfrastrukturen.

Mit der erwarteten Zunahme der E-Bikes aber auch des Veloverkehrs im Allgemeinen sollen grosszügigere Veloplanlagen geplant und realisiert werden. Nur so kann der Wachstumstrend weiter anhalten und die Verkehrssicherheit gewährleistet werden. Es geht insbesondere darum, dass die Überholmanöver zwischen (Elektro-)Velos innerhalb der für den Veloverkehr vorgesehenen Verkehrsfläche stattfinden können, ohne dass auf die MIV-Fahrbahn ausgeholt werden muss.

Als Planungsgrundlage sind quantitative Daten zum E-Bike-Aufkommen unerlässlich, die heute kaum vorhanden sind. Eine systematischere Erfassung der Elektrovélos soll sowohl auf nationaler wie auf lokaler Ebene gefördert werden.

Der heute gültige rechtliche Rahmen wirft bei der Anwendung zahlreiche Probleme auf und ist weder für die E-Bike-Fahrenden noch für die Planenden verständlich, insbesondere hinsichtlich der Regeln für schnelle E-Bikes. Eine Klärung ist zwingend nötig, vor allem in Bezug auf die folgenden Aspekte:

- Aktualisierung der Kategorie « Leichte Motorfahräder » (Mofas), zu der die schnellen E-Bikes gehören.
- Anpassung der Benutzungspflicht von Radwegen.
- Erarbeitung von Grundsätzen bezüglich der Mischverkehrssituationen mit dem Fussverkehr.
- zusätzliche Massnahmen für schnelle E-Bikes (Geschwindigkeitskontrolle, Licht, ...).

Die überarbeiteten gesetzlichen Bestimmungen müssen in erster Linie für alle Nutzergruppen verständlicher sein und zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit beitragen. Dabei sollen die Vorteile, die den schnellen und langsamen E-Bikes bis heute gewährt wurden, im Sinne der Förderung dieses Verkehrsmittels beibehalten werden.

Darüber hinaus soll der rechtliche Rahmen den Planenden und E-Bike-Fahrenden besser kommuniziert werden.

Die meisten Unfälle mit E-Bike-Beteiligung sind Selbstunfälle oder die gefahrenen Geschwindigkeiten werden unterschätzt. Deswegen sollen Ausbildungs-, Sensibilisierungs- und Kommunikationsmassnahmen intensiviert werden, und dies sowohl bei E-Bike-Fahrenden als auch bei den anderen Verkehrsteilnehmenden.

Weiterer Forschungsbedarf

Nebst den in der vorliegenden Forschungsarbeit gewonnenen Erkenntnissen bestehen aber weiterhin ungeklärte Punkte und offene Fragen, die untersucht werden sollen:

- Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden einzelne Standorte untersucht. Die Gültigkeit der Erkenntnisse soll durch weitere Untersuchungen (vgl. Bericht für konkrete Vorschläge von weiteren Standorten) konsolidiert werden.
- Für die Fragen, die nicht beantwortet werden konnten, und insbesondere die Vortrittsmissachtung bei Kreiseln, sollen andere Forschungsmethoden eingesetzt werden. Es wird empfohlen, die E-Bikes in die geplante Untersuchung des ASTRA zur Velosicherheit in Kreiseln mit zu berücksichtigen.
- Schlussendlich und in Anbetracht deren starken Entwicklung sollen die E-Bikes in Forschungs- und Planungsvorhaben zur Strasseninfrastruktur und -gestaltung systematisch mitberücksichtigt werden.

Summary

Research problem and subject

With the rapid development of electrically assisted bicycles (EAB) many conflicts in the use of road space arise, leading to a certain number of accidents implicating EAB. The reasons behind these accidents can be varied:

- the rise in “EAB45” (with pedalling assistance up to a speed of 45 km/h), whose speed and acceleration potential largely exceed those of conventional bicycles;
- the fact that EAB users are often new to the use of bicycles, thus sometimes overwhelmed by the capacities of their vehicles;
- the other users of public spaces, drivers and pedestrians, who are not familiar with EAB and poorly anticipate their movements;
- the infrastructure dedicated to cycles which seldom takes the presence of EAB into account, whose speeds are greater and therefore generate more overtaking than conventional bicycles;
- conflict situations not foreseen by the legislator, in particular regarding the use by EAB of shared paths or of cycle amenities used by pedestrians – sometimes inadvertently.

Furthermore, the legal framework is barely understandable for the majority of users and planners, particularly concerning rules applying to EAB45. Lastly, the challenges posed by the two EAB types, “slow” (“EAB25”, with pedalling assistance up to a speed of 25 km/h) and “fast” (“EAB45”), are distinct and require suited solutions.

The aim of the present research study was to identify these specific issues, in order to improve the account being taken of EAB in transport planning and enable planners to distinguish the different requirements for the two types of EAB. The objective was to better understand the problems that arise with the development of this transport mode and to suggest potential solutions relating to various fields including infrastructure, legal framework and user behaviour. To this end, the different elements of the “EAB system”, namely the users, the vehicles and their equipment, the infrastructure and finally the legal framework, were each studied separately before being observed and analysed more in detail as interacting parts of the system.

The main research results and challenges identified

Uses and users of EAB

The EAB45 and EAB25 clearly differ, in terms of user types (mainly men and commuters for EAB45, and women and elderly people for EAB25), reasons for use (commuter trips for EAB45), travel distances (much greater for EAB45) and modal shifts (greater portion of previously travelled kilometres with motorised modes for EAB45). Thus, analyses and potential solutions must distinguish the two EAB categories, which are used differently, pose different problems and therefore do not always call for the same solutions.

Accidentology

A large part of EAB users are not (or no longer) used to driving a cycle. The EAB dynamics can sometimes exceed these users, which can explain the largest fraction of loss of control observed in road accidents.

EAB users involved in accidents are much more often subject to severe physical injuries than users of conventional cycles. This can however be explained, at least in part, by the higher age average of EAB users, which makes them more vulnerable.

For collisions related to a right-of-way violation, the antagonist user is in most cases responsible. The fraction of responsible antagonist users is however only slightly greater than for conventional bicycles, which suggests that bicycles are generally only poorly visible and identifiable by other road users, and/or that their approach speed is underestimated.

Infrastructures

Generally speaking, the current traffic norms and regulations in Switzerland do not take the presence of EAB into account. This concerns the following points in particular:

- the clearance gauge recommended by the VSS norm does not take into account larger cycles (for example with trailers and/or transportation of handicapped persons), whose fraction could increase with EAB;
- no extra width is considered for road curves, but this could be corrected with the propositions of the recently published VSS research (see bibliography [58]);
- the width of cycle amenities should in the future depend on the number of potential cases of overtaking between cycles. The criteria proposed in [58] to estimate the cases of overtaking take into account the number of cycles and the slope, but do not consider the fraction of EAB, and in particular that of EAB45;
- the project speeds, curvature radii and visibility distances are to be adapted according to the recommendations of [58];
- at traffic light controlled intersections, the starting speed parameter for cycles (currently set to 5 m/s) must be raised in order to consider the acceleration capacities of EAB45.

Legal framework

The EAB25 form a special “light mopeds” category, for which the cyclist rules apply. The exceptions to this rule are poorly known by users (particularly the prohibition of use by children and the M licence needed for 14 to 16 year olds).

On the contrary to European countries, where EAB45 are considered as light mopeds, they are considered mopeds in Switzerland. This clearly facilitates the accession and appeal of EAB45, and is reflected by a much more significant use.

The EAB45 must obey the regulations relative to mopeds. However, the current signage, according to which the EAB45 are tied to the cycle symbol in the case of obligations (cycle lanes, for example) but to the moped signal in the case of prohibitions or complementary signs, is on the one hand incoherent but more importantly incomprehensible for users, and perhaps even for planners. In practice, this means:

- that the current signage does not correspond to the objectives (for example, cycling against the traffic is prohibited if the complementary sign “cycles allowed” is affixed only);
- consequently, EAB45 users generally do not respect the rules imposed on them (in particular stopping the engine in pedestrian sectors open to bicycles).

The obligation to use cycle lanes raises difficulties, particularly if the width of the cycle lane is insufficient, if the number of cycles is high, if the project speed adopted is insufficient and/or if the amenity in question is shared with pedestrians.

The accelerations enabled by the electrical assistance and the speeds that can be reached can cause additional problems in spaces shared with pedestrians. In particular, shared spaces are often available uphill, when cycling speed is assumed to be low. This premise is yet no longer valid with EAB.

EAB are not perceived as such by other road users, due to the absence of distinctive signs (with the exception of the yellow plate for EAB45, visible only from the back), which most likely explains the lack of respect of the right-of-way granted to EAB in roundabouts and non-regulated intersections.

The impossibility of speed control raises problems mainly for EAB45, particularly in speed-restricted areas (30 km/h zones and pedestrian-prioritised zones).

Finally, the requirement to cycle on the right, compulsory for all cycles, is even more difficult to respect when the speed is high ("buffer" zone on the side of the road).

Ground surveys: occurrence and number of EAB in traffic

Ground surveys were conducted in Geneva in September 2015 and in Bern in November 2015. All together 850 EAB were observed over eight observation posts during the 4 days of the survey.

The number of respondents is slightly greater in Geneva (around 500, i.e. 33 per hour of survey) than in Bern (around 350, i.e. 28 per hour of survey).

Distribution between the different types of bicycle is very different from one city to the other. The total share of EAB in Geneva reaches 18%, but only 11% in Bern (as a reminder, 18% of bicycles sold in 2014 were EAB). On the other hand, the fraction of EAB25 is crushing in Geneva (80% of EAB), while the EAB25/EAB45 distribution in Bern is almost balanced.

Ground surveys: driving speeds

The average speeds of EAB45 are between 26 and 35 km/h in all situations, regardless of the slope. Very high speeds are therefore never reached. It should however be noted that the surveys are conducted in urban areas.

The average speeds of EAB25, between 20 and 27 km/h, are hardly influenced by the slope. They are very similar to the speeds of conventional bicycles and only slightly greater (+4 to 6 km/h) uphill.

Bicycle speeds vary significantly with the slope: from 12-13 km/h uphill to 25-27km/h on flat ground or downhill.

Thus, on flat ground or downhill, EAB25 speeds are close to those of bicycles, while EAB45 speeds are on average 6 to 8 km/h faster. Uphill, the differences between EAB25 and bicycles are more significant.

Ground surveys: overtaking

The average speed differences between the overtaking EAB and the EAB/bicycle being overtaken are usually quite high, ranging from 6 to 12 km/h.

In 25 to 50% of the observed situations, depending on the survey station, overtaking cannot take place or takes place in difficult conditions (insufficient space between vehicles, crossing of tram rails required ...).

Overtaking ratios per hour and per 100 m of homogenous section were also calculated for the different bicycles types (conventional bicycle, EAB25 and EAB45). In all circumstances, EAB45 generate a large number of overtaking situations. In the EAB25 case, the table of results is more varied: on flat ground, EAB25 overtake barely more than conventional bicycles. Uphill, however, the ratio is much higher. Hence, the fraction of EAB, and specially EAB45, must be included in the determination of the widths of bicycle dedicated surfaces, so as to enable the safe overtaking between bicycles.

Ground surveys: choosing amenities

When bicycles have the choice between two amenities (bicycle lanes or sidewalks open to bicycles, for example), EAB45 systematically favour the faster amenities, particularly when those amenities are better (for example the existence of a bicycle lane of sufficient width on the individual motorised transport lane). As a result, banning EAB45 from shared amenities could be compatible with the interest of EAB45, so long as a realistic alternative is available.

Main conclusions of the research

Validity of the research hypotheses

The hypotheses and sub-hypotheses were for the most part confirmed, in particular:

- the differences in the use of EAB45 and EAB25 were clearly identified, in terms of user types, degree of use, speeds, behaviour, etc.;
- some needs of EAB45 and EAB25 are indeed alike, particularly in terms of parking;
- the problems relative to EAB25 appear in particular situations: uphill, shared spaces with pedestrians, when used by elderly persons;
- the problems relative to EAB45 are plentiful and occur in a large number of situations: unclear legal framework, regulations concerning vehicle equipment are out of date (speed control), review needed of the norms relating to bicycle infrastructure and rules for shared spaces.

Various subtleties were however highlighted with respect to the original hypotheses:

- the surveys were unable to identify a greater lack of respect of the right-of-way towards EAB than towards conventional cyclists;
- the specific road training is linked more to the driver's condition (for example elderly or inexperienced persons) than to the type of bicycle used;
- the survey samples are insufficient to prove an increase in heavy loads carried by EAB;
- vehicle regulations must be adapted, but a categorisation of EAB45 as mopeds is appropriate;
- very constraining rules concerning driving licenses (specific permit) would have a significantly negative impact on the development of this transport mode.

Main findings

The greatest EAB development potential today clearly concerns commuting over distances from 5 to 15 km. That is also where the most important impact on the transportation system lies, as even the transfer of a small number of trips from car to bicycle allows for a more rational use of the infrastructure. By enabling the modal transfer of motorised traffic at rush hour, the development of EAB clearly contributes to relieving today's overloaded infrastructure and should in that sense be promoted.

The increase in EAB numbers, but also of bicycles in general, requires the planning of more generous cycling amenities; only thus can the trend observed in the recent years continue and the safety conditions be improved. In particular, overtaking in complete safety should be made possible on roads with large EAB and bicycle traffic without the need to overstep on motorised traffic surfaces.

Quantification of EAB fluxes, which is almost nonexistent today and must be developed, is required in the establishing of appropriate infrastructure, both on national and local scales.

The existing legal framework poses many enforcement problems and is understandable neither by users nor by planners, particularly concerning EAB45. The clarification of this legal system is essential, especially concerning the following points:

- updating of the “moped” category, to which EAB45 are tied;
- reviewing of the imperative to use bicycle lanes;
- reflection on the regulations concerning shared use with pedestrians;
- complementary measures for EAB45 (speed control, lighting, ...)

The reviewed legal framework must be more legible and improve the security of users, while preserving the advantages granted to EAB25 and EAB45 today, which promote these transport modes, as alternatives to car use.

Moreover, the legal framework must be better communicated to planners and users.

Realising that the most frequent accidents involving EAB are linked to loss of control and underestimation of the travel speed of users, measures relating to training, awareness and communication must be strengthened, both for EAB users and other road users.

Further needs in terms of research

Following up from this research, it should be noted that many grey areas remain, highlighting the need for complementary analyses:

- the conclusions of this mandate, based on several conflict points, should be supported by complementary surveys (refer to examples of possible complementary analysis points in the report);
- other analysis methods must be found for the questions remaining unanswered, particularly concerning the respect of priorities in roundabouts: for this reason, the EAB issue should be included in the Federal Roads Office (FEDRO) research on safety in roundabouts;
- finally, and in more general terms, it is necessary that, given their current development, EAB be systematically included in research studies and reflections relating to roadwork amenities.

1 Introduction

1.1 Contexte et objectifs du mandat de recherche

Depuis plusieurs années, le vélo à assistance électrique (VAE) constitue un nouveau mode de déplacement, qui connaît un développement exponentiel. Il s'agit d'un mode de transport permettant à la fois de limiter les inconvénients du vélo traditionnel (effort physique conséquent, notamment au redémarrage) mais aussi d'augmenter la portée possible des déplacements envisageables (vitesses plus élevées donc distances parcourues plus importantes pour un temps équivalent, moins d'effort pour les dénivelés grâce au moteur d'appoint). Le VAE constitue un moyen de transport dont les avantages ne sont plus à prouver en termes de limitation des nuisances liées au transport, de réduction de la consommation d'espace mais aussi de bienfaits pour la santé des utilisateurs, ce qui explique la propension des pouvoirs publics à encourager son développement fulgurant.

Ce développement rapide d'un nouveau mode ne va pas sans poser des difficultés au niveau de l'intégration dans le système de transport. A la problématique de la croissance du nombre d'utilisateurs du VAE s'ajoute celle de l'augmentation de la puissance des véhicules. Ces dernières années ont vu le développement des vélos électriques « rapides » (avec une assistance au pédalage jusqu'à 45 km/h et une puissance du moteur jusqu'à 1'000 W). Ces véhicules présentent une dynamique sensiblement différente de celle des vélos traditionnels ainsi que des VAE « classiques » (ou « lents », soit une assistance jusqu'à 25 km/h et une puissance jusqu'à 500 W).

Ainsi, de nombreux conflits d'usage sont constatés dans l'espace routier, qui se traduisent notamment par une augmentation du nombre d'accidents impliquant des VAE. Les causes de ces accidents et conflits peuvent être multiples :

- d'une part, les usagers des VAE sont parfois eux-mêmes « dépassés » par les performances de leurs véhicules et se mettent eux-mêmes dans des situations à risque (accélération et manœuvres non maîtrisées);
- d'autre part, les autres usagers de l'espace public ne sont pas habitués aux VAE et anticipent mal les mouvements de ces derniers (rapidité d'approche pouvant concerner à la fois les automobilistes aux carrefours ou les piétons sur les espaces partagés);
- de plus, malgré son développement important, le VAE n'est à ce jour pas considéré comme une catégorie de transport à part entière. Du point de vue législatif, les usagers des VAE sont considérés comme des cyclomoteurs, soumis aux mêmes règles que les usagers cyclistes, avec quelques exceptions. Ainsi, le dimensionnement des infrastructures prévues pour des cycles circulant à des vitesses de l'ordre de 15-30 km/h est parfois inadéquat. D'autre part, des situations de conflits non prévues par le législateur surviennent (vélos électriques circulant sur des surfaces partagées ou sur des infrastructures cyclables pouvant être empruntées – parfois par inadvertance – par des piétons).

Ces problématiques relativement nouvelles, amplifiées par l'arrivée des VAE de type « rapides », nécessitent une analyse approfondie de leurs causes et de leurs effets, afin de déterminer les mesures qui doivent être mises en œuvre au niveau du système de mobilité pour accroître la sécurité de tous les usagers.

1.2 Description et enjeux du système VAE

Avant de décrire la méthodologie d'étude proprement dite, il paraît primordial de bien comprendre comment fonctionne le système de transport lié aux vélos électriques et quelles sont les interactions qui régissent les différents éléments de ce système. Le système VAE est représenté schématiquement sur la Fig. 1 ci-après, sur la base des éléments suivants :

- intégration du système VAE dans le système de transports global;
- éléments du système VAE : usagers, véhicules et équipement, infrastructure, cadre juridique.

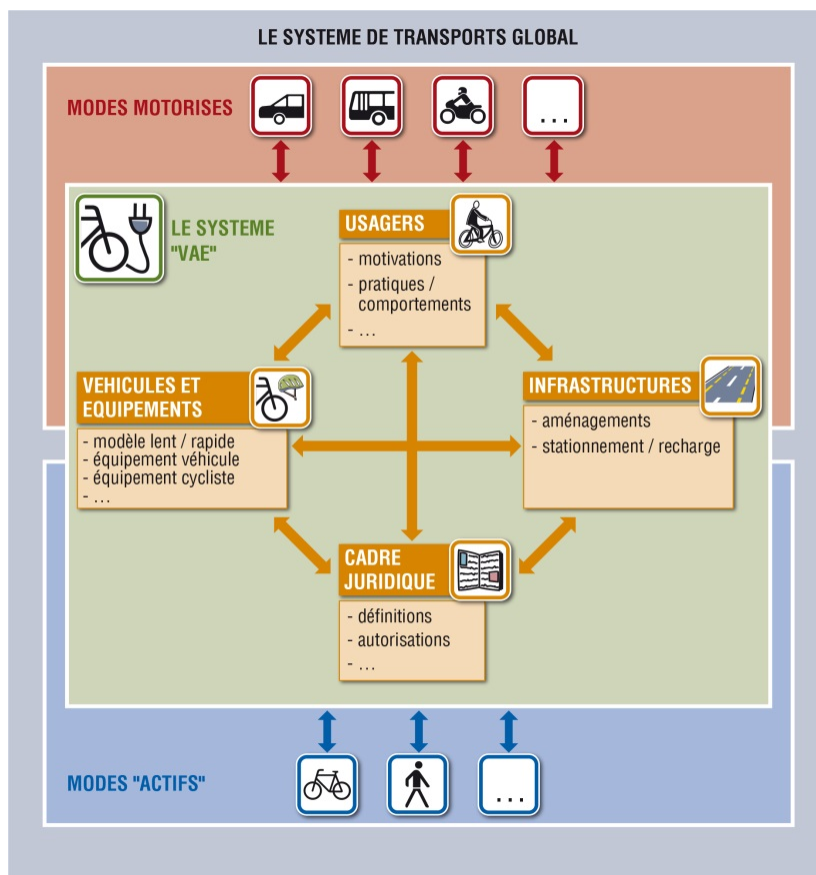


Fig. 1 Les différentes composantes du système VAE

Dans la pratique usuelle, le VAE est perçu comme un cycle et serait donc classé dans la catégorie « modes actifs ». En réalité, les caractéristiques du VAE en font plutôt un mode de transport intermédiaire entre les modes motorisés et les modes actifs :

- d'une part, en considérant le véhicule lui-même : de par sa propulsion à la force musculaire « assistée », on peut parler d'un mode intermédiaire entre un véhicule « motorisé » et un véhicule « actif », sans propulsion mécanique;
- d'autre part, du point de vue des règles d'utilisation existantes et de la pratique d'usage des VAE : si dans la plupart des cas, ces véhicules sont soumis au même régime que les cycles (obligation d'utiliser les pistes cyclables, autorisation d'utiliser les aménagements ad hoc et de remonter les files d'attente, ...), dans certains cas, les VAE sont assimilés à des véhicules motorisés (pas d'utilisation des espaces partagés avec les piétons pour les VAE « rapides », ...) ou alors se comportent comme tels (usagers se plaçant au centre de la voie et non sur le côté droit).

Bien que situé à mi-chemin entre les catégories « motorisées » et « non motorisées », le système VAE interagit de manière récurrente avec ces catégories :

- avec les véhicules motorisés : en termes de partage de l'espace routier, de perception mutuelle, de risques de conflits;
- avec les modes actifs : en termes de différentiels de vitesses entre les VAE et les vélos traditionnels, de cohabitation VAE / piétons sur les espaces partagés, etc.;
- entre VAE : dépassements des VAE « lents » par les VAE « rapides ».

Bien que devenant de plus en plus populaires, les VAE n'ont pas encore réussi à s'imposer comme un mode de transport identifié en tant que tel. De ce fait, les usagers sont souvent considérés comme de simples cyclistes, ce qui pose de nombreux problèmes de sécurité et de cadre juridique. En outre, les infrastructures sont souvent inadaptées aux besoins spécifiques de ces usagers. Enfin, les deux types de VAE « lents » et « rapides » posent des défis distincts, pour lesquels des réponses adaptées doivent être trouvées. Ce sont ces différentes problématiques qui ont fait l'objet d'une analyse détaillée.

La place du VAE dans le système de transports n'étant à ce jour pas clairement définie, les enjeux liés au système VAE sont mal connus et de fait peu pris en compte dans la planification des transports. **Le présent travail de recherche a donc eu comme objectif d'identifier ces enjeux spécifiques, afin d'améliorer la prise en compte des VAE dans les projets de planification des transports et de permettre au planificateur de distinguer les exigences différentes liées aux VAE de type « lent » et de type « rapide ».**

A noter que le champ de l'étude se limite au « système VAE » tel que présenté ci-avant. Ne sont notamment pas traités dans le cadre du présent rapport de recherche :

- effets des VAE sur la demande en transports et la répartition modale;
- effets sur l'accessibilité territoriale et avantages pour certains groupes de personnes;
- effets environnementaux (pollution sonore et émissions de CO₂);
- VAE en tant que sport (VTT électriques, ...);
- autres systèmes électriques (Segway, vélo taxi, ...), qui sont considérés du point de vue légal comme des motocycles légers.

1.3 Convention de notation

Dans le présent rapport, les notations suivantes sont adoptées :

- par défaut et sans autre précisions, la mention « **vélos** » fait référence au vélo traditionnel, sans assistance électrique;
- « **VAE** » fait référence, de manière générique, à l'ensemble des vélos à assistance électrique, qui se répartissent (en Suisse) selon les deux catégories suivantes :
 - « **VAE25** », soit les VAE « lents », avec une assistance au pédalage jusqu'à 25 km/h et une puissance du moteur jusqu'à 500 W. Ces véhicules sont, en Suisse, classés comme des cyclomoteurs légers et rattachés à la catégorie des cycles;
 - « **VAE45** », soit les VAE « rapides », avec une assistance au pédalage jusqu'à 45 km/h et une puissance du moteur jusqu'à 1'000 W. Ces véhicules sont, en Suisse, rattachés à la catégorie des cyclomoteurs;
- sauf mention contraire, c'est le contexte législatif et normatif suisse qui est considéré.

1.4 Méthodologie d'étude retenue

La méthodologie retenue est présentée sur la Fig. 2 et se compose des différentes étapes décrites ci-après.

Hypothèses de recherche

Un certain nombre d'hypothèses et de sous-hypothèses de recherche ont tout d'abord été définies, pour étude dans le cadre de ce mandat.

Analyse du système VAE

Dans un deuxième temps, les différentes composantes du système VAE, brièvement présenté au chapitre 1.2, ont été étudiées, de manière à mettre en évidence les principaux problèmes et les enjeux se posant aujourd'hui pour chacune des principales composantes du système (usagers, véhicules et équipement, infrastructures et cadre juridique). Ces analyses ont été menées sur la base :

- des recherches menées en termes de littérature existante, réalisées durant l'été 2015 et présentées en détail à l'annexe I;
- des principales études de référence menées depuis lors en Suisse;
- des analyses juridiques présentées à l'annexe III;
- de l'expérience des différents membres de l'équipe de recherche.

Enquêtes de terrain

Sur la base de l'analyse du système VAE, le choix des thèmes à étudier en détail a été effectué. Par la suite, des enquêtes de terrain portant sur ces thèmes ont été réalisées et analysées, permettant de mettre en évidence la manière dont interagissent les différents éléments du système.

Validité des hypothèses de recherche (situation actuelle et future)

D'après les connaissances acquises par l'équipe de recherche et les résultats des enquêtes, la validité des hypothèses et sous-hypothèses de recherche a été établie, d'une part pour la situation actuelle et d'autre part pour une situation future extrapolée en fonction de l'évolution de la part modale des vélos et des VAE.

Axes d'action / priorisation

Sur la base des résultats de la recherche, des propositions ont été formulées puis regroupées en axes d'action, reprenant une synthèse des principales mesures à entreprendre.

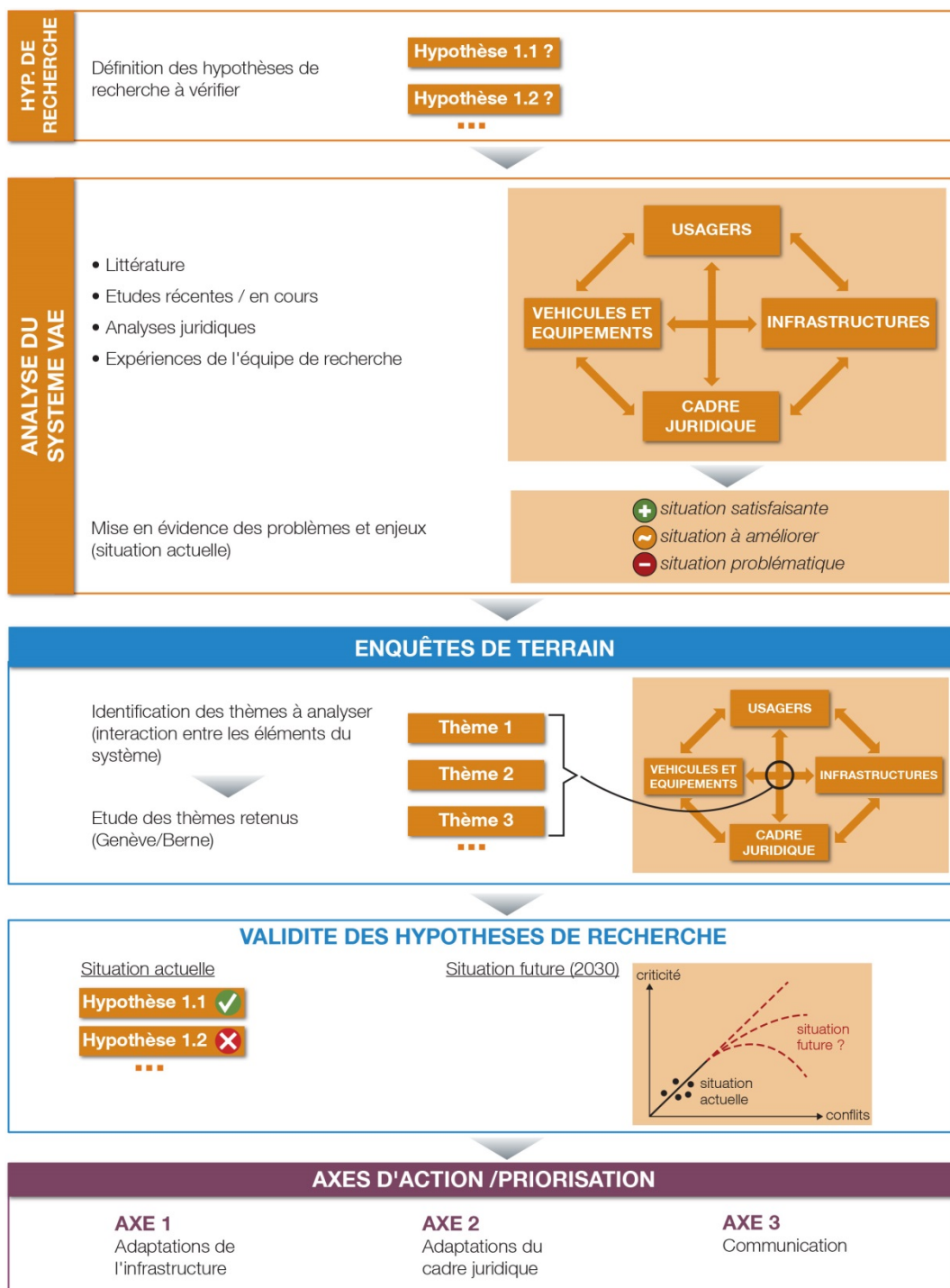


Fig. 2 Méthodologie d'étude

1.5 Structure du rapport de recherche

Le travail de recherche est structuré comme suit :

- une brève partie introductive (chapitre 1) présente les enjeux du « système VAE », la méthodologie d'étude retenue et une sélection des principales études actuelles sur le sujet. Sur la base de l'analyse de la littérature et des problèmes identifiés, quatre hypothèses de recherche principales sont définies et déclinées en sous-hypothèses :
 - hypothèse 1 : les VAE45 et les VAE25 présentent des différences fondamentales et ne peuvent être traités de la même manière (types d'utilisateurs et motifs d'utilisation, distances parcourues, comportement, ...);
 - hypothèse 2 : sur certains thèmes, les problématiques sont identiques entre VAE45 et VAE25 (perception mutuelle / accidentologie, stationnement, ...);
 - hypothèse 3 : dans le cas général, le développement du VAE25 conduit plutôt à une homogénéisation des vitesses et ne nécessite pas des aménagements fondamentalement différents que ceux prévus pour le vélo. Des exceptions existent cependant (notamment dans les montées, aux carrefours et lorsque des personnes âgées utilisent les VAE25);
 - hypothèse 4 : le VAE45 doit faire l'objet d'une attention particulière, en tenant compte de ses spécificités en termes de distances parcourues, de vitesses et de comportement;
 - le « système VAE » (chapitre 2) fait ensuite l'objet d'une analyse détaillée, sur la base de la littérature existante (présentée à l'annexe I) et des données à disposition, du point de vue :
 - des usagers des VAE (voir également annexe II);
 - des véhicules;
 - des infrastructures;
 - du cadre juridique (voir également annexe III);
 - des enquêtes de terrain approfondies ont ensuite été menées à Genève et à Berne, dans le but de vérifier la validité des hypothèses de recherche (chapitre 3). Ces enquêtes ont porté sur des relevés qualitatifs et quantitatifs menés sur différents postes et visant en particulier à récolter des données relatives aux thèmes suivants, retenus comme prioritaires :
 - situations de dépassements entre VAE45, VAE25 et vélos;
 - choix de l'aménagement / infrastructure;
 - géométrie des aménagements inadaptée;
 - conflits entre usagers aux carrefours giratoires.
- Au total, près de 850 VAE ont été observés sur l'un des 8 postes d'enquête, durant les 4 jours de relevés organisés. Les protocoles des enquêtes réalisées sont présentés à l'annexe IV et les résultats détaillés pour chaque poste d'enquête à l'annexe V;
- sur la base des résultats des enquêtes de terrain, la validité des hypothèses de recherche définies a donc été discutée (chapitre 4.1) et les différents problèmes posés au système de transport ont été décrits. L'évolution attendue a également été identifiée (chapitre 4.2);
 - enfin, des recommandations ont été formulées selon trois principaux axes d'actions (chapitre 5) :
 - axe 1 : adaptations nécessaires à l'infrastructure;
 - axe 2 : adaptations nécessaires au cadre juridique;
 - axe 3 : mesures de communication.

1.6 Etudes actuelles (sélection)

Une analyse approfondie de la littérature existante sur le sujet des vélos électriques a été réalisée en juin 2015 et figure sous la forme d'un rapport séparé présenté en annexe I. En outre, une liste bibliographique complète figure à la fin du présent rapport.

Quatre études-clés, dont les résultats ont été intégrés au présent rapport, doivent être présentées ici (à noter que les trois premières n'étaient pas encore disponible lors de l'analyse de la littérature présentée à l'annexe I) :

- *Etude du bureau Ecoplan « Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz » (2014) [26] :*

cette étude, qui s'appuie sur une enquête réalisée au niveau suisse auprès de propriétaires de vélos électriques (échantillon de 1'160 questionnaires validés), a permis de mettre en évidence le profil-type des utilisateurs du VAE et l'utilisation faite des vélos électriques (distances parcourues, motifs de déplacements, changements modaux). Dans l'étude de base, aucune distinction n'a été réalisée entre les utilisateurs de VAE25 et les utilisateurs de VAE45. Dans le cadre du présent mandat cependant, les données du sondage d'Ecoplan ont été ré-analysées en effectuant la distinction entre les propriétaires de VAE25 et de VAE45. La synthèse des résultats de cette nouvelle analyse est présentée au chapitre 2.1.3 ci-après, les résultats détaillés étant repris à l'annexe I.

- *Etude du bureau de prévention des accidents (bpa) « E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse » (2015) [38] :*

ce travail de recherche s'est penché sur les aspects spécifiques de sécurité routière en lien avec les vélos électriques, notamment en lien avec les vitesses plus élevées atteintes par les usagers de VAE, les distances de freinage allongées et le fait que les autres usagers de la route ne reconnaissent pas les VAE et sous-estiment donc leur vitesse. La recherche s'est basée sur une analyse de la littérature et des statistiques d'accidents existantes, un questionnaire réalisé auprès d'usagers du VAE et une expérimentation pratique d'estimation de la vitesse des VAE. Les résultats les plus importants de cette recherche sont repris au chapitre 2.1.4 ci-après.

- *Etude des bureaux Sigmaphan AG, verkehrsteiner AG, Ingenieurbüro Ghielmetti et Jean-Louis Frossard GmbH « Grundlagen für die Dimensionierung von sicheren Veloverkehrsanlagen » (2016) [58] :*

ce mandat de recherche a permis de mettre en évidence les exigences relatives aux aménagements cyclables (choix et dimensionnement des aménagements), en vue de l'établissement d'une norme relative aux aménagements spécifiques aux cycles (piste cyclable, bande cyclable) et aux besoins spécifiques des cycles sur les aménagements généraux (trafic cycliste en mixité avec le trafic automobile). Le travail se base sur une analyse de la littérature, une comparaison internationale des normes et réglementations en vigueur et des relevés vidéos réalisés sur des tronçons spécifiques.

Cette recherche a permis de proposer, en lien avec l'augmentation des déplacements à vélo, un dimensionnement des infrastructures cyclables en fonction de la densité du trafic cycliste (et du nombre de dépassements observés). En ce sens, l'impact des VAE sur les aménagements est souvent considéré de manière implicite dans la recherche.

Les recommandations de dimensionnement issues de la recherche distinguent deux niveaux de qualité d'infrastructure :

- le « niveau A », qui constitue le cas de référence standard;
- le « niveau B », qui propose un dimensionnement un peu moins généreux et qui peut être appliqué lorsque des raisons pertinentes le justifient (place très réduite, coûts disproportionnés) et à condition que la sécurité des cycles n'en soit pas réduite de manière perceptible.

Les résultats utiles pour la présente recherche sont présentés au chapitre 2.3.

- *Etude allemande de Mecklenburg-Vorpommern, réalisée par le cabinet Ingenieurbüro für Systemberatung und Planung GmbH, « Auswirkungen aus der Nutzung von Pedelecs für die Radverkehrsplanung und die dort geltenden Standards unter Einbeziehung der neuen ERA 2010 » (2011) [55] :*

cette étude vise à déterminer si les recommandations allemandes pour la planification cyclable ERA (« Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ») [15] sont adaptées pour les VAE et le cas échéant de proposer des modifications. Bien que la problématique allemande soit quelque peu différente (uniquement des VAE25), les thèmes abordés sont tout à fait pertinents et sont repris dans les analyses effectuées ci-après, notamment aux chapitres 2.2 et 2.3. Il s'agit notamment des thèmes suivants :

- influence des VAE sur les vitesses de projet à considérer, notamment dans le cas des infrastructures cyclables longeant des axes routiers (pour lesquels les vitesses de projet ne sont pas clairement définies dans les ERA);
- lors du choix du type d'aménagement, proposition d'intégration des VAE sous la forme d'un critère « vitesse générale élevée du trafic cycliste »;
- nécessaire révision des largeurs de dimensionnement des pistes cyclables à usage obligatoire, notamment pour permettre le dépassement entre cycles;
- réflexion concernant un critère excluant des aménagements mixtes vélos / piétons lorsqu'une proportion importante des cycles est constituée de VAE (y compris pour les aménagements mixtes à la montée);
- modification des motifs de déplacement à vélo (plus de déplacements pour les achats) et augmentation du nombre de vélos tirant des remorques ou transportant des charges importantes.

Sur la base de l'analyse de la littérature, la **pertinence des données disponibles** peut être résumée comme suit :

- en Suisse :
 - les études relatives aux VAE sont relativement limitées. Les données les plus complètes sont issues de l'étude d'Ecoplan [26] présentée ci-avant;
 - des données détaillées d'accidentologie existent, mais ne peuvent pas être mises en regard des kilomètres parcourus et les causes des accidents sont mal connues;
 - les études relatives au comportement sont inexistantes;
- en Europe :
 - de nombreuses études existent, mais presque toujours relatives aux VAE25. En Europe, les VAE45 sont en effet généralement assimilés à des motocycles légers et ne peuvent par conséquent pas utiliser les infrastructures cyclables;
 - les études de potentiel et des habitudes concernent dans tous les cas un panel d'utilisateurs restreint et sont dès lors peu représentatives;
 - les conclusions relatives aux études «naturalistiques» ne permettent pas d'affirmation tranchée et claire;
 - l'étude relative aux adaptations des normes en Allemagne présentée ci-avant [55] doit être soulignée, avec quelques pistes intéressantes concernant les VAE25.

1.7 Définition des hypothèses de recherche

Sur la base de l'analyse de la littérature et des principaux problèmes identifiés, les hypothèses et sous-hypothèses de recherche ci-après ont été proposées par l'équipe de recherche et validées par la Commission de suivi.

1. **Hypothèse 1 : les VAE45 et les VAE25 présentent des différences fondamentales et ne peuvent être traités de la même manière.**
 - 1.1. *Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes d'usagers-types et de motifs d'utilisation.*
 - 1.2. *Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de degré d'utilisation.*
 - 1.3. *Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de vitesses et de comportement au plat.*
 - 1.4. *Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de vitesses et de comportement à la montée.*
2. **Hypothèse 2 : sur certains thèmes cependant, les problématiques sont identiques entre VAE45 et VAE25.**
 - 2.1. *Les VAE ne sont pas perçus en tant que tels par les autres usagers.*
 - 2.2. *Les usagers des VAE25 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière (notamment les seniors qui se remettent en selle).*
 - 2.3. *Les usagers des VAE45 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière (notamment les pendulaires qui se remettent en selle).*
 - 2.4. *Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de stationnement (espace, sécurité, accès, alimentation électrique).*
 - 2.5. *Les VAE transportent plus souvent des charges et ont donc besoin de plus d'espace.*
3. **Hypothèse 3 : dans le cas général, le développement du VAE25 conduit plutôt à une homogénéisation des vitesses et ne nécessite pas des aménagements fondamentalement différents que ceux prévus pour le vélo. Ce développement participe aussi à une augmentation du volume de vélos. Il présente cependant des problèmes dans certaines situations particulières.**
 - 3.1. *Dans la plupart des cas, le VAE25 ne nécessite pas d'aménagement / réglementation particuliers. Son développement permet plutôt une homogénéisation des vitesses entre les différents types de cyclistes.*
 - 3.2. *Exception 1a : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux, ce qui entraîne de plus nombreux dépassements.*
 - 3.3. *Exception 1b : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux, ce qui rend la cohabitation avec les piétons plus délicate.*
 - 3.4. *Exception 2 : les personnes âgées sont plus vulnérables (les conséquences d'une chute sont souvent plus importantes).*
 - 3.5. *Exception 3 : aux carrefours, les refus de priorité augmentent (les autres usagers ne percevant pas les VAE en tant que tels).*

4. **Hypothèse 4 : le VAE45 doit faire l'objet d'une attention particulière**, en tenant compte de ses spécificités en termes de distances parcourues, de vitesses et de comportement.
- 4.1. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules (catégorisation en tant que cyclomoteur léger).*
- 4.2. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules (équipement – contrôle de vitesse).*
- 4.3. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les usagers (exigences relatives à l'utilisateur : âge, permis, sensibilisation).*
- 4.4. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des bandes cyclables (dimensionnement, obligation d'utilisation).*
- 4.5. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des voies cyclables, c'est-à-dire des aménagements dédiés au vélo en site propre : pistes cyclables, chemins réservés, etc. (caractéristiques géométriques, obligation d'utilisation, limitation de la vitesse).*
- 4.6. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des règles de cohabitation avec les piétons.*
- 4.7. *Les caractéristiques du VAE45 augmentent les risques de refus de priorité aux carrefours.*

2 Etude du système VAE

Le chapitre 2 a pour objectif d'explicitier le fonctionnement des différents composants du système VAE et de mettre en évidence les différents problèmes posés. Comme présenté sur la Fig. 2, le système est décomposé en quatre composantes principales, à savoir :

- les usagers;
- les véhicules et leur équipement;
- les infrastructures;
- le cadre juridique.

2.1 Les usagers et les usages des VAE

Le premier élément du système est constitué par les usagers et les usages qui sont faits des VAE. Cela regroupe plusieurs types d'analyses, qui sont présentées ci-après :

- les éléments quantitatifs en termes d'utilisation des VAE (occurrence dans le trafic, parts modales, nombre de VAE en circulation, kilomètres parcourus, etc.);
- les données relatives aux types d'utilisateurs des VAE (âge, profil socio-économique, motif de déplacement, etc.);
- les données relatives à l'accidentologie.

2.1.1 Données disponibles sur l'utilisation des VAE

Les données quantitatives sur l'utilisation qui est faite des VAE sont très rares. Les seuls chiffres qui sont à disposition aujourd'hui concernent :

- les statistiques de vente (voir ci-après);
- les données d'utilisation basées sur des sondages par échantillon auprès des utilisateurs, à l'exemple des données issues de l'étude d'Ecoplan [26];
- quelques comptages manuels réalisés par différentes villes suisses (dont certaines données sont reprises sur les fiches-enquêtes à l'annexe V), mais réalisés de manière non systématiques, sans protocole particulier et ne concernant souvent que les VAE45 (plus facilement reconnaissables grâce à la plaque jaune d'identification).

Ainsi, **il est impossible à ce jour de quantifier de manière précise et systématique la part des VAE dans le trafic cycliste**, que ce soit à l'échelle d'un axe, d'un quartier ou d'une ville. A l'échelle du territoire helvétique, une approche des distances parcourues peut être réalisée sur la base des statistiques de vente et des données relatives à la typologie des utilisateurs issues de l'étude d'Ecoplan [26], mais doit être considérée avec prudence (basée sur un échantillon d'utilisateurs).

A ce jour, il n'existe pas de technique permettant de compter de manière automatisée les vélos électriques (et encore moins de différencier les VAE45 et les VAE25). Ainsi, les comptages existants sont tous réalisés de manière manuelle, ce qui explique qu'ils ne soient pas réalisés durant des périodes prolongées, ni de manière systématique.

Ce manque de données relatives à l'usage réel et local des VAE constitue un point problématique pour les planificateurs. En effet, l'absence d'information sur la part des VAE dans le trafic cycliste rend difficile la prise en compte de ces usagers dans la réalisation des infrastructures, mais aussi au niveau politique (pas de données objectives).

2.1.2 Statistiques de vente

Les statistiques de vente des vélos et VAE, sont représentées sur la Fig. 3 ci-après.

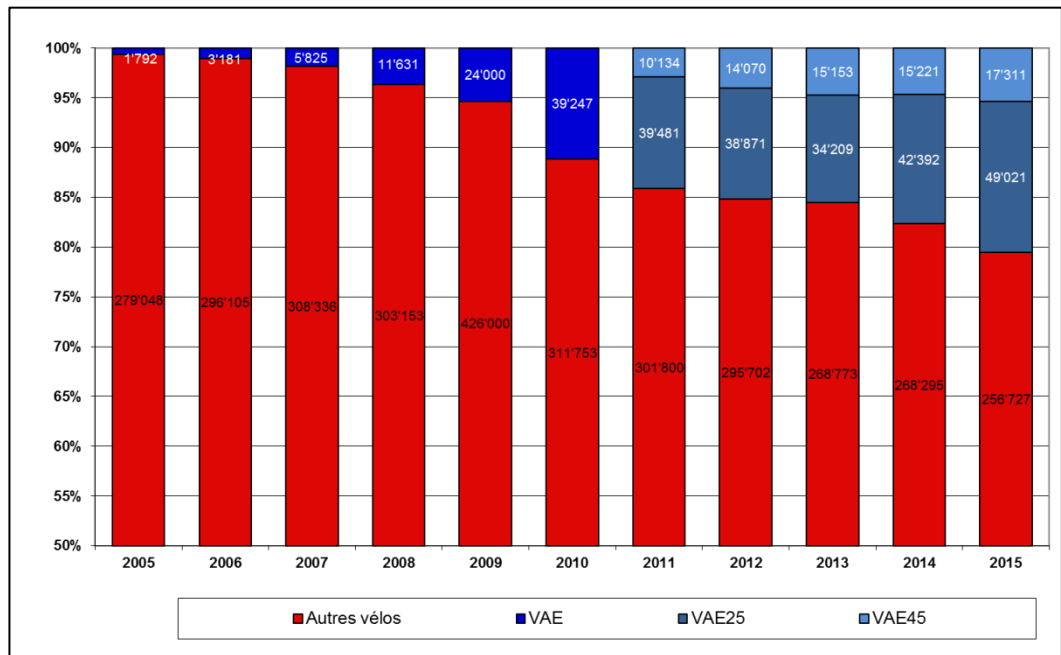


Fig. 3 Statistiques de vente des vélos électriques en Suisse et part des VAE, 2005-2015 (source : [34])

Ainsi, en Suisse, **la part des VAE dans les ventes de vélos augmente d'année en année** (+10 à +20%/an en moyenne ces dernières années), **pour atteindre une part de plus de 20% des vélos vendus en 2015, soit 66'000 VAE vendus. Parmi eux, une proportion stable d'environ 25% est constituée de VAE45.**

Avec 700 VAE vendus pour 100'000 habitants en 2014, la Suisse se situe sur des valeurs proches de celles observées en Allemagne, nettement supérieures à la France (120), mais nettement inférieures aux Pays-Bas (1'300).

2.1.3 Typologie des utilisateurs

Comme expliqué au chapitre 1.6, les données issues de l'étude d'Ecoplan [26] ont été retravaillées pour permettre une distinction entre les VAE25 et les VAE45. Les principaux enseignements de ces analyses, présentés sur l'annexe II, sont rappelés ci-après.

Aspects socio-économiques

- Les VAE45 sont essentiellement utilisés par les hommes (65%) et les actifs (90%), les VAE25 légèrement plus par les femmes (52%) et une proportion plus importante de retraités (31% – voir Fig. 4 et Fig. 5);

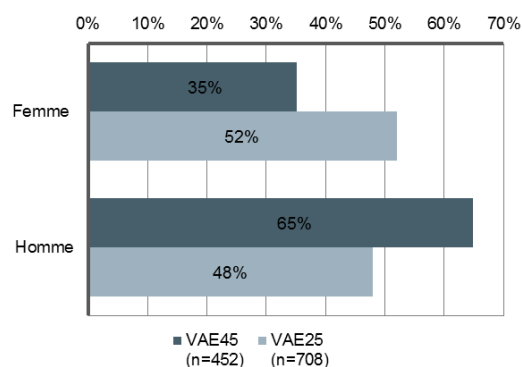


Fig. 4 Sexe des personnes possédant un VAE

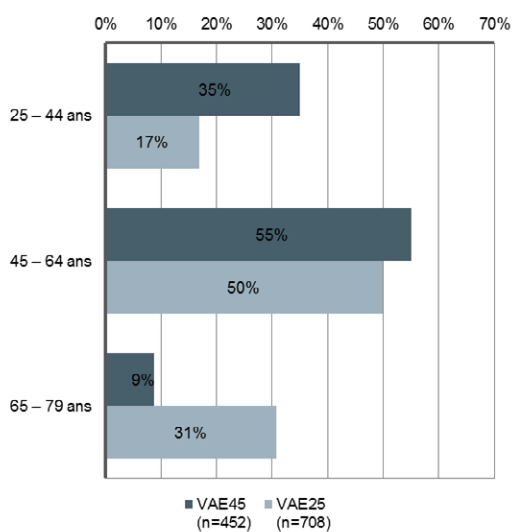


Fig. 5 Age des personnes possédant un VAE

- la proportion des personnes disposant d'une formation supérieure est plus marquée pour les propriétaires de VAE45 (63%) que de VAE25 (47%);
- 43% des propriétaires de VAE45 gagne plus de 10'000 CHF par mois, contre 23% pour les VAE25;
- les deux-tiers des actifs possédant un VAE45 travaillent à plein temps, contre la moitié pour ceux qui possèdent un VAE25.

Usages des VAE

- 58% des personnes possédant un VAE45 parcourent plus de 50 km par semaine, contre seulement 29% des VAE25;
- le principal motif de déplacement pour le VAE45 est le travail (54%), suivi par l'utilisation comme activité de loisirs (21%). La proportion est inversée pour le VAE25, avec le premier motif lié à l'utilisation comme activité de loisirs (41%), puis le travail (28%) et les achats (16%) – voir Fig. 6);

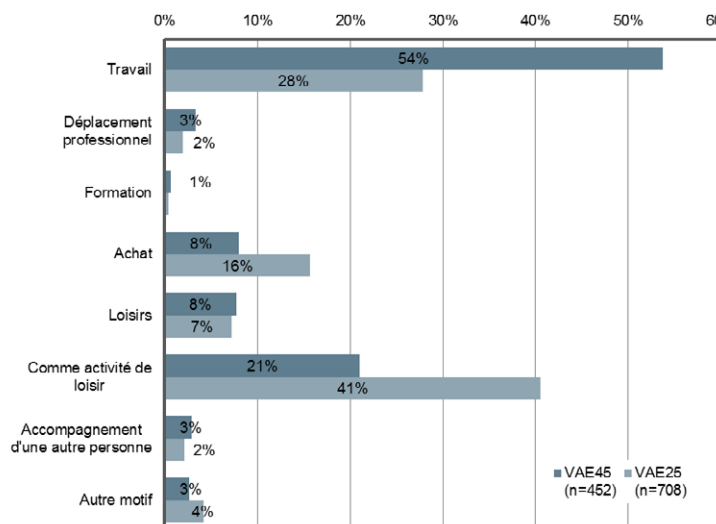


Fig. 6 Motif d'utilisation le plus courant

- la fréquence d'utilisation **pour les déplacements domicile-travail** est équivalente pour les deux types de VAE : 4 à 7 fois par semaine dans environ 60% des cas, 2 à 3 fois par semaine dans environ 30% des cas (voir Fig. 7);

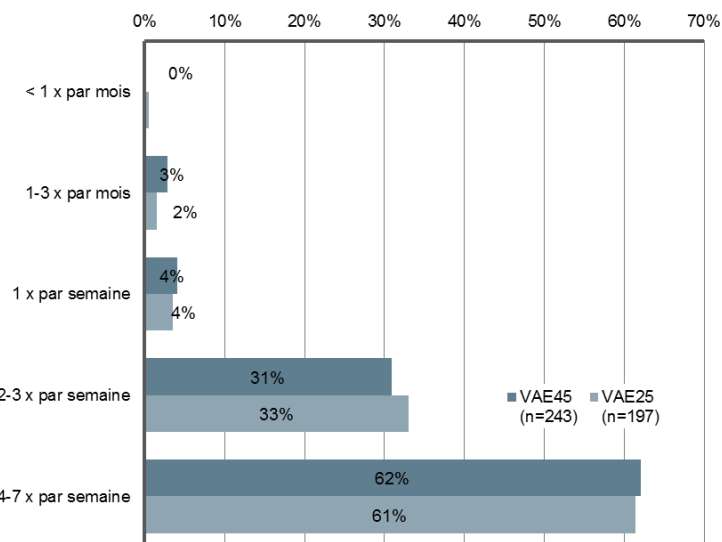


Fig. 7 Fréquence d'utilisation pour le motif « travail »

- **les distances parcourues par déplacement domicile-travail sont sensiblement plus longues pour les VAE45** : 82% des déplacements dépassent 5 km (aller simple), contre 46% pour les VAE25 (voir Fig. 8);

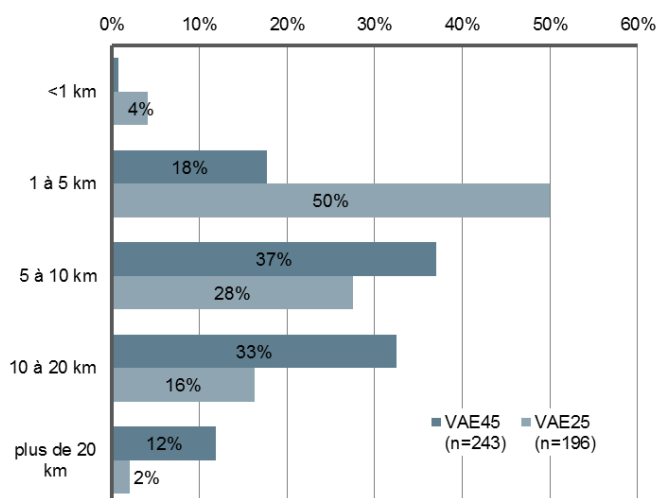


Fig. 8 Distance parcourue pour le déplacement domicile-travail (aller simple)

- **le temps de déplacement domicile-travail est également plus long**, même si la tendance est moins forte : plus de 20 minutes (aller simple) dans 47% des cas pour les VAE45 contre 24% des cas pour les VAE25;
- les utilisateurs de VAE45 sont également moins sensibles aux conditions externes : 43% d'entre eux l'utilisent de manière identique en hiver (contre seulement 32% pour le VAE25);
- **le VAE45 remplace légèrement plus souvent la voiture ou la moto que le VAE25**; a contrario, le VAE25 diminue plus fortement l'utilisation d'un cyclomoteur ou d'un vélo traditionnel;
- enfin, **la distance moyenne parcourue par un utilisateur de VAE45 est de 3'500 km/an, de 75% supérieure à celle d'un utilisateur de VAE25** (environ 2'000 km/an). Parmi ces 3'500 km, **54% étaient précédemment effectués avec un mode motorisé** (voiture, motocycle, motocycle léger ou cyclomoteur), contre 46% pour le VAE25. **Le report modal est donc de 1'900 km/utilisateur/an pour les VAE45** contre « seulement » 900 km pour les VAE25. Ainsi, **le VAE45 présente un potentiel important pour désengorger les infrastructures routières** (voir Fig. 9).

	VAE45	VAE25
Nombre de VAE	452	708
Nombre de km par an par VAE	3'502	1'969
Nombre de km par an total	1'582'720	1'394'070
dont nouveaux déplacements	14%	18%
dont reports	86%	82%
voiture	47%	41%
motocycle	5%	4%
motocycle léger	1%	1%
cyclomoteur	1%	0%
vélo traditionnel	17%	20%
à pied	4%	5%
transports collectifs	25%	28%
	100%	100%

Fig. 9 Synthèse de l'analyse du comportement modal issue de l'enquête d'Ecoplan

Comme ces analyses le démontrent, **les VAE25 et les VAE45 se distinguent nettement, tant en termes de types d'utilisateurs** (majoritairement hommes et actifs pour les VAE45, femmes et retraités pour les VAE25), **de motifs d'utilisation** (déplacements pendulaires pour les VAE45), **de distances parcourues** (nettement supérieures pour les VAE45) **et de reports modaux** (part plus importante des kilomètres effectués auparavant avec un mode motorisé pour les VAE45). Ainsi, l'analyse des problèmes posés par le « système VAE » et les pistes de solutions proposées doivent **distinguer les deux catégories de VAE, qui ne sont pas utilisées de la même manière, ne posent pas les mêmes problèmes et n'appellent par conséquent pas systématiquement le même type de réponses.**

2.1.4 Accidentologie

L'analyse de la littérature et en particulier l'étude du bpa relative aux VAE [38] et les rapports SINUS [39] ont permis de mettre en évidence les points suivants :

- **bien que le nombre d'utilisateurs de VAE blessés ait fortement augmenté ces dernières années, cette évolution est directement proportionnelle au nombre de VAE en circulation.** Ainsi, entre 2011 et 2013, le nombre d'utilisateurs de VAE blessés grave ou tués a été multiplié par 1.7 (voir Fig. 10). Dans le même temps, le nombre de VAE vendus a été multiplié par 1.8. Les données d'accidentologie ne permettent donc pas d'affirmer que les VAE sont plus victimes d'accidents aujourd'hui qu'il y a quelques années;

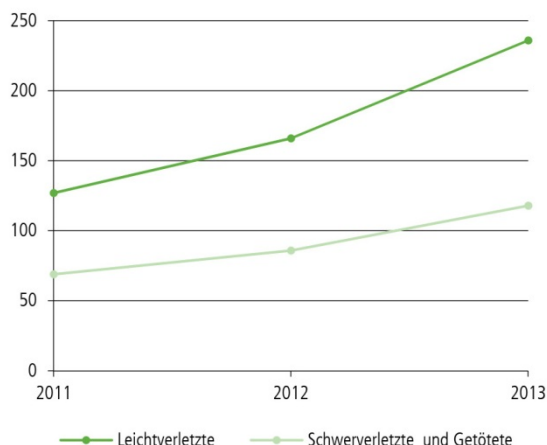


Fig. 10 Evolution du nombre d'utilisateurs de VAE blessés légers (« Leichtverletzte ») / blessés graves et tués (« Schwerverletzte und Getötete »), 2011-2013. Source : [38]

- la comparaison des accidents avec blessés impliquant des vélos et des VAE montre que **la part des blessés graves et tués est plus importante pour les VAE (34%) que pour les vélos (27%, voir Fig. 11).** Il n'est cependant pas possible de déterminer dans quelle mesure cette exposition plus importante aux blessures graves est liée au type de cycle utilisé ou influencée par la typologie des utilisateurs. Ainsi, la part des blessés graves et tués est plus élevée pour les VAE25 (36%) que pour les VAE45 (32%), probablement en raison de l'âge moyen plus élevé des usagers des VAE25, qui sont donc plus vulnérables;

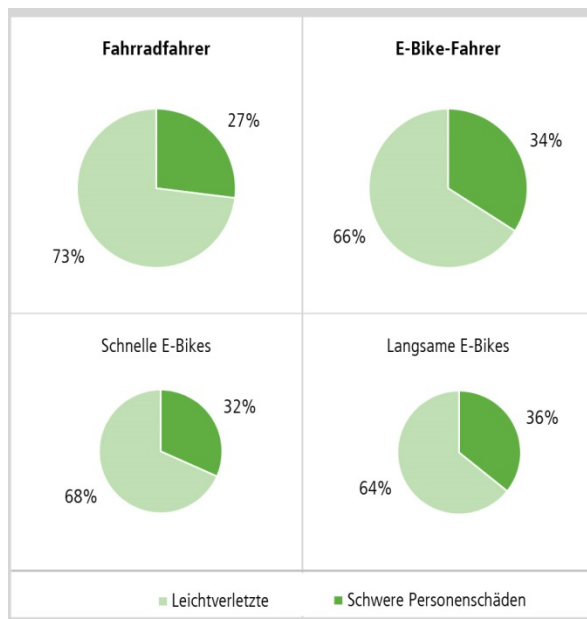


Fig. 11 Part des blessés légers (« Leichtverletzte ») et des dommages corporels graves (« Schwere Personenschäden ») pour les usagers de vélos traditionnels (« Fahrradfahrer ») et de VAE (« E-Bike-Fahrer »), avec distinction entre VAE45 (« Schnelle E-Bikes ») et VAE25 (« Langsame E-Bikes »), accidents avec blessés, 2011-2013. Source : [38].

- la part des accidents liés à une **perte de maîtrise du véhicule** est nettement plus importante pour les VAE (45% pour les VAE45, respectivement 52% pour les VAE25) que pour les vélos traditionnels (38%, voir Fig. 12). En supposant que la part des pertes de maîtrise non documentée (car non annoncée à la police) est équivalente pour les différents types de vélos, cela montre que **les usagers des VAE sont plus souvent victimes de perte de maîtrise que les usagers de vélos**. Cette proportion est encore plus marquée pour les VAE25 que pour les VAE45. Les raisons de cet état de fait ne sont que peu documentées. **Il est possible que les usagers des VAE sous-estiment leur vitesse et/ou la distance de freinage nécessaire.** Ainsi, lorsqu'elle est identifiée, la cause de la perte de maîtrise du VAE est dans 42% des cas l'inattention ou une vitesse inadaptée. Le fait que de nombreux usagers du VAE sont des « nouveaux » cyclistes ou des cyclistes n'ayant pas pratiqué durant de nombreuses années tendrait à confirmer cette hypothèse;

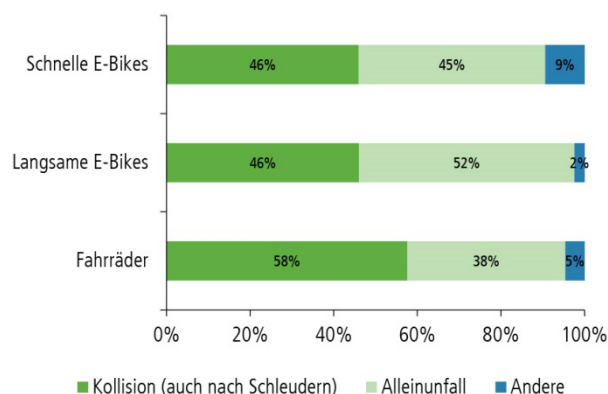


Fig. 12 Dommages corporels graves par type de véhicule et par type d'accident, 2011-2013. Kollision = collision, Alleinunfall = perte de maîtrise, Andere = autre. Source : [38].

- dans les cas de collision avec un autre usager, l'usager tiers est le principal responsable de la collision dans 70% des cas pour les VAE, contre 61% des cas pour les vélos (voir Fig. 13). Cela peut laisser penser que **les VAE sont mal perçus en tant que tels par les autres usagers de la route, qui peuvent avoir tendance à sous-estimer la vitesse de ces cyclistes donnant l'impression de pédaler « au ralenti »**. Il faut cependant souligner ici que **le manque de respect de priorité accordé aux VAE est également en grande partie vraie pour les vélos traditionnels** – les deux-roues légers sont peu visibles de manière générale dans la circulation :
 - les usagers de VAE blessés dans des giratoires n'étaient jamais responsables (c'est toujours l'autre usager qui leur a coupé la priorité), les cyclistes traditionnels n'étant responsables que dans 4% des cas;
 - concernant les carrefours à perte de priorité, les usagers de VAE n'étaient responsables que dans 27% des cas (contre 37% pour les vélos traditionnels);

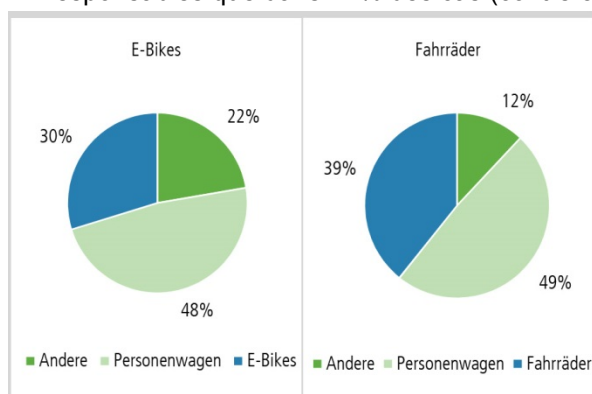


Fig. 13 Répartition du principal responsable de l'accident pour les cas de collisions graves avec un VAE et avec un vélo traditionnel, 2011-2013. E-Bike = vélo électrique, Fahrräder = vélo traditionnel, Personenwagen = voiture de tourisme, Andere = autre. Source : [38].

- dans le cas de la recherche [38], le bpa a également réalisé une expérience visant à déterminer dans quelle mesure les vitesses des VAE pouvaient être sous-estimées par les autres usagers de la route. Des sujets assis au bord de la chaussée faisaient office de conducteurs de véhicules motorisés. Ils ont été chargés d'estimer la vitesse de deux-roues qui s'approchaient de la gauche. Ces derniers variaient en termes de vitesse, de type de véhicule ainsi que d'âge et de sexe de leurs utilisateurs. Les résultats suivants ont été mis en évidence :
 - **la vitesse des véhicules à pédales qui s'approchent de la gauche est sous-estimée**, dans l'absolu de même que par comparaison avec les motos;
 - **cette méthode n'a toutefois pas mis en évidence de différences entre vélos électriques et vélos classiques;**
 - la vitesse s'est avérée être un facteur d'influence majeur. La sous-estimation était ainsi bien plus importante à 25 km/h et à 40 km/h qu'à 15 km/h;
 - enfin, il est apparu que les conducteurs de véhicules motorisés sous-estiment davantage les vitesses dans des positions plus hautes et légèrement en retrait. Dans cette logique, les conducteurs de SUV (Sport Utility Vehicle) devraient sous-estimer plus fortement les vitesses des véhicules à pédales se dirigeant vers eux.

2.1.5 Synthèse des problèmes identifiés

En lien avec les usagers et les usages du VAE, les problèmes suivants sont à relever :

- **les VAE sont en grande partie utilisés par des usagers qui n'ont pas (ou plus) l'habitude de conduire un cycle.** La dynamique des VAE peut parfois leur échapper, ce qui peut expliquer la plus grande proportion de perte de maîtrise observée dans les accidents de la route;
- **les usagers de VAE impliqués dans des accidents subissent nettement plus souvent des dommages corporels graves que les usagers de cycles traditionnels.** Ce phénomène s'explique cependant, au moins en partie, par le fait que la moyenne d'âge des usagers du VAE est plus élevée et qu'ils sont donc plus vulnérables;
- **pour les collisions liées à un refus de priorité, c'est l'usager antagoniste qui est responsable dans la majorité des cas. La proportion d'usagers antagonistes fautifs n'est cependant que légèrement plus élevée que pour les vélos traditionnels,** ce qui tend à démontrer que les vélos ne sont, de manière générale, que peu visibles et identifiables par les autres usagers de la route, et/ou que leur vitesse d'approche est généralement sous-estimée.

2.2 Les véhicules et leur équipement

La principale caractéristique technique différenciant les VAE des vélos est l'assistance au pédalage. Comme déjà mentionné, les VAE sont en Suisse classés selon leur puissance et l'assistance au pédalage offerte :

- VAE « lents » avec assistance au pédalage jusqu'à 25 km/h et puissance maximale de 500 W (VAE25);
- VAE « rapides » avec assistance au pédalage jusqu'à 45 km/h et puissance maximale de 1'000 W (VAE45).

La puissance moyenne dégagée par un cycliste traditionnel, sans assistance électrique, est comprise entre 60 W (cycliste occasionnel) et 160 W (cycliste entraîné) [55]. Ainsi, selon le type de cycliste et le vélo utilisé, **l'assistance au pédalage peut démultiplier la puissance fournie par un facteur variant de 3 à 15 environ**. Il faut cependant souligner qu'un effort de pédalage (variant selon le type de cycle) doit tout de même être fourni pour bénéficier de l'assistance électrique. En outre, les puissances évoquées restent très en-deçà des véhicules motorisés tels que les motocycles légers (puissance pouvant atteindre 4'000 W, sans pédalage).

L'assistance au pédalage permet d'atteindre des vitesses supérieures au vélo traditionnel. Les différences de vitesses entre vélo et VAE25 dépendent de plusieurs facteurs, tels que la pente, le type de milieu (urbain, péri-urbain, campagne), le type d'aménagement cyclable et la priorité donnée aux cycles. L'analyse de la littérature a montré que **dans les pays plats et bien équipés** (pistes cyclables, priorité données aux cycles, etc.), **la différence de vitesse entre les vélos et les VAE25 est faible**. L'avantage du VAE25 est principalement de pouvoir aller aussi loin avec moins d'effort.

L'exemple des mesures de vitesse réalisées dans le cadre de l'étude naturalistique allemande [43] et présentées à la Fig. 14 montre clairement que les courbes de vitesse du VAE25 et du vélo traditionnel sont très proches, ce qui indique des vitesses moyennes similaires. En revanche, le VAE45 présente des vitesses moyennes supérieures d'environ 5 à 8 km/h. Il faut cependant noter que l'échantillon de cette étude était restreint (90 usagers au total, dont 31 à vélo, 49 en VAE25 et seulement 10 en VAE45).

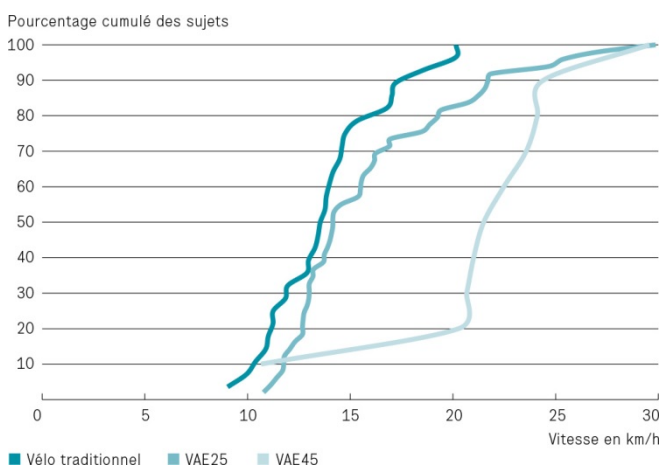


Fig. 14 Répartition des vitesses moyennes (y c. arrêts) mesurées entre usagers de vélos traditionnels, de VAE25 et de VAE45. Source : [43]

Dans les endroits vallonnés, l'avantage du VAE est clair lors de montées, de même qu'en milieu urbain lorsque la fluidité des cheminements cyclables n'est pas assurée. En effet, lors de redémarrage aux carrefours, l'assistance au pédalage permet une accélération plus forte et demandant moins d'effort.

En raison de la présence d'une batterie et des systèmes électriques associés, les VAE présentent généralement **un poids supérieur** aux vélos traditionnels, pouvant rapidement atteindre 20 à 30 kg [55]. Cette différence de poids peut avoir plusieurs implications :

- la dynamique du véhicule peut être légèrement différente d'un vélo traditionnel, avec par exemple une plus grande réaction du cycle à des aspérités du terrain. Cette différence de comportement du cycle doit cependant pouvoir être aisément maîtrisable pour un usager habitué (de la même manière, par exemple, que l'usage d'un vélo-cargo). La principale difficulté n'est donc pas liée à la dynamique du véhicule lui-même, mais au fait que **certains nouveaux usagers du VAE ne prennent pas le temps de se familiariser avec cette dynamique**;
- le poids des VAE rend leur « portage » difficile, ce d'autant plus qu'ils sont souvent utilisés par des personnes âgées. Ainsi, **le franchissement d'obstacles tels qu'un escalier ou une bordure verticale devient, en l'absence d'alternative, difficile, voire impossible pour certains usagers de VAE**. Cela signifie également que le stationnement, qu'il soit public ou privé, doit être aisément accessible, si possible à niveau;
- enfin, le poids pourrait avoir une conséquence sur les distances de freinage. Néanmoins, les VAE doivent en principe être conçus de telle manière à ce que le comportement de freinage reste dans le spectre de ce qui est admissible pour des vélos [55]. En outre, le supplément de poids pouvant atteindre une dizaine de kilos n'a qu'un impact faible sur le poids total du système « vélo + cycliste ». L'allongement des distances de freinage des VAE ne sera pas lié avant tout à leur poids, mais plutôt aux éventuelles différences de vitesses avec les vélos traditionnels (voir chapitre 2.3) et à l'éventuel temps de réaction plus important en fonction de l'âge de l'usager.

D'autre part, les batteries des vélos électriques doivent être régulièrement rechargées. L'autonomie d'une charge de batterie dépend fortement du modèle, du nombre de charges déjà effectuées, du niveau d'assistance (généralement réglable) et de la topographie du parcours, mais atteint généralement 50 à 100 km. Cela suffit amplement pour les déplacements quotidiens; le fait de disposer d'une possibilité de recharge (prise électrique) à domicile et éventuellement sur le lieu de travail est généralement suffisant. Par contre, les personnes utilisant le VAE pour les loisirs, et notamment ceux qui effectuent des randonnées de plusieurs jours, peuvent avoir besoin de recharger la batterie en cours de route. Il est cependant peu réaliste d'imaginer des stations de charge publiques et accessibles à tout-un-chacun sur l'ensemble du territoire. Ces offres sont en outre déjà bien développées le long d'itinéraires particulièrement adéquats pour les VAE. En revanche, les possibilités de recharger la batterie de son vélo, par exemple dans des vélostations ou des écoles, devraient être étendues et les usagers concernés informés de ces opportunités.

En termes de stationnement, comme déjà mentionné, les offres doivent être aisément accessibles : pas d'escaliers, rampes raides à éviter (bien que les VAE disposent en général d'un moteur d'appoint pour faciliter la poussée à la montée). En outre, les VAE étant généralement plus chers que les vélos traditionnels, une partie des usagers ne souhaitera pas disposer son VAE sur l'espace public, même avec possibilité d'attache et protection contre les intempéries. Le développement des VAE entraînera un besoin accru en offre en stationnement accessible et sécurisée (boxes individuels ou vélostations), que ce soit à domicile ou dans les lieux publics importants (gares, écoles, centres commerciaux, ...).

Les exigences d'équipement des VAE (éclairage, mesure de vitesse, casque) sont détaillés au chapitre 2.4.2.

2.2.1 Synthèse des problèmes identifiés

En lien avec les véhicules proprement dit, les problèmes suivants sont à relever :

- les études existantes indiquent que **les différences de vitesse entre VAE25 et vélos traditionnels sont a priori faibles, sauf dans les montées**. Il n'existe pas de données de vitesses suffisamment étayées relatives aux VAE45;
- **les distances de freinage peuvent être plus importantes pour les VAE que pour les vélos traditionnels, mais pas en raison des véhicules eux-mêmes** (vitesses supérieures et usagers disposant de réflexes moins rapides);
- **le poids des VAE rend leur portage plus difficile**, ce qui implique que le franchissement d'obstacles ou d'escaliers peut poser de grandes difficultés aux usagers;
- **les usagers de VAE ont des besoins spécifiques en termes de stationnement**, qui doit être accessible de plain-pied et sécurisé (c'est-à-dire fermé) pour le stationnement de moyenne-longue durée. En outre, une possibilité de recharge de la batterie doit être offerte.

2.3 Les infrastructures

Les normes relatives aux infrastructures dédiées aux cyclistes sont-elles adaptées aux usagers des VAE ? La réponse à cette question, étudiée ci-après, s'appuie sur une analyse des normes et recommandations en vigueur en Suisse, sur la base :

- des normes en vigueur de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS, notamment relatives aux deux-roues légers [1], aux distances de visibilité [3] et au profil géométrique type des usagers [4];
- des recommandations issues des différents cantons, notamment Aarau [17] [18], Berne [19] et Zürich [20];
- des analyses effectuées dans le cadre du mandat de recherche réalisé par Sigmaplan *et al.* [58] et des recommandations émises.

En outre, les enseignements de l'étude allemande concernant les effets des VAE sur la planification cyclable [55], présentée au chapitre 1.6 et basée sur les recommandations de l'ERA [15], ont été également intégrés à ces réflexions, dans la mesure où ils s'appliquent également au contexte réglementaire suisse.

Seuls les paramètres techniques de dimensionnement des infrastructures sont traités dans ce chapitre. Les questions légales (par exemple concernant les aménagements partagés entre cycles et piétons ou l'obligation d'utilisation des pistes cyclables) sont traités au chapitre relatif au cadre juridique (2.4). La problématique du stationnement a elle été traitée dans le cadre de l'équipement des véhicules (2.2).

2.3.1 Gabarits d'espace libre

La norme VSS SN 640 201 [4] prévoit un gabarit d'espace libre pour les cyclistes compris entre 1.20 et 1.80 m, composé de :

- une largeur de base de 0.80 m;
- une marge de mouvement variant en fonction de la pente de 0.10 m de chaque côté (à la descente et au plat) à 2x0.40 m (rampe de plus de 8%);
- une marge de sécurité (pouvant être située hors chaussée) de 0.10 m de chaque côté.

Ainsi, selon la norme VSS :

- **au plat, l'espace de circulation à disposition d'un cycle peut être limité à 1.00 m**, alors que des usagers pouvant mesurer jusqu'à 1.00 m, voire 1.30 m pour le transport de personnes handicapées (cf art. 13 OETV [11]), peuvent être appelés à utiliser cet espace;
- contrairement au trafic motorisé, **la vitesse des cycles n'intervient pas dans le calcul du gabarit d'espace libre**. Seule une marge est prévue pour les « déviations » du cycliste dans les montées;
- **aucune surlargeur n'est prévue pour les tracés en courbe**, alors que le mouvement d'inclinaison des cycles dans la courbe engendre clairement un besoin en largeur supplémentaire. L'étude de Sigmaplan *et al.* [58] propose ainsi **d'intégrer à la norme des surlargeurs en courbe** variant de 0.15 à 0.55 m, en fonction du rayon de la courbe (de 22 à 125 m), de la vitesse de projet (de 30 à 45 km/h) et du niveau d'infrastructure (A ou B, voir chapitre 1.6) considéré.

2.3.2 Largeurs des aménagements cyclables

A l'exception des gabarits d'espace libre indiqués ci-avant, les normes VSS ne contiennent pas d'information spécifique relative aux largeurs des aménagements cyclables. Néanmoins, les recommandations issues des cantons [17], [19] et [20] proposent les dimensions suivantes pour les différents aménagements :

- bandes cyclables : 1.20 à 1.80 m (+0.50 m en présence de stationnement latéral);
- pistes cyclables unidirectionnelles : 1.50 à 2.00 m (si mixité cycles-piétons : 2.50 m);
- pistes cyclables bidirectionnelles : 2.00 à 3.00 m (si mixité cycles-piétons : 2.50 à 4.00 m).

L'étude de Sigmaplan *et al.* [58] propose un dimensionnement différencié, qui tient compte notamment de l'occurrence des cas de dépassement entre cyclistes. Les critères suivants sont ainsi pris en considération :

- nombre de cycles par heure (influençant le nombre potentiel de dépassements);
- pente (plat/descente ou montée de plus de 4%, influençant également le nombre potentiel de dépassements);
- niveau d'infrastructure considéré (A ou B, voir chapitre 1.6);
- pour les infrastructures partagées avec les piétons : densité du trafic piéton (rare ou peu rare);
- pour les bandes cyclables : densité du trafic de poids lourds sur la voie de circulation adjacente (rare ou peu rare).

Le dimensionnement proposé atteint ainsi les valeurs suivantes pour les différents aménagements, en fonction des paramètres retenus et uniquement pour la largeur « circulaire » (hors distances de sécurité par rapport aux obstacles) :

- bandes cyclables : 1.50 à 2.25 m;
- pistes cyclables unidirectionnelles : 1.50 à 2.50 m (si mixité cycles-piétons : 2.00 à 3.00 m);
- pistes cyclables bidirectionnelles : 2.00 à 3.00 m (si mixité cycles-piétons : 2.50 à 3.50 m).

Les dimensionnements proposés ne varient pas fondamentalement des normes existantes. Seules les bandes cyclables sont dans l'ensemble un peu plus généreuses. **L'intégration de paramètres comme la densité du trafic cycliste ou la pente permet cependant de proposer des infrastructures mieux adaptées aux besoins réels. La part des VAE, bien que mesurée dans le cadre des relevés vidéo ayant servi au dimensionnement, ne participe en revanche pas directement au dimensionnement de l'infrastructure.**

La largeur nécessaire libre admise pour le croisement ou le dépassement entre deux vélos est, au plat et sans remorque, de 2.00 m (selon les gabarits d'espace libre de la norme VSS SN 640 201 [4], il faudrait même disposer de 2.20 m, soit 1.10 m pour chaque cycle : largeur de base 0.80 m + deux marges de mouvement de 0.10 m + une marge de sécurité de 0.10 m – la marge extérieure n'étant pas déterminante). Si cette largeur n'est pas disponible, cela signifie :

- sur une bande cyclable, que le cycle devra empiéter sur la voie de circulation pour effectuer son dépassement;
- sur une piste cyclable, que l'espace n'est pas suffisant pour effectuer le dépassement en toute sécurité.

Ainsi, seules les catégories de largeur supérieures proposées par le rapport de Sigmaplan *et al.* [58] (2.00 à 2.25 m pour les bandes cyclables, 2.00 à 2.50 m pour les pistes cyclables unidirectionnelles et 2.00 à 3.00 m pour les pistes cyclables bidirectionnelles) permettent ces dépassements dans des conditions adéquates de sécurité.

2.3.3 Vitesses de projet et rayons de courbure

La figure 1 de la norme VSS SN 640 060 [1] précise les vitesses de projet en fonction du type de liaison envisagé et de la pente. Celles-ci varient de 10 km/h en montée raide (+8%) à 45 km/h en forte descente (-8%). Les vitesses de projet de référence à considérer au plat sont les suivantes :

- itinéraires principaux et de liaison : 30 km/h;
- itinéraires de desserte et de cyclotourisme : 20 km/h.

Malgré l'absence de données de mesures de vitesses relatives aux VAE, il peut déjà être constaté que **les vitesses de projet retenues à la montée sont inadaptées aux vitesses pouvant être atteintes par les VAE**. Au plat, les vitesses admises paraissent également faibles, notamment pour les VAE45.

L'étude de Sigmaplan *et al.* [58] propose de considérer les vitesses de projet suivantes, indépendamment de la pente :

- itinéraires de cyclotourisme non revêtus : 30 km/h;
- itinéraires cyclables interdits aux VAE45 : 35 km/h;
- autres itinéraires cyclables : 45 km/h.

Ces valeurs recommandées apparaissent comme plus adéquates avec le développement des VAE.

Les rayons de courbure à prévoir dépendent directement des vitesses de projet. Selon la figure 2 de la norme VSS SN 640 060 [1], les rayons de courbure minimaux à observer sont les suivants :

- à 20 km/h : 15 m (9 m avec des mesures de sécurité supplémentaires);
- à 30 km/h : 30 m (17 m avec des mesures de sécurité supplémentaires);
- à 40 km/h : seule la valeur avec des mesures de sécurité supplémentaire peut être lue sur le graphique (30 m);
- à 45 km/h : seule la valeur avec des mesures de sécurité supplémentaire peut être lue sur le graphique (40 m);

Selon le rapport Sigmaplan *et al.* [58], l'extrapolation suivante des valeurs de référence pour les trois types d'itinéraires retenus est proposée :

- itinéraires de cyclotourisme non revêtus (30 km/h) : 22 m;
- itinéraires cyclables interdits aux VAE45 (35 km/h) : 30 m;
- autres itinéraires cyclables (45 km/h) : 50 m.

La valeur de courbure de 50 m, qui devrait donc être la règle pour les aménagements cyclables futurs, paraît compatible avec la circulation des VAE45.

En revanche, la faisabilité de rayons de courbure de 50 m ne pourra être garantie en tout temps en milieu urbain dense. Certains aménagements cyclables existants présentent des rayons de courbure nettement inférieurs. Il sera donc probablement nécessaire d'admettre, au moins ponctuellement, des vitesses de projet de référence inférieures à 45 km/h pour assurer la pérennité des aménagements cyclables existants et garantir la possibilité d'en créer de nouveaux, notamment en milieu urbain.

2.3.4 Distances de visibilité et d'arrêt

Sur la base de la figure 3 de la norme VSS SN 640 060 [1], l'étude de Sigmaplan *et al.* [58] propose les distances de visibilité à garantir suivantes (valeur basse : montée, plat ou descente <4%; valeur haute : descente >4%) :

- itinéraires de cyclotourisme non revêtus (30 km/h) : 24-28 m;
- itinéraires cyclables interdits aux VAE45 (35 km/h) : 29-36 m;
- autres itinéraires cyclables (45 km/h) : 45-55 m.

Les vitesses de projet considérées étant compatibles avec les VAE, les distances de visibilité estimées sur la base de la norme VSS peuvent être considérées comme adaptées pour la circulation des VAE.

A ce jour, la norme VSS SN 640 273a [5], dont les recommandations sont reprises telles quelles par certains cantons, à l'exemple de la « Merkblatt Sicht an Knoten und Ausfahrten » du canton d'Argovie [18], prévoit les distances de visibilité suivantes pour les deux-roues légers :

- au plat : 25 m, ce qui correspond, selon la figure 3 de la norme VSS, à une vitesse de projet de 30 km/h;
- dans une montée de +2% : 15 m, ce qui correspond à une vitesse de projet de 20 km/h;
- dans une montée de +4% : 10 m, ce qui correspond à une vitesse de projet de 16 km/h.

Ces recommandations ne tiennent visiblement pas compte des VAE, qui peuvent rouler à des vitesses plus rapides à la montée. Ainsi, **il s'agit d'adapter aux vitesses des VAE les estimations des distances de visibilité** proposées par la norme VSS SN 640 273a [5] pour les cycles, notamment à la montée.

2.3.5 Paramétrage des carrefours à feux

Le paramétrage des carrefours à feux définit, selon la norme VSS SN 640 838 [6], des vitesses de référence à considérer pour les différents types de véhicules. Ces vitesses sont utilisées pour calculer les temps intervert à considérer entre les différentes phases de trafic.

Pour les cycles, la vitesse de référence à considérer est de 5 m/s, soit 18 km/h, aussi bien pour calculer le temps de démarrage (temps que met le cycle pour arriver dans la zone de conflit au début d'une phase) que le temps de dégagement (temps donné au cycle pour quitter le domaine dangereux à la fin d'une phase).

Les VAE peuvent atteindre des vitesses plus rapides que les cycles, mais surtout, ils ont une capacité supérieure d'accélération. Cela n'a pas d'impact sur le temps de dégagement, puisque les VAE auront plutôt tendance à être plus rapides que les cycles. En revanche, l'accélération supérieure des VAE pourrait conduire à diminuer les temps de démarrage, ce qui signifie que dans certaines circonstances, un VAE pourrait en début de phase arriver dans la zone de conflit avant que le dernier véhicule de la phase précédente n'ait quitté la zone.

Les calculs d'accélération effectués dans le cadre de la recherche allemande [55] démontrent que, pour les VAE25, l'accélération maximale reste du même ordre de grandeur que l'accélération des cyclistes traditionnels bien entraînés.

Cependant, les puissances d'accélération ont depuis lors augmenté. En outre, aucune vérification n'a été effectuée pour les VAE45. Ainsi, des analyses complémentaires devraient être menées pour **vérifier si les accélérations des VAE nécessiteraient une marge supplémentaire pour les temps de démarrage**, pour les phases de feux spécifiques aux vélos. Une vitesse de démarrage de l'ordre de 7 à 10 m/s serait probablement plus adaptée (à noter que cette valeur reste dans tous les cas inférieure à la vitesse de démarrage considérée pour le trafic automobile, qui est de 15 m/s).

2.3.6 Synthèse des problèmes identifiés

En lien avec les infrastructures, les problèmes suivants sont à relever :

- **les gabarits d'espace libre recommandés par la norme VSS ne tiennent pas compte des cycles plus larges** (p.ex. avec remorques et/ou transports de personnes handicapées), **dont la proportion pourrait augmenter avec les VAE**;
- **aucune surlageur n'est prévue pour les courbes**, mais cela pourrait être corrigé avec les propositions de l'étude de Sigmaplan *et al.* [58];
- l'étude de Sigmaplan *et al.* prévoit de faire dépendre les largeurs d'aménagement cyclables du nombre de cas potentiels de dépassements entre cyclistes. Les critères proposés pour estimer ces cas de dépassement tiennent compte du nombre de cycles et de la pente. En revanche, **la proportion des VAE n'est pas intégrée à la réflexion sur le nombre de dépassements et donc sur les largeurs des aménagements à prévoir**;
- **les vitesses de projet et rayons de courbure proposés par Sigmaplan *et al.* sont adaptés aux VAE**. En revanche, il semble que la norme d'un rayon de courbure de 50 m pour les aménagements cyclables puisse poser des difficultés dans la pratique, notamment en milieu urbain, et que des dérogations (impliquant des vitesses de projet plus réduites) devront être ponctuellement admises;
- les distances de visibilité proposées par la recherche de Sigmaplan *et al.* sont cohérentes avec les vitesses de projet retenues. Il faut noter cependant que **les distances de visibilité en vigueur pour les vélos**, mentionnées dans la norme VSS SN 640 273a [5] et reprises dans certaines fiches d'application des cantons (à l'exemple du « Merkblatt » du canton d'Argovie [18]) **peuvent être sous-estimées**, notamment à la montée, où les vitesses des VAE peuvent atteindre les mêmes valeurs qu'au plat;
- dans les carrefours à feux, **le paramètre relatif à la vitesse de démarrage des cycles** (actuellement 5 m/s) **doit probablement être revu à la hausse** pour intégrer les capacités d'accélération des VAE.

2.4 Le cadre juridique

Le cadre juridique intervient en interaction avec les différents thèmes évoqués ci-avant et devrait déterminer le comportement attendu des usagers des VAE. Dans un premier temps, la réglementation actuellement en vigueur en Suisse est brièvement rappelée. Par la suite, une analyse de cette réglementation et des problèmes posés est présentée, pour chacun des thèmes suivants :

- véhicule, conducteur et équipement;
- règles de circulation générales (position des usagers, vitesses);
- pistes cyclables (obligation d'utilisation);
- surfaces partagées et surfaces mixtes vélos / piétons;
- zones à modération de trafic.

Les analyses juridiques complètes, y compris les conclusions et les recommandations (reprises par la suite au chapitre 5), sont présentées en annexe III (en allemand).

2.4.1 Réglementation actuelle relative aux VAE

La réglementation actuelle distingue les VAE de type « lents » (VAE25) et « rapides » (VAE45). Les Fig. 15 et Fig. 16 ci-après résument les principales différences relatives aux véhicules et à leur équipement, ainsi qu'aux règles de circulation routière.

d	vélo	VAE25	VAE45
Description	Vélo traditionnel, sans assistance électrique	Vélo à assistance électrique limité à 25 km/h	Vélo à assistance électrique limité à 45 km/h
Catégorie de véhicule	Vélo	Cyclomoteur léger	Cyclomoteur (électrique)
Puissance moteur	-	<0.5 kW	<1.0 kW
Permis	Non	Cat. M 14-16 ans	Cat. M
Assurance RC	Non	Non	Obligatoire
Casque	Non	Non	Obligatoire (casque vélo)
Eclairage	Obligatoire (avec exceptions)	Obligatoire	Obligatoire+homologué
Mesure vitesse	Non	Non	Oui (mais pas d'amende possible)

Fig. 15 Réglementation actuelle en Suisse relative aux VAE et à leur équipement

Véhicules et équipement :

- les VAE45 sont considérés comme des **cyclomoteurs**, avec les contraintes légales liées (permis, assurance, casque, éclairage, ...);
- les limitations de vitesse légales **ne s'appliquent ni aux cycles, ni aux cyclomoteurs** (donc pas aux VAE);
- une catégorie « **cyclomoteurs légers** » a été créée pour les VAE25, ce qui permet à ces véhicules d'être considérés dans la pratique **quasiment comme des vélos**, à quelques exceptions près (notamment l'interdiction d'utilisation aux moins de 14 ans et la nécessité de posséder un permis de catégorie M entre 14 et 16 ans).

	vélo	VAE25	VAE45
Position dans la circulation	Sur la droite de la chaussée	Sur la droite de la chaussée	Sur la droite de la chaussée
Respect des vitesses maximales	Pas de contrôle possible	Pas de contrôle possible	Contrôle (en principe) possible
Bande cyclable	Utilisation recommandée, mais écarts possibles	Utilisation recommandée, mais écarts possibles	Utilisation recommandée, mais écarts possibles
Piste cyclable 	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée
Piste cyclable et piétonne contiguës 	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée	Utilisation obligatoire, vitesse non limitée
Trottoir ouvert aux cycles / zone piétonne ouverte aux cycles 	Utilisation facultative	Utilisation facultative	Utilisation facultative, le moteur arrêté

Fig. 16 Règles de circulation actuelles en Suisse relative aux vélos et aux VAE

Règles de circulation routière :

- les règles de circulation routière s'appliquant aux VAE45 sont celles des cyclomoteurs, ce qui pose de nombreux problèmes (obligation d'utilisation de pistes cyclables inadaptées, panneaux d'interdiction aux cyclomoteurs non compris, vérification de l'arrêt du moteur difficile, ...);
- les règles de circulation routière s'appliquant aux VAE25 sont celles des cycles, ce qui peut poser des problèmes ponctuels (cycles+piétons à la montée, ...).

Au niveau européen, bien que les catégories de véhicules soient identiques et que les VAE25 soient considérés comme des cycles à assistance électrique, **les VAE45 sont généralement considérés comme des motocycles légers** et sont donc soumis à la réglementation ad hoc en termes d'assurances, de permis et de règles de la circulation (utilisation des infrastructures cyclables interdite). Cela limite fortement l'attrait pour ce type de véhicules et explique que les VAE45 sont généralement très peu nombreux dans les pays européens. A ce titre, la Suisse constitue un cas unique en Europe.

2.4.2 Véhicule, conducteur et équipement

- **Permis de conduire** : la conduite des VAE25 pouvant s'effectuer sans permis (sauf pour les 14-16 ans) et la conduite des VAE45 ne nécessitant qu'un permis M (catégorie cyclomoteur, que tous les conducteurs de voiture possèdent), il n'est pas possible de s'assurer que les nouveaux utilisateurs de VAE disposent d'une expérience suffisante avant d'utiliser leur véhicule en conditions réelles. Des cours facultatifs existent, mais sont fréquentés par un public qui est généralement déjà conscient de ses limites. L'obligation de suivre un cours spécifique nécessiterait de mettre en place un nouveau permis, indépendant du permis de vélomoteur et de voiture.
- **Port du casque** : le port d'un casque homologué est obligatoire pour les VAE45; rendre le port du casque obligatoire pour les VAE25 semble disproportionné.
- **Visibilité des VAE** : les VAE ne sont pas identifiables en tant que tels par les autres usagers. Les VAE45 disposent bien d'une plaque jaune à l'arrière, mais celle-ci n'est pas visible par les usagers qui doivent céder la priorité à un VAE à un carrefour par exemple. D'autres mesures pour renforcer la perception des VAE (par exemple port obligatoire du gilet jaune) seraient probablement mal perçues par les usagers des VAE et de toute manière peu comprises par les autres usagers. L'obligation de rouler phares allumés pourrait être envisagée pour les VAE45, mais ne saurait à elle seule constituer un signe distinctif.
- **Assurances RC** : la possession d'une assurance RC est obligatoire pour les VAE45, comme pour les cyclomoteurs (plaque jaune). Les VAE25, qui sont considérés comme des cycles, n'en ont pas besoin. Un changement de cette réglementation pour les VAE25 engendrerait probablement de la confusion et n'est donc pas souhaitable.

2.4.3 Règles de circulation générales

- **Limitation et contrôle de la vitesse** : bien que disposant d'un tachymètre, les VAE45 ne peuvent, tout comme les vélos et les cyclomoteurs, être soumis à des contrôles de vitesse et être amendés pour dépassement de la vitesse autorisée, sauf en cas d'accident et en appliquant alors l'art. 32 de la LCR. Ainsi, ces véhicules peuvent franchir les zones à vitesse modérée (zones 30 et zones de rencontre) sans adapter leur vitesse et sans risquer d'amende. Les VAE25 peuvent également dépasser les limitations de vitesse, mais quasiment uniquement à la force du mollet, comme les vélos traditionnels (par exemple en descente), ce qui représente tout de même un risque plus limité. En outre, les cyclistes et cyclomoteuristes doivent dans tous les cas adapter leur vitesse aux circonstances (LCR art. 32).
- **Obligation de rouler à droite** : les cycles et cyclomoteurs ont l'obligation de rouler sur la droite de la chaussée, sauf dans certaines situations bien particulières (notamment lorsqu'ils circulent en groupe, sur les voies de présélection de tourner-à-gauche et dans les giratoires). Dans la pratique, les vitesses importantes des VAE45 les incitent à se déporter vers le milieu de la chaussée par mesure de sécurité. Cette pratique existe cependant depuis longtemps pour les vélos traditionnels (et les vélos de course) à la descente. Dans la pratique, le cycliste va adapter sa distance au bord de chaussée à sa vitesse et aux éventuels dangers pouvant survenir sur sa droite (par exemple stationnement longitudinal, enfants sur le trottoir, gravillons ou éléments gênants sur le bord de la chaussée).
Une suppression pure et simple de l'obligation de rouler à droite pour tous les cycles pourrait conduire à des abus et des comportements inadaptés. Une suppression uniquement pour les VAE45 ne serait guère comprise par les autres usagers. La règle en vigueur doit donc probablement être conservée, avec une souplesse dans son application, la distance avec le bord de la chaussée devant évidemment être adaptée aux circonstances.

La remontée des files de véhicule par la droite, aujourd'hui autorisée, constitue un avantage des vélos et cyclomoteurs sur les motocycles dans le trafic urbain. La suppression de cet avantage rendrait plus difficile la promotion des déplacements à vélo. Il serait cependant opportun d'insister sur la *prudence* nécessaire lors de ce type de manœuvre, notamment pour les VAE45 qui pourraient être tentés d'accélérer de manière inadaptée dans ce genre de circonstances.

2.4.4 Différenciation vélo – cyclomoteur

- **Cohérence des signaux en vigueur** : aujourd'hui, le pictogramme « vélos » ne s'applique pas toujours aux mêmes catégories d'utilisateurs :
 - les signaux 2.60 , 2.63  et 2.63.1  indiquent **une piste cyclable, à usage obligatoire pour les cycles** (donc les VAE25) **et les cyclomoteurs** (donc les VAE45). Le logo « vélo » s'applique dans ce cas aux deux catégories.

De la même manière, le signal 2.05  implique une interdiction de passage pour les cycles et les cyclomoteurs;

- en revanche, l'utilisation du signal complémentaire 5.31 « vélos »  en sus à un autre signal (par exemple dans les zones piétonnes ou les sens interdits avec contresens cyclable) s'applique **uniquement aux cycles**. Le passage des cyclomoteurs (et donc des VAE45) n'y est admis que le moteur arrêté.



- **Lisibilité des règles en vigueur pour les VAE45** : étant considérés du point de vue légal comme des cyclomoteurs, les usagers du VAE45 doivent se soumettre aux règles et donc aux panneaux relatifs aux cyclomoteurs, ce qui implique notamment l'obligation d'éteindre son moteur pour franchir les zones interdites au trafic motorisées mais ouvertes aux cycles (par exemple interdiction générale au trafic

motorisé - signal 2.14 , zone piétonne ouverte aux cycles ou contresens cyclable ouvert aux cycles). Dans la pratique, les usagers du VAE45 se considèrent comme des cycles et peinent à s'identifier aux pictogrammes du vélomoteur, par ailleurs considéré comme un mode de déplacement ancien et démodé en ville. Le manque de cohérence de la signalisation en vigueur contribue à renforcer cet état de fait, puisque dans le cas de la piste cyclable (signal 2.60), le VAE45 doit se conformer au pictogramme « cycle ». Même les planificateurs s'y perdent : ainsi, il n'est pas rare de rencontrer une signalisation qui oblige l'utilisation de l'infrastructure par les cyclomoteurs / VAE45 mais leur interdit d'utiliser leur moteur (voir Fig. 17).



Fig. 17 Exemples de signalisation incohérente (observés en 2016)

2.4.5 Pistes cyclables

Note : dans ce chapitre sont traités uniquement les aspects juridiques liés aux pistes cyclables (notamment l'obligation de l'utilisation) et non leur dimensionnement, thème qui a déjà été étudié au chapitre 2.3.

Comme indiqué au chapitre précédent, les signaux 2.60 , 2.63  et 2.63.1  indiquent **une piste cyclable, à usage obligatoire pour les cycles (donc les VAE25) et les cyclomoteurs (donc les VAE45)**. L'obligation a été établie pour éviter le trafic cycliste sur les routes importantes lorsqu'une alternative existe. Néanmoins, cette obligation pose plusieurs problèmes :

- tout d'abord, elle s'applique à tous les cycles et cyclomoteurs, indépendamment de leur vitesse et de leur gabarit. Ainsi, des vélos avec remorque pouvant présenter une largeur de 1.00 m (voir 1.30 m pour le transport de personnes handicapées) doivent utiliser une infrastructure parfois insuffisamment dimensionnée. En outre, la vitesse de projet généralement retenue pour les pistes cyclables est de 30 km/h, or cette vitesse peut être facilement dépassée par les VAE45 (mais aussi par les cyclistes sportifs);
- ensuite, en cas de trafic cycliste dense, les cyclistes les plus rapides n'ont pas le droit d'emprunter la chaussée adjacente pour « décharger » la piste cyclable;
- enfin, l'obligation pose spécialement problème dans les cas de partage avec les piétons, que ce soit la piste cyclable partagée (2.63) ou la piste cyclable mixte (2.63.1). Ce thème est traité plus en détail au paragraphe suivant : les piétons se trouvent en effet sur un espace contigu, voir partagé, avec des cycles pouvant atteindre des vitesses de 45 km/h.

2.4.6 Surfaces partagées et surfaces mixtes vélos / piétons

Dans ce chapitre sont traités uniquement les aspects juridiques liés aux surfaces partagées et mixtes (notamment les contextes d'application des différents cas et les conditions d'utilisation pour les VAE) et non leur dimensionnement, thème qui a déjà été étudié au chapitre 2.3. Il faut noter également que de façon générale, l'aménagement de surfaces partagées et mixtes entre piétons et vélos pose des problèmes de cohabitation et fait débat. Ici, il s'agit cependant uniquement de traiter les différents cas d'aménagement existants (qu'ils soient souhaitables ou non) en présentant le fonctionnement et les problèmes spécifiques aux VAE.

- **Surface partagée** (signal 2.63 ) : le partage de l'espace entre cyclistes et piétons au moyen d'un marquage pose plusieurs problèmes : d'une part, les personnes malvoyantes ne peuvent pas identifier la limite. D'autre part, les piétons peu attentifs peuvent facilement se retrouver sur l'espace cyclable, ce qui est d'autant plus problématique dans la mesure où les cyclistes rapides et les VAE45 ont également l'obligation d'utiliser cette infrastructure.

- **Surface mixte** (signal 2.63.1 ) : l'ensemble de la surface est dédiée aux piétons, cycles et cyclomoteurs, sans distinction. A nouveau, cette situation peut poser des problèmes importants si des cyclistes, qui ont l'obligation d'utiliser l'infrastructure, circulent à des vitesses élevées avec des piétons à proximité immédiate.

- **Chemin pour piéton ouvert aux cycles** (signal 2.61 avec plaque complémentaire) et **zone piétonne ouverte aux cycles** (signal 2.59.3 avec plaque complémentaire) : dans ces cas de figure, les cycles doivent rouler au pas et céder la priorité aux piétons. Les cyclomoteurs et VAE45 ne peuvent circuler qu'avec le moteur arrêté. Dans la pratique cependant, les VAE45 se sentent légitimés à emprunter l'infrastructure de par la présence du pictogramme « vélo », auxquels ils s'identifient par erreur. L'arrêt du moteur n'est ainsi généralement pas appliqué et ne peut de toute manière que difficilement être vérifié. La règle qui impose la vitesse du pas aux cyclistes / cyclomoteurs n'est aussi que peu respectée dans la pratique.



A noter que conformément à l'art. 65 al. 8 de l'OSR [9], circuler à vélo sur le trottoir ne devrait être exceptionnellement autorisé qu'afin de sécuriser le chemin de l'école et n'est possible que sur des tronçons à fort trafic et des trottoirs faiblement fréquentés. L'association Mobilité piétonne estime que cette exception à la règle est fréquemment appliquée en dehors des cas prévus par l'OSR (voir [21]). L'interprétation précise du texte de loi pour déterminer dans quel cas un trottoir peut être ouvert ou non aux cycles fait donc débat. Il ne s'agit pas dans le cadre du présent travail de recherche de trancher cette question, mais de souligner que le développement des VAE et plus particulièrement des VAE45, dans le cadre juridique actuel, peut rendre la cohabitation entre piétons et vélos plus délicate sur les trottoirs partagés.

- **Zone interdite au trafic motorisé** (signal 2.14 , éventuellement avec dérogations pour certaines catégories de véhicules) : historiquement, ce signal a été employé pour éviter le passage de véhicules bruyants (y compris cyclomoteurs) dans des quartiers résidentiels. Il est également utilisé à la place du signal 2.61 (zone piétonne + vélos autorisés). Dans ce cas, la limitation de vitesse légale en vigueur s'applique pour les usagers motorisés autorisés.

En excluant les cyclomoteurs, ce signal impose de fait aux VAE45 d'arrêter leur moteur. Comme les cyclomoteurs ne constituent généralement aujourd'hui plus une nuisance au vu de leur faible nombre, notamment en milieu urbain, l'utilisation du

signal 2.13  est indiquée si les VAE45 doivent pouvoir passer sans encombres.

2.4.7 Zones à modération de trafic



- **Zones 30** (signal 2.59.1 ) **et zones de rencontre** (signal 2.59.5 ) : bien que les VAE25 et les cycles traditionnels puissent ponctuellement également être concernés (notamment dans les descentes), les VAE45 sont les plus susceptibles de dépasser les limitations de vitesse dans les zones 30 (maximum 30 km/h) et les zones de rencontre (maximum 20 km/h). En outre, le poids plus important des VAE constitue un facteur de risque supplémentaire en cas de collision avec les piétons. Le fait que des contrôles de vitesse ne puissent être effectués est donc spécialement problématique pour les VAE45.

2.4.8 Synthèse des problèmes identifiés

En lien avec le cadre juridique, les problèmes suivants sont à relever :

- **les VAE25 constituent une catégorie spéciale « cyclomoteurs légers », pour lesquels les règles des cyclistes sont applicables. Les exceptions à cette règle sont peu connues par les usagers** (notamment interdiction d'utilisation pour les enfants et permis M nécessaire pour les 14-16 ans);
- **le fait que les VAE45 doivent se conformer à la réglementation des vélomoteurs échappe souvent aux usagers et même parfois aux planificateurs. L'incohérence des signalisations en vigueur** (logo « vélo » s'appliquant aux cyclomoteurs sur les panneaux principaux mais pas en tant que plaque complémentaire) **et la perception des cyclomoteurs comme un moyen de transport démodé contribuent à cette confusion.** Dans la pratique, cela signifie que :
 - **la signalisation en place ne correspond souvent pas aux objectifs visés** (par exemple, interdiction au trafic motorisé empêchant le passage des VAE45, contresens cyclable interdit aux VAE45);
 - **par conséquent, les usagers des VAE45 ne respectent généralement pas les règles qui leur sont imposées** (notamment arrêt du moteur dans les secteurs ouverts aux cycles), parfois de manière légitime, puisqu'ils ne savent pas si le planificateur souhaitait explicitement interdire le passage des VAE45 avec moteur ou non;
- ne disposant pas de signes distinctifs (à l'exception de la plaque jaune pour les VAE45, non visible depuis l'avant) **les VAE ne sont que difficilement perceptibles en tant que tels par les autres usagers de la route**, ce qui explique probablement le manque de respect de la priorité accordée aux VAE dans les carrefours giratoires et non régulés;
- **l'absence de possibilité de contrôler la vitesse pose problème surtout pour les VAE45, notamment dans les zones à vitesse modérée** (zones 30 et zones de rencontre);
- **l'obligation de rouler à droite, valable pour tous les cycles, est d'autant plus difficile à respecter que la vitesse est élevée** (zone « tampon » avec le bord de la chaussée);
- **l'obligation d'utilisation des pistes cyclables pose des difficultés, notamment si la largeur de la piste cyclable est insuffisamment dimensionnée, si les cycles sont nombreux, si la vitesse de projet retenue est insuffisante et/ou si l'aménagement est partagé avec les piétons;**
- **les accélérations rendues possibles par l'assistance électrique et les vitesses pouvant être atteintes peuvent poser des problèmes supplémentaires dans les espaces qui sont partagés avec les piétons.** Notamment, il est fréquent que des espaces partagés avec les piétons soient proposés à la montée, en supposant que la vitesse des vélos sera faible. Cette prémisse n'est cependant plus valable avec les VAE.

3 Enquêtes de terrain

3.1 Identification des thèmes à analyser

Une première évaluation des thèmes devant faire l'objet d'analyses détaillées a été mise en évidence sur la base des hypothèses de recherches retenues et des informations/analyses ayant pu être compilées. Les **thèmes généraux** tels que l'estimation du degré d'utilisation des VAE, la typologie des utilisateurs, la réglementation et les aspects juridiques, ont déjà été étudiés en détail dans le chapitre relatif à l'analyse du système VAE. Il s'agit à présent de se concentrer sur les **situations d'interactions potentielles entre les VAE et les autres usagers**. Ces interactions n'ont en effet été que très peu documentées à ce jour et ont nécessité une série d'analyses de terrain, afin de mieux comprendre les liens entre les différents éléments du système VAE.

Les trois situations d'interactions suivantes ont été identifiées comme les plus problématiques et ont donc été retenues pour les enquêtes de terrain :

- **dépassements entre VAE45, VAE25 et vélos :**
le fonctionnement des dépassements entre cycles constitue un élément déterminant pour le dimensionnement des infrastructures cyclables, comme démontré par la recherche de Sigmaplan *et al.* [58], aussi bien en termes quantitatifs (nombre de dépassements sur un tronçon donné, différences de vitesses des dépassements) qu'en termes qualitatifs (comportement des usagers lors du dépassement). Si la recherche de Sigmaplan *et al.* a mis en évidence le lien entre nombre de cycles, pente et fréquence des dépassements, l'influence de la proportion des VAE25/VAE45 sur le nombre de dépassements n'a jamais été analysée. Les éléments suivants ont donc été mesurés pour les tronçons d'enquête définis : nombre de vélos/VAE25/VAE45, vitesses instantanées, fréquence des dépassements et observations du comportement des usagers;
- **choix de l'aménagement / infrastructure :**
lorsque plusieurs aménagements (par exemple bande cyclable et trottoir avec cycles admis) sont à disposition des vélos/VAE, la question de leur fréquence d'utilisation par les différents usagers se pose. Le comportement des VAE est-il semblable à celui des vélos ? Ces observations ont permis d'évaluer le type d'aménagement le mieux adapté aux différents types de cycles;
- **conflits entre usagers aux carrefours giratoires :**
les données d'accidentologie (voir chapitre 2.1.4) mettent en évidence un manque de respect de la priorité accordée aux VAE comme une des causes principales des accidents dans les carrefours. Ce manque de respect semble légèrement plus marqué par rapport aux VAE que par rapport aux cycles et spécialement dans le cas des carrefours giratoires. Des observations spécifiques ont donc été réalisées, afin de tenter de confirmer cet état de fait.

Trois autres situations d'interaction ont été identifiées comme intéressantes pour l'analyse de terrain. Suite à la première Commission de suivi, il a été décidé de pas les retenir pour éviter une dispersion des efforts :

- **géométrie des aménagements inadaptée :**
l'analyse des normes existantes (voir chapitre 2.3) a mis en évidence un certain nombre de problèmes en termes de dimensionnement de l'infrastructure pour les VAE. Des observations complémentaires de terrain seront néanmoins nécessaires, notamment pour analyser quels types de géométries ponctuelles, non définies de manière absolue dans les normes, posent des problèmes spécifiques aux VAE;
- **vitesses inadaptées des VAE, notamment dans les zones modérées :**
il sera possible d'émettre des hypothèses sur les vitesses des VAE dans les zones modérées, sur la base des vitesses moyennes observées dans les autres situations faisant l'objet de relevés. L'organisation d'enquêtes spécifiques a semblé disproportionnée au vu des enjeux;
- **cohabitation avec les piétons :**
il s'agit d'un thème « connexe », qui ne concerne pas uniquement les VAE, mais l'ensemble des cycles et qui fait déjà l'objet de réflexions par ailleurs. L'intégration d'observations des interactions entre vélos/VAE et piétons, notamment sur les espaces partagés, constitue un travail de recherche en soi et ne pourra pas être traité dans le cadre de la présente recherche.

3.2 Choix de la méthode et des villes d'enquête

Afin de pouvoir analyser de la manière la plus systématique possible les comportements des utilisateurs de VAE, il importait de réaliser des observations nombreuses à des endroits précis, ce qui a exclu de fait les enquêtes de type « questionnaire » ou « suivi d'utilisateurs ». La méthode retenue a consisté à choisir deux villes suisses présentant des contextes contrastés mais avec des parts modales de cycles et de VAE suffisantes pour permettre un nombre adéquat d'observations, puis à déterminer des lieux d'enquête en fonction des situations devant être analysées et présentant des flux importants de vélos/VAE.

Après analyse et discussion au sein du groupement, les deux villes retenues sont :

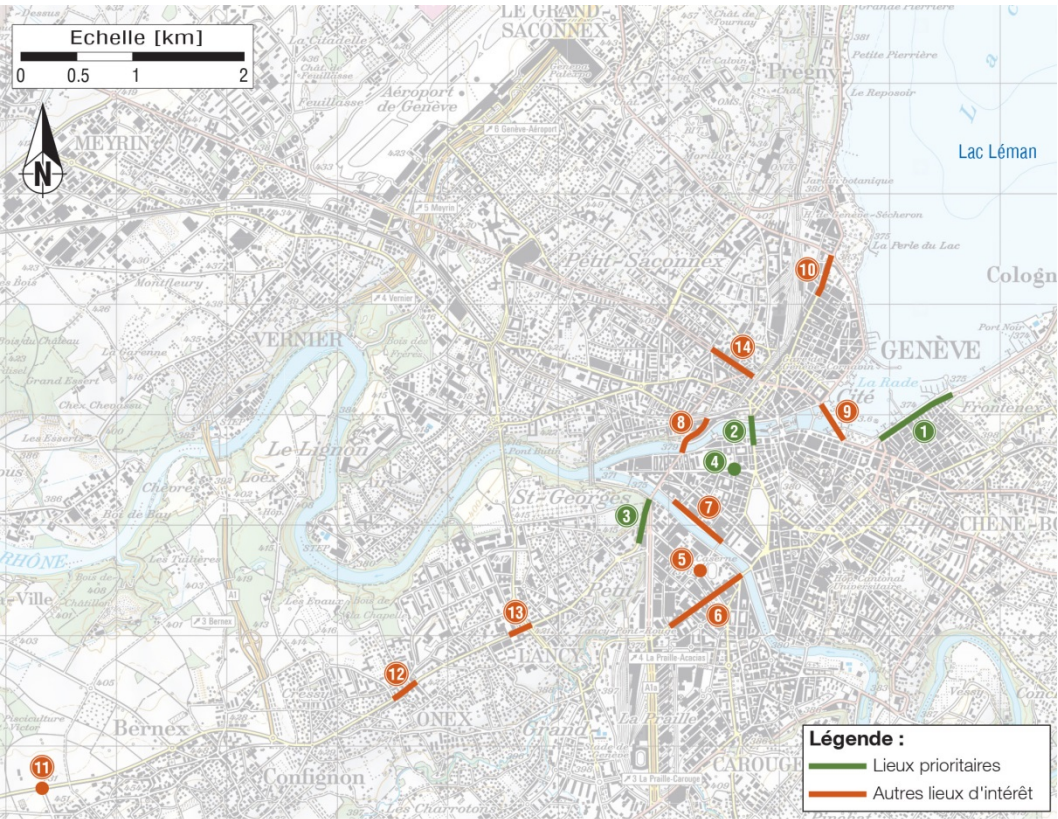
- **Genève** : se prête bien à la pratique du vélo (aménagements et topographie favorables) mais reste une ville très favorable à la voiture (charges de trafic importantes, régulation peu restrictive);
- **Berne** : également favorable à la pratique du vélo, avec une circulation automobile nettement plus pacifiée.

Le groupement d'étude bénéficie en outre d'une excellente connaissance du contexte de ces deux villes, permettant d'assurer la pertinence des choix des lieux retenus pour les enquêtes et une analyse correcte des situations observées.

Chaque ville a fait l'objet d'une recherche des points d'enquête correspondant le mieux aux thèmes à enquêter définis ci-avant (chapitre 3.1) sur la base d'une discussion avec des spécialistes locaux et des représentants des services de mobilité ainsi que d'une vérification de la densité du trafic cyclable. **Des protocoles spécifiques d'enquête ont été développés et testés sur le terrain** (formulaire à remplir par des enquêteurs formés, relevés complémentaires par caméra permettant notamment de mesurer les vitesses et de documenter les interactions observées) et sont repris à l'annexe IV. Dans le détail, il a été procédé comme suit :

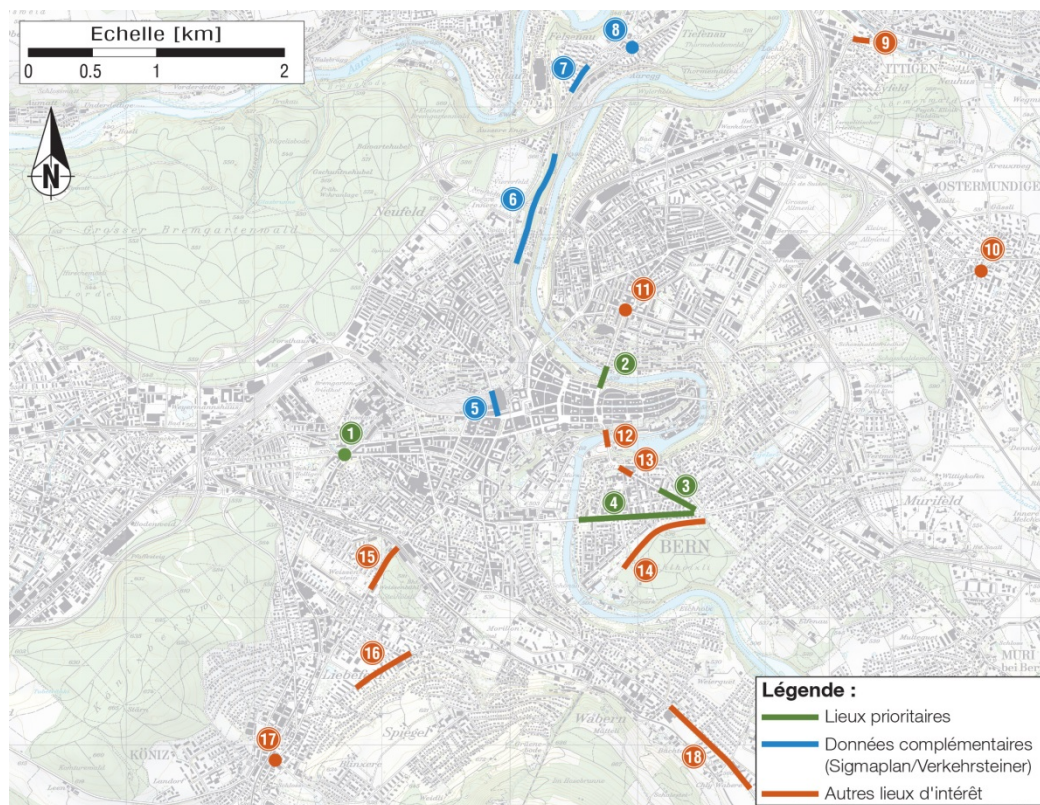
- identification des principaux itinéraires empruntés par les VAE dans les deux villes de Berne et de Genève et des principaux motifs de déplacement concernés, sur la base des statistiques existantes et des connaissances des experts / services techniques des deux villes;
- pour chacune des deux villes, identification des sites sur lesquels les thèmes retenus peuvent faire l'objet d'une analyse, en fonction du type de question à analyser, des données disponibles sur les flux de VAE attendus dans ce secteur et des problèmes / accidents identifiés;
- préparation d'un formulaire de relevé des observations, sur lequel toutes les questions relatives au thème analysé devaient être identifiées (par exemple : différences de comportement entre les usagers cyclistes / VAE lent / VAE rapide, distance par rapport au bord de la chaussée, vitesse approximative, attitude générale, conflits avec les autres usagers, situations de mise en danger);
- formation de personnel pour mener à bien les enquêtes, constitué d'étudiants dans le domaine technique, qui ont été formés à la distinction entre les différents types de cycles;
- choix de la date et de la durée du relevé;
- supervision et réalisation du relevé proprement dit;
- relevés des dépassements et identification des conflits (pour les sites concernés), sur la base d'une évaluation qualitative de l'enquêteur (observation du dépassement) et d'une mesure des distances entre usagers sur la vidéo;
- calcul des vitesses des vélos et des VAE (pour les sites concernés) : sur la base de la durée de déplacement du cycle mesurée sur la vidéo entre deux points de référence matérialisés sur le sol (précision d'une image vidéo, soit 1/24^e de seconde, soit +/-5% environ);
- analyse et valorisation des résultats : mise en évidence des dysfonctionnements et des besoins d'adaptation des différentes composantes du système VAE.

Les Fig. 18 et Fig. 19 présentent la localisation des postes pressentis et finalement retenus à Genève et à Berne.



Lieux potentiels	Type de relevé		
	Dépassement	Choix de l'aménagement	Conflits aux carrefours
1 Quai Gustave-Ador	x	x	
2 Pont de la Coulouvrenière		x	
3 Rampe de Chancy	x		
4 Giratoire St-Georges / Rois			x
5 Giratoire Dussaud / Wilsdorf			x
6 Route des Acacias	x	x	
7 Quai Ernest-Ansermet			
8 Rampe Sous-Terre	x	x	
9 Pont du Mont-Blanc		x	
10 Rue de Lausanne (Butini)	x	x	
11 Route de Chancy			x
12 Route de Chancy, arrêt Onex		x	
13 Route de Chancy, arrêt les Esserts		x	
14 Rue de la Servette	x		

Fig. 18 Localisation des postes d'enquêtes dans l'agglomération genevoise



Lieux potentiels	Type de relevé		
	Dépassement	Choix de l'aménagement	Conflits aux carrefours
1 Loryplatz			X
2 Kornhausbrücke	X		
3 Thunstrasse		X	
4 Kirchenfeldstrasse	X		
5 Schanzenbrücke	X		
6 Tiefenaustrasse (Radweg)	X		
7 Tiefenaustrasse (Radstreifen)	X		
8 Tiefenaukreisel			X
9 Papiermühlestrasse	X		
10 Bernstrasse, Ostermundigen			X
11 Viktoriaplatz			X
12 Kirchenfeldbrücke	X		
13 Thunstrasse		X	
14 Radweg Thunplatz - Kalcheggweg	X		
15 Schwarzenburgstrasse	X		
16 Wabernsackerstrasse		X	
17 Bläuackerkreisel			X
18 Seftigenstrasse		X	

Fig. 19 Localisation des postes d'enquête dans l'agglomération bernoise

A noter que pour la ville de Berne, des données complémentaires ont également pu être exploitées et ont été intégrées aux résultats présentés par la suite, sur la base des travaux de recherche menés par d'autres entités :

- Sigmaplan *et al.* [58] : mesures de vitesses et occurrence des dépassements sur postes en ville de Berne (voir Fig. 19) : Schanzenbrücke, Tiefenau Radweg, Tiefenau Radstreifen, Giratoire Tiefenau;
- Kontextplan [54] : mesures de vitesses sur des axes vélos : Veloschnellrouten Thun – Heimberg, Solothurn – Wasseramt et Wabern – Kehrsatz.

Les jours et heures d'enquête ont été définis de manière à maximiser les observations possibles, en fonction de la météo et du sens déterminant des flux de vélos/VAE. Les horaires retenus pour les différentes enquêtes sont résumés dans le Tableau 1.

Tableau 1 Liste des postes d'enquête

Lieu	Date	Heures
Genève		
1 Quai Gustave-Ador (sens entrée de ville)	25.9.2015 (vendredi)	7h00-9h30
2 Pont de la Coulouvrenière (sens sortie de ville)	24.9.2015 (jeudi)	7h00-9h30 et 16h30-19h00
3 Rampe de Chancy (sens sortie de ville)	25.9.2015 (vendredi)	16h00-18h30
4 Giratoire St-Georges / Rois	24.9.2015 (jeudi)	7h00-9h30 et 16h30-19h00
Berne		
1 Loryplatz	18.11.2015 (mercredi)	7h00-9h30
2 Kornhausbrücke (sens sortie de ville)	19.11.2015 (jeudi)	7h00-9h30 et 16h30-19h00
3 Thunstrasse (sens sortie de ville)	18.11.2015 (mercredi)	16h30-19h00
4 Kirchenfeldstrasse (sens sortie de ville)	18.11.2015 (mercredi)	16h30-19h00

Les résultats détaillés des enquêtes sont présentés à l'annexe V. Ci-après, une brève synthèse des principaux résultats est reprise.

3.3 Occurrence et nombre de cycles et de VAE

- Le nombre total de vélos+VAE recensés a été légèrement plus important à Berne (près de 3'100) qu'à Genève (près de 2'800). Le nombre de vélos+VAE enquêté dépend évidemment des lieux, heures et durées d'enquête.
- Le nombre de VAE enquêtés est un peu plus important à Genève (496, soit 33 par heure d'enquête) qu'à Berne (349, soit 28 par heure d'enquête).
- La part globale de VAE atteint 18% à Genève contre seulement 11% à Berne (pour rappel, 18% des vélos vendus en 2014 étaient des VAE).
- **A Genève, la proportion de VAE25 est écrasante** (80% des VAE), et correspond approximativement aux parts de marché des VAE vendus (75% de VAE25) **alors que la répartition VAE25/VAE45 est plutôt équilibrée à Berne** (respectivement 52% et 48% - voir Fig. 20).

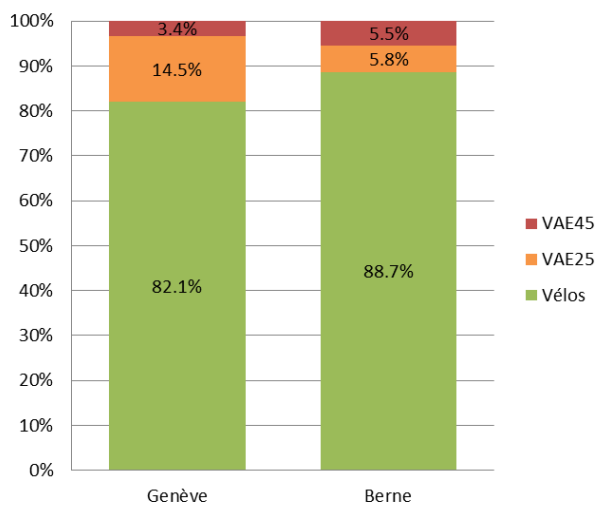


Fig. 20 Part des types de vélos en fonction de la ville d'enquête

3.4 Typologie des utilisateurs et équipement

A Genève comme à Berne, les VAE45 sont plus utilisés par des hommes et les VAE25 légèrement plus utilisés par des femmes (voir Fig. 21), comme cela a par ailleurs démontré lors de la valorisation des données d'Ecoplan (chapitre 2.1.3).

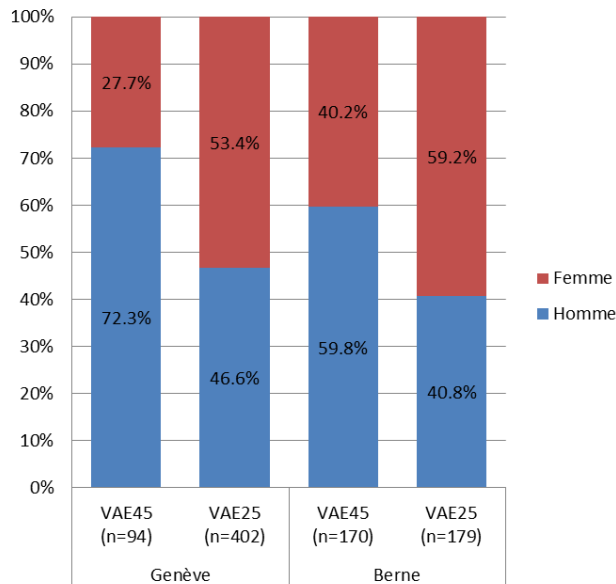


Fig. 21 Sexe des utilisateurs de VAE

Lors des enquêtes, la part des personnes âgées relevée atteint 10% à Berne et 18% à Genève. Il n'existe pas de différence significative entre VAE25 et 45. Il faut cependant noter que les enquêtes ont été réalisées durant les heures de pointe (surreprésentativité des pendulaires) et que l'âge des individus a été estimé « de visu » par les enquêteurs.

Le port du casque est de l'ordre de 75% pour les usagers de VAE25 et supérieur à 95% pour les VAE45 (casque obligatoire).

Enfin, moins de 2% des VAE observés à Genève et moins de 3% des VAE observés à Berne tiraient une remorque. Parmi eux, les VAE45 étaient clairement surreprésentés (70% des remorques tirées par des VAE45).

3.5 Vitesses observées

3.5.1 Résultats généraux

Pour rappel, la mesure des vitesses des vélos et des VAE doit permettre de vérifier dans quelle mesure les vitesses des VAE45, des VAE25 et des vélos se distinguent dans différents contextes.

Sur la base des relevés réalisés, les constats suivants peuvent être effectués (voir Fig. 22) :

- **les vitesses moyennes des VAE45 sont comprises entre 26 et 35 km/h dans tous les cas**, indépendamment de la pente. Des vitesses très rapides ne sont donc jamais atteintes (relevés réalisés en milieu urbain);
- **les vitesses moyennes des VAE25, comprises entre 20 et 27 km/h**, sont peu sensibles à la pente. Elles sont très proches de celles des vélos au plat et légèrement supérieures (+4 à 6 km/h) à la montée;
- **les vitesses moyennes des vélos varient fortement avec la pente** : de 12-13 km/h en forte montée à 25-27 km/h au plat ou à la descente.

Ainsi, au plat et en descente, les vitesses des VAE25 sont proches des vitesses des vélos, alors que les VAE45 roulent entre 5 et 7 km/h plus vite en moyenne. A la montée, les différences sont :

- plus marquées entre VAE25 et vélos (4-6 km/h);
- très importantes entre VAE45 et vélos (9-12 km/h).

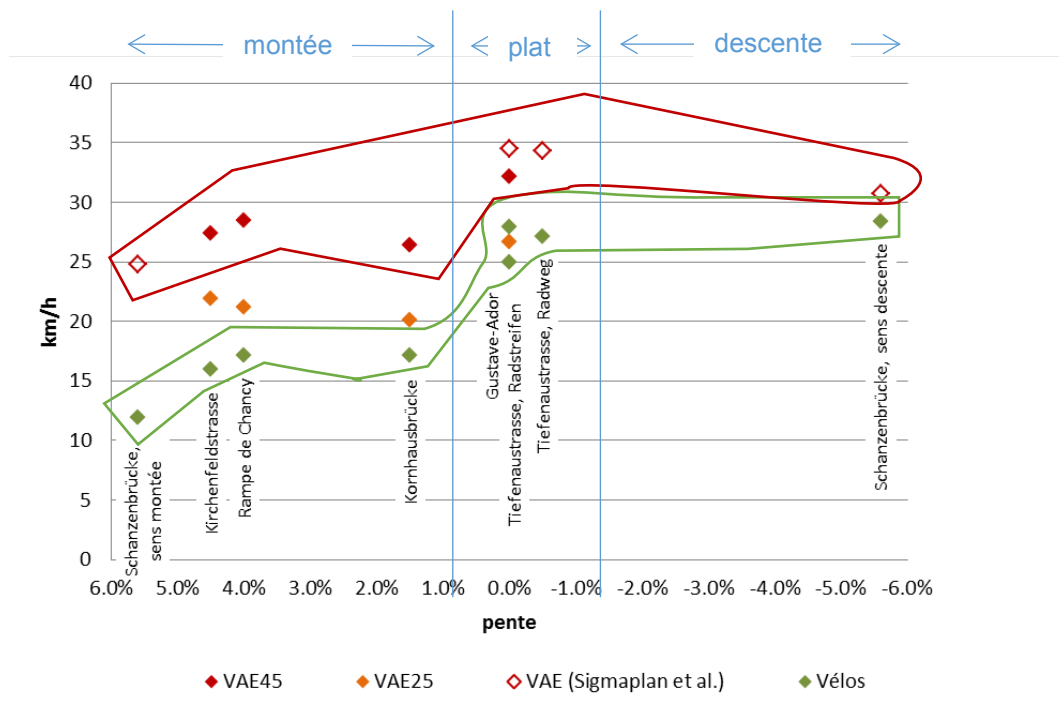


Fig. 22 Synthèse des vitesses moyennes observées

Sources : enquêtes de terrain, étude Sigmaplan et al. [58] (sans distinction entre VAE45 et VAE25)

A noter que les chiffres obtenus de Kontextplan et concernant des voies express vélos (Veloschnellrouten) [54] confirment ces ordres de grandeur (vitesses moyennes comprises entre 17 et 28 km/h suivant la localisation des postes), bien que les différences entre vélos et VAE n'aient pas été identifiées et que les emplacements soient plutôt situés hors milieu urbain.

3.5.2 Vitesses moyennes instantanées au plat

- Les vitesses moyennes des vélos et des VAE25 sont semblables, de l'ordre de 25-27 km/h (voir Fig. 23).
- Les VAE45 ont une vitesse moyenne plus élevée de 5 à 7 km/h.
- Les écarts-types (moyennes des écarts par rapport à la moyenne) sont de l'ordre de 5 à 6 km/h. Ils sont donc nettement supérieurs aux différences de vitesse entre VAE25 et vélos. L'écart-type des VAE45 est sensiblement plus haut que celui des VAE25 et vélos. La différence de vitesse entre les VAE45 et les autres types de vélos est donc bien réelle, il ne s'agit pas d'un problème statistique.

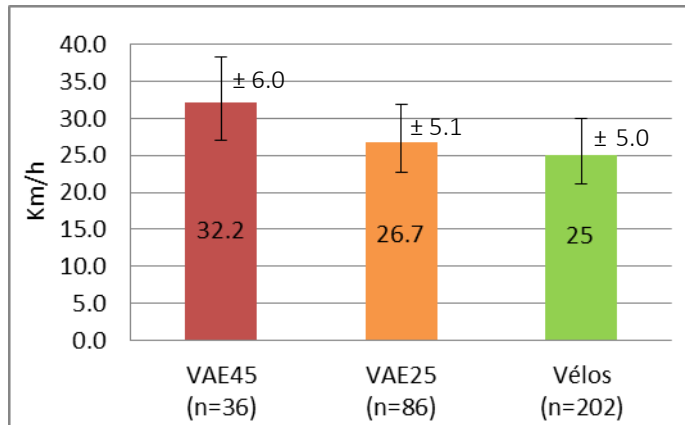


Fig. 23 Vitesses instantanées moyennes au plat : poste Gustave-Ador, Genève

3.5.3 Vitesses moyennes instantanées à la montée

- Sur les trois postes pertinents (voir Fig. 24, Fig. 25 et Fig. 26), la structure des vitesses montre une différence plus importante entre les VAE45 et les VAE25 qu'entre les VAE25 et les vélos :
 - 16-17 km/h pour les vélos;
 - 20-22 km/h pour les VAE25, soit 3 à 5 km/h plus vite que les vélos;
 - 26-29 km/h pour les VAE45, soit 9 à 12 km/h plus vite que les vélos.
- Les écarts-types sont généralement nettement supérieurs pour les VAE45 (6 km/h) que pour les vélos et VAE25 (3-5 km/h), sauf sur la rampe de Chancy.

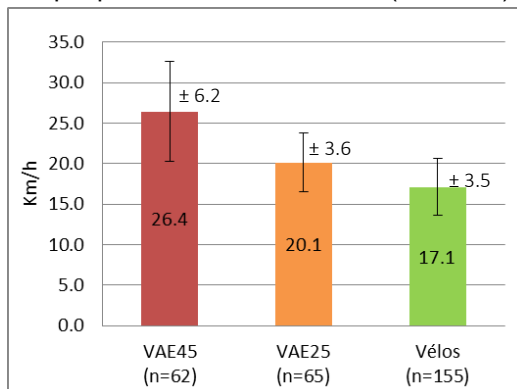


Fig. 24 Vitesses instantanées moyennes à la montée : poste Kornhausbrücke, Berne (rampe de + 1-2%)

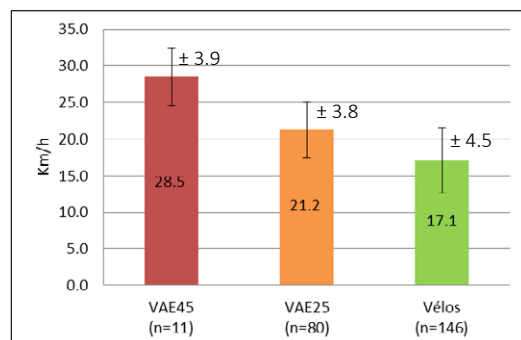


Fig. 25 Vitesses instantanées moyennes à la montée : poste Rampe de Chancy, Genève (rampe de + 4%)

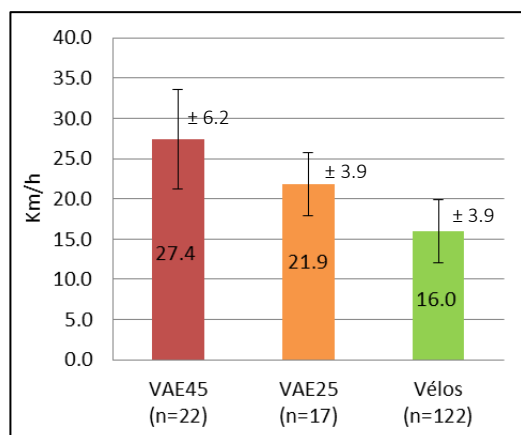


Fig. 26 Vitesses instantanées moyennes à la montée : poste Kirchenfeldstrasse, Berne (rampe de + 4.5%)

3.5.4 Distribution des vitesses instantanées

- Au plat (Fig. 27) :
 - les VAE45 circulent presque tous à une vitesse supérieure à la moyenne vélos, mais de manière répartie;
 - les VAE25 sont relativement uniformément répartis le long de la courbe.

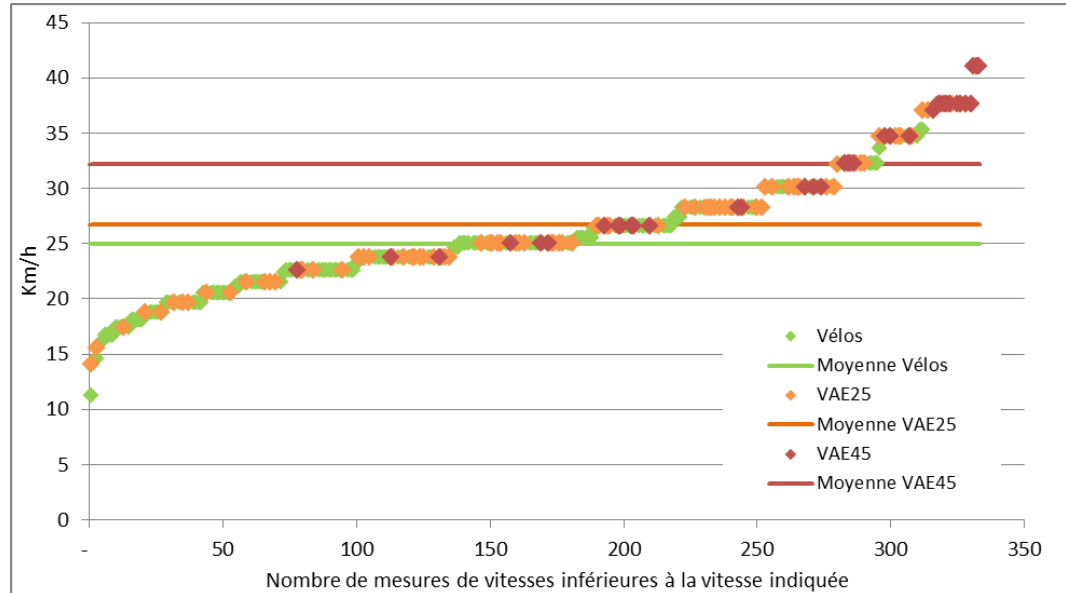


Fig. 27 Courbe classée des vitesses instantanées au plat (Gustave-Ador)

- A la montée (Fig. 28) :
 - les VAE45 sont clairement regroupés dans la partie supérieure de la courbe;
 - les VAE25 sont répartis tout au long de l'axe, mais de manière non uniforme (part plus importante dans la moitié supérieure, contrairement à la courbe de Gustave-Ador).

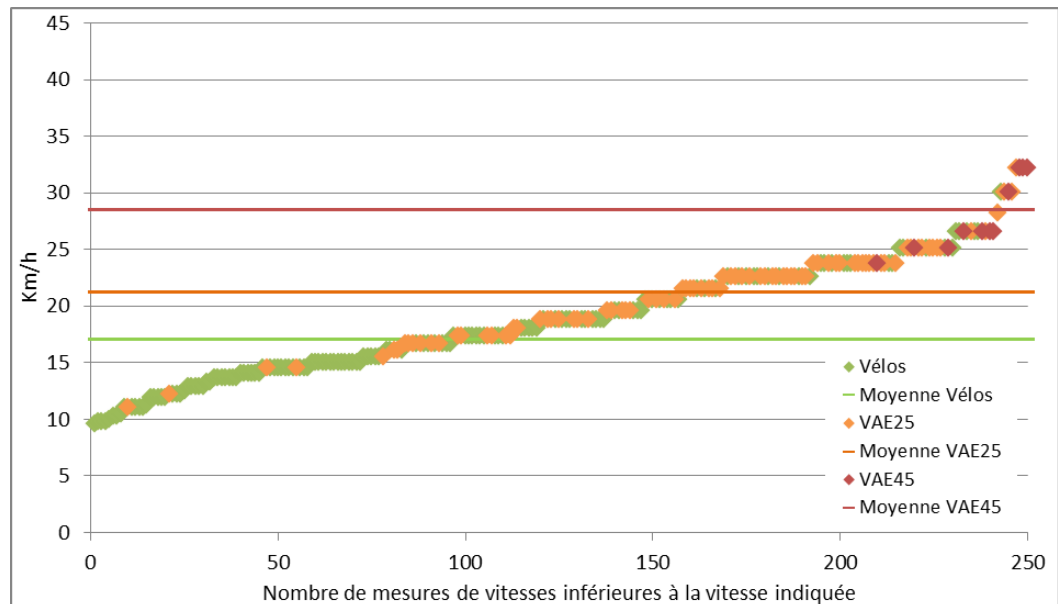


Fig. 28 Courbe classée des vitesses instantanées à la montée (Rampe de Chancy, +4%)

3.6 Dépassements – analyse qualitative

Afin de mettre en évidence les éventuels problèmes liés aux dépassements entre VAE et vélos, une analyse qualitative a été produite sur la base des observations réalisées par les enquêteurs, complétées par les relevés vidéo. Les dépassements effectués par les VAE ont été observés au niveau de quatre postes d'enquêtes :

- quai Gustave-Ador (4x VAE45-vélo, 3x VAE25-vélo) : dépassements délicats ou gênés dans 50% des cas;
- rampe de Chancy (1x VAE45-vélo, 2x VAE25-VAE25, 15x VAE25-vélo) : dépassements délicats ou gênés dans 25% des cas (voir Fig. 29);



Fig. 29 Dépassement observé (VAE45/vélo) à la rampe de Chancy

- Kirchenfeldstrasse (7x VAE45-vélo, 2x VAE25-vélo) : dépassements délicats ou gênés dans 50% des cas (voir Fig. 30);



Fig. 30 Dépassement observé à la Kirchenfeldstrasse

- Kornhausbrücke (27x VAE45-vélo, 22x VAE25-vélo) : dépassements délicats dans 30% des cas, franchissement du rail du tram dans 25% des cas (voir Fig. 31).



Fig. 31 Dépassement observé sur le Kornhausbrücke

Les **différentiels de vitesses moyennes** entre le VAE effectuant le dépassement et le vélo/VAE dépassé sont souvent importants, **de l'ordre de 6 à 12 km/h**.

Dans 25 à 50% des cas suivant le poste, le dépassement ne peut s'effectuer ou est réalisé dans des conditions difficiles. Différents facteurs peuvent contribuer à ces difficultés, tels qu'un espace insuffisant entre le vélo et le trafic circulant sur l'axe, un rail de tram à franchir, etc.

3.7 Dépassements – analyse quantitative

L'analyse quantitative des dépassements a pour objectifs de mettre en rapport la répartition entre les différents types de vélos circulant et la quantité de dépassement observée. Il s'agit de déterminer dans quelles proportions une part plus importante de VAE25 ou de VAE45 engendre des dépassements plus nombreux

3.7.1 Méthode employée pour le calcul des ratios de dépassement

- L'heure exacte de passage de chaque VAE et vélo et la vitesse instantanée ont été mesurées au droit du poste d'enquête.
- Un **tronçon « homogène »** est identifié, sur lequel la vitesse du VAE/vélo est supposée constante et égale à la vitesse mesurée au point d'enquête (voir Fig. 32).
- Le **nombre de dépassements** peut alors être calculé pour chaque VAE/vélo sur la totalité du tronçon homogène.
- Des **ratios de dépassement par 100 m de tronçon** sont alors estimés :
 - **par VAE/vélo**;
 - **par tranche d'une heure** (en multipliant par le nombre de VAE/vélos circulant dans l'heure donnée).

Il est à relever que :

- pour les postes enquêtés durant 2h30 (Gustave-Ador, Chancy, Kirchenfeldstrasse), 4 ratios horaires sont calculés: 1x sur la base de la moyenne horaire sur 2h30 et 3x sur la base de tranches horaires spécifiques (p.ex. 7h-8h, 7h45-8h45 et 8h30-9h30);
- pour Kornhausbrücke, les vitesses des vélos n'ont été mesurées que durant 1h (7h-8h), ne donnant qu'un ratio.

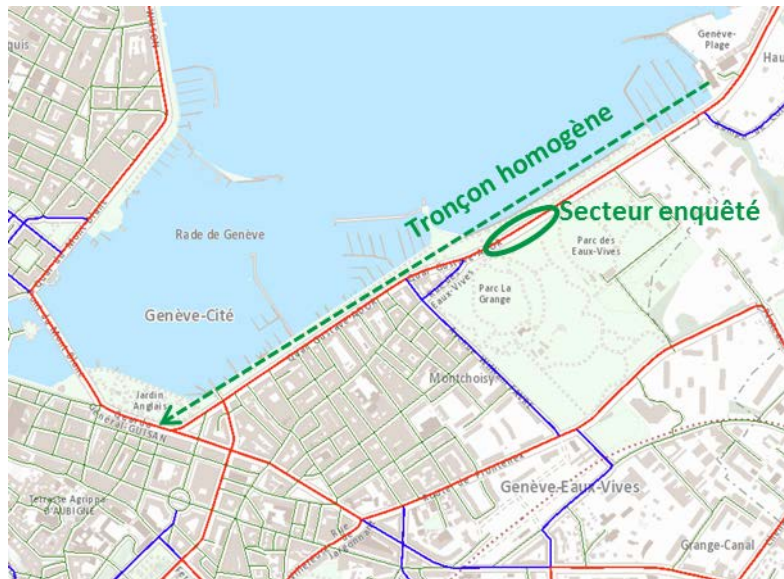


Fig. 32 Exemple d'application de la méthode retenue sur le quai Gustave-Ador :
 - secteur enquêté (caméra + enquêteurs) : env. 100m
 - tronçon homogène pour l'extrapolation des dépassements : env. 1'700m

3.7.2 Ratios de dépassements / heure / 100 m

L'analyse des ratios de dépassement sur les différents postes enquêtés permet de mettre en évidence les points suivants (voir Fig. 33) :

- les ratios calculés montrent un rapport linéaire entre le nombre de vélos+VAE et le nombre de dépassements;
- le rapport est nettement plus fort pour les tronçons à la montée (Kornhaus, Chancy, Kirchenfeld) que pour les tronçons plats (Ador).

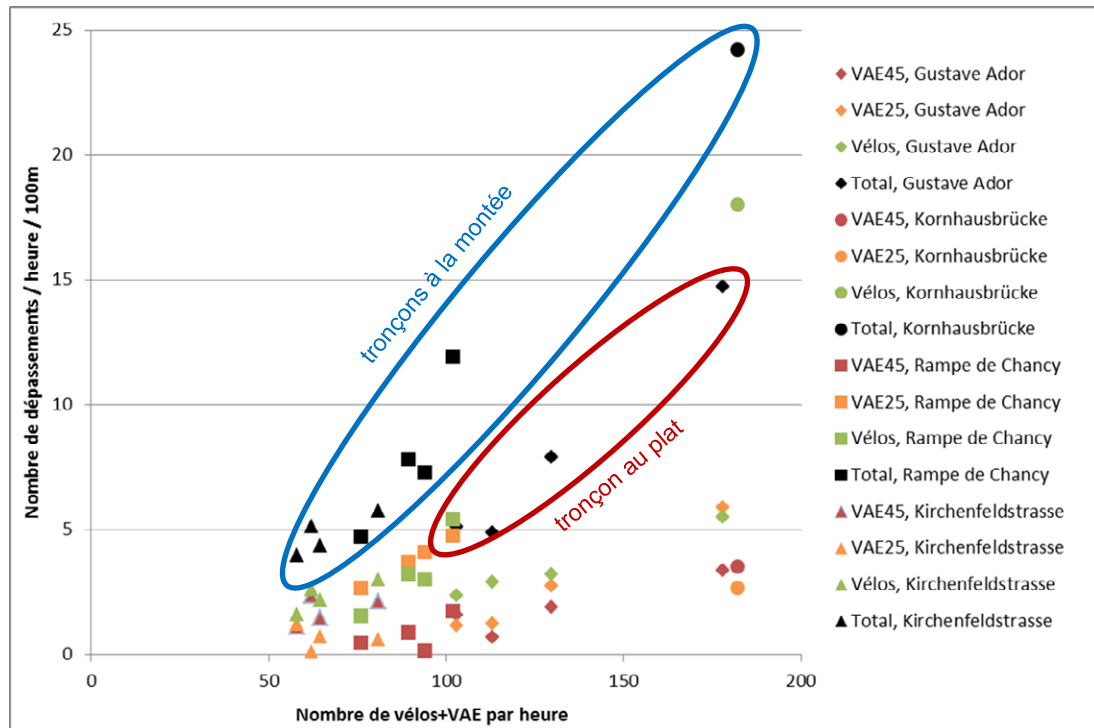


Fig. 33 Ratios de dépassement par heure et par 100 m calculés pour les différents postes enquêtés

Exemple de lecture du graphique : sur Gustave Ador (cf losanges), 4 périodes d'observation d'une heure sont représentées durant lesquelles un total d'environ 100, 110, 130 et respectivement 180 vélos+VAE ont été enquêtés. Si l'on observe la mesure à 130 vélos+VAE, on constate que durant cette heure, les VAE45 (losange rouge) ont généré env. 2 dépassements par heure et par 100 m. Les VAE25 (losange orange) et les vélos (losange vert) ont quant à eux générés chacun environ 3 dépassements par heure et par 100 m. Ainsi, un total cumulé de $2+3+3=8$ dépassements par heure et par 100 m (losange noir) a été généré durant cette période d'observation sur ce tronçon.

Une comparaison avec les résultats de la recherche Sigmaplan *et al.* [58] a permis de mettre en évidence les points suivants (voir Fig. 34) :

- les ratios calculés par Transitec pour les tronçons **en montée** sont homogènes avec les ratios mesurés par Sigmaplan *et al.* sur Schanzenbrücke: **5 à 10 dép/h/100m pour 50 à 100 vélos+VAE/h** (voir point 1 de la figure);
- les ratios calculés **au plat** sont également homogènes avec les simulations de Sigmaplan *et al.* : **5 à 15 dép/h/100m pour 100 à 200 vélos+VAE/h** (voir point 2 de la figure).

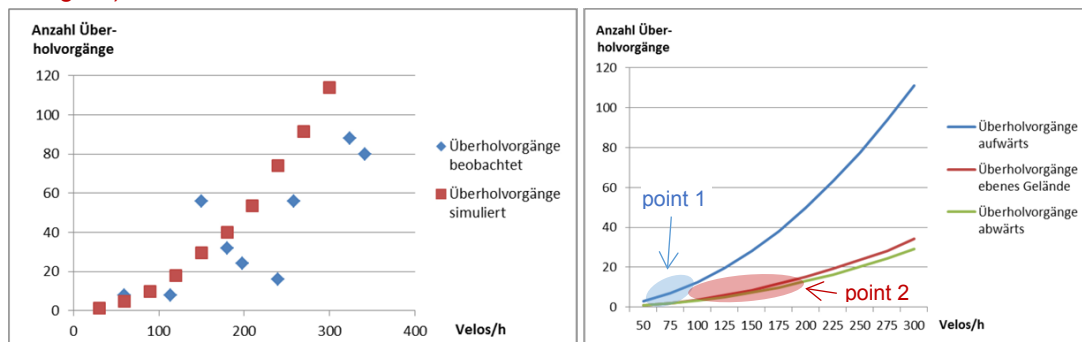


Fig. 34

Gauche : dépassements/h/100m mesurés (bleu) et simulés (rouge) sur Schanzenbrücke (à la montée), en fonction de la densité du trafic cyclable (Source : [58]).

Droite : dépassements/h/100m simulés à la montée (bleu), au plat (rouge) et à la descente (vert), en fonction de la densité du trafic cyclable (Source : [58]).

Notes :

- les valeurs de Schanzenbrücke sont mesurées sur des périodes de 10 minutes (ensuite extrapolées à l'heure), ce qui explique pourquoi des valeurs de 300 à 400 vélos/h sont ponctuellement atteintes;
- les valeurs simulées sont supérieures aux valeurs mesurées lorsque le nombre de vélos est important (dépassements potentiels n'ayant pu être réalisés).

3.7.3 Ratios de dépassement / 100 m / VAE ou vélo

Les ratios de nombre de dépassement par 100 m et par VAE ou vélo sont compris (voir Tableau 2) :

- entre 0.04 et 0.06 pour les vélos;
- entre 0.08 et 0.12 pour les VAE25, **soit un ratio deux fois plus élevé que les vélos;**
- entre 0.13 et 0.20 pour les VAE45, **soit un ratio trois à quatre fois plus élevé que les vélos.**

S'il est avéré que le nombre de dépassements générés par les VAE25 est plus élevé que pour les vélos conventionnels, les ratios des VAE25 sont situés à « mi-chemin » entre les vélos et les VAE45.

Tableau 2 Ratios de dépassement / 100 m / VAE ou vélo pour les différents postes enquêtés.

	Gustave-Ador (7h-9h30)	Rampe de Chancy (16h-18h30)	Kornhausbrücke (7h-8h)	Kirchenfeldstrasse (16h30-19h)
VAE45	0.13	0.20	0.17	0.17
VAE25	0.08	0.12	0.11	0.11
Vélos	0.04	0.06	0.05	0.05
Moyenne	0.06	0.09	0.07	0.07

Note : les ratios des différents postes dépendent bien évidemment du nombre de vélos circulant aux différents endroits.

3.7.4 Ratio de dépassements / heure / 100 m par type de vélo

Les mesures réalisées permettent de mettre en évidence la part des dépassements générés par heure et par tronçon de 100 m et de rapporter cette valeur au pourcentage des différents types de cycles circulant durant l'heure donnée.

Au plat (Gustave-Ador – voir Fig. 35), les dépassements générés par les VAE25 ne sont guère supérieurs aux vélos. Par contre, les VAE45 génèrent une proportion de dépassements nettement supérieure à leur « part modale » :

- les vélos représentent en moyenne 60% du total et génèrent 40 à 60% des dépassements;
- les VAE25 représentent en moyenne 25 à 30% du total et génèrent 25 à 40% des dépassements;
- **les VAE45 représentent en moyenne 10 à 15% du total et génèrent 15 à 30% des dépassements.**

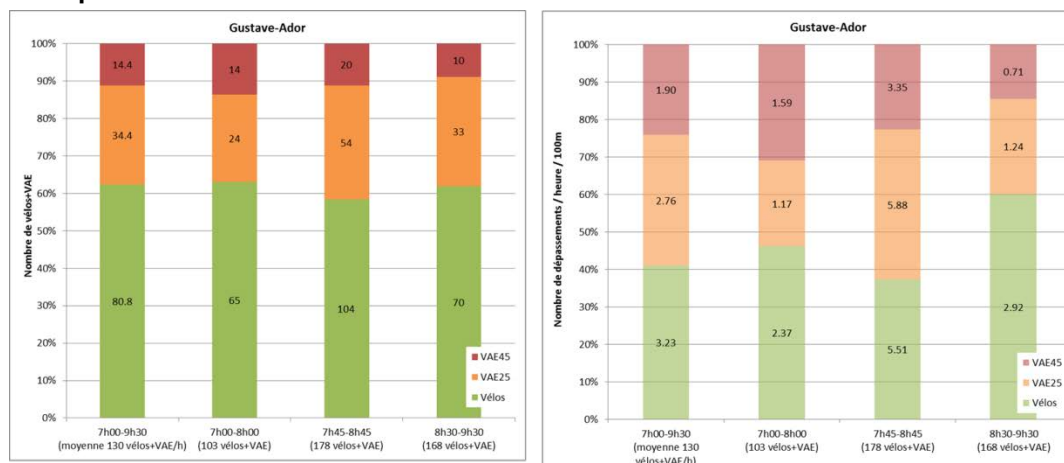


Fig. 35 Part des différents types de vélos et ratios de dépassement / heure / 100 m pour chaque type au plat (Gustave-Ador)

A la montée (Rampe de Chancy – voir Fig. 36), les VAE25 génèrent en revanche nettement plus de dépassements que les vélos, tout comme les VAE45. Il est donc indispensable de prendre en compte la proportion de VAE dans le trafic pour planifier les aménagements cyclables et ce d'autant plus dans les montées :

- Les vélos représentent en moyenne 60% du total et génèrent 35 à 45% des dépassements
- **Les VAE25 représentent en moyenne 30 à 35% du total et génèrent 40 à 60% des dépassements.**
- Les VAE45 représentent en moyenne 2 à 8% du total et génèrent 2 à 15% des dépassements.

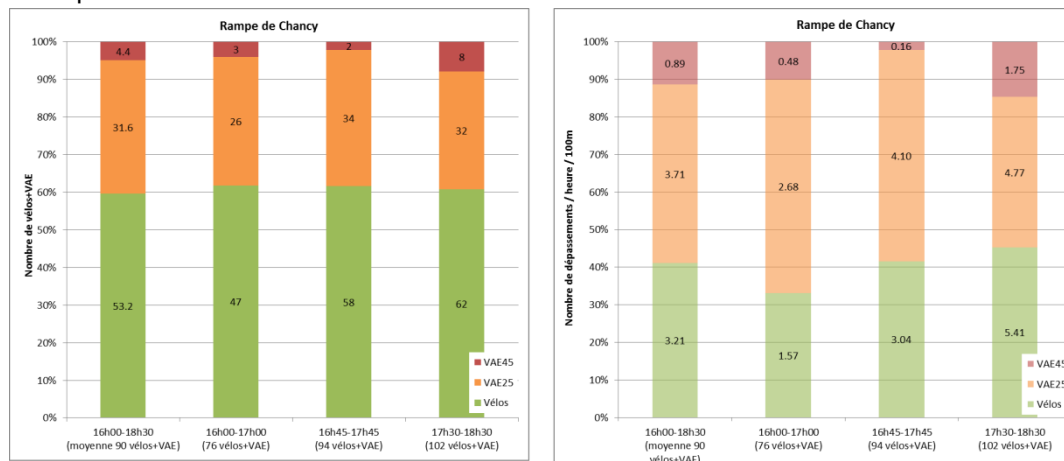


Fig. 36 Part des différents types de vélos et ratios de dépassement / heure / 100 m pour chaque type à la montée (Rampe de Chancy)

3.8 Choix de l'aménagement

Piste cyclable ou trottoir non ouvert aux cycles à plat (Gustave-Ador – voir Fig. 37) :

- dans tous les cas, la piste cyclable est privilégiée (~2/3 des usagers);
- très peu de différence est constatée entre VAE25 et vélos, qui utilisent le trottoir piéton d'une manière non négligeable (~1/3 des usagers);
- **les VAE45 sollicitent plus fortement les aménagements rapides** (piste et voie de circulation motorisée pour 9 usagers sur 10).

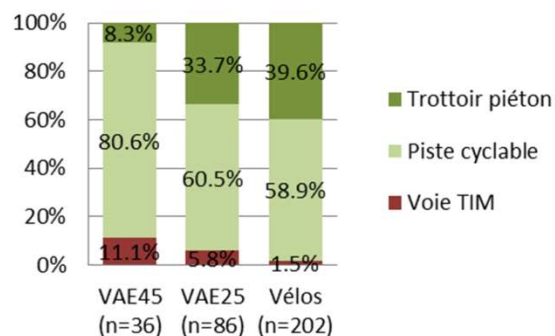


Fig. 37 Choix de l'aménagement en fonction du type de vélo (Gustave-Ador)

Voie de circulation générale ou trottoir mixte à plat (Coulouvrenière – voir Fig. 38) :

- le trottoir mixte est privilégié par 87% des usagers;
- la part des VAE45 choisissant la voie TIM est toutefois plus importante que pour les autres vélos (~20%), indiquant que **les VAE45 privilégient davantage les aménagements rapides**.

Note : emprunter le trottoir mixte permet d'éviter le feu à la fin du pont (le trottoir mixte continue sur la rue Terreaux-du-Temple)

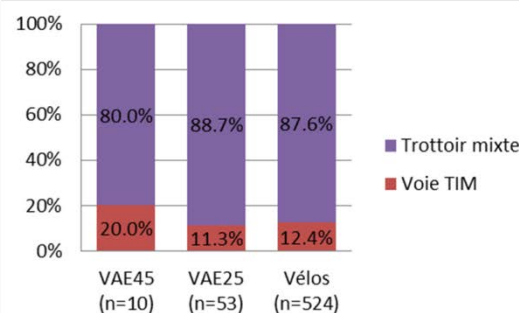


Fig. 38 Choix de l'aménagement en fonction du type de vélo (Coulouvrenière)

Voie de circulation générale avec bande cyclable ou trottoir ouvert aux cycles à la montée (Thunstrasse – voir Fig. 39) :

- la part des VAE45 choisissant la voie TIM est beaucoup plus importante que pour les autres vélos (~85%), **indiquant que les VAE45 privilégient les aménagements rapides;**
- les VAE25 sont également plus nombreux à emprunter la voie TIM (~60%);
- seuls les vélos empruntent majoritairement le trottoir mixte (~63%), ce qui permet d'en déduire que l'aménagement du trottoir n'est pas adapté aux VAE à cet endroit (on peut supposer qu'une auto-régulation a lieu, en raison de la quantité non négligeable de piétons).

Globalement, on observe une part plus importante de vélos/VAE sur la chaussée qu'à la rue de la Coulouvrenière à Genève (cf ci-avant), du fait que l'aménagement dans la voie de circulation est nettement plus favorable aux cycles (bande cyclable et largeur générale suffisante).



Fig. 39 Choix de l'aménagement en fonction du type de vélo (Thunstrasse)

Choix de l'aménagement – synthèse :

- **les VAE45 privilégient les aménagements rapides, de façon nette par rapport aux VAE25 et aux vélos.** Même dans le cas où un trottoir partagé leur offre un avantage en fin de tronçon (Coulouvrenière), ils sont plus nombreux que les autres cycles à emprunter la voie TIM. Ainsi, une limitation des VAE45 sur les aménagements partagés pourrait être compatible avec l'intérêt des VAE45, dans la mesure où une alternative crédible existe;
- **les VAE25 se comportent de manière très semblable aux cycles, sauf à la montée (Thunstrasse),** où 40% des VAE25 se retrouvent sur le trottoir, soit une valeur intermédiaire entre les VAE45 (15%) et les vélos (60%). Ainsi, la réflexion d'une cohabitation entre vélos et piétons dans les tronçons en montée doit tenir compte de la présence potentielle des VAE25.

3.9 Conflits aux carrefours giratoires

Pour rappel, les conflits aux carrefours giratoires ont été étudiés dans le but de mettre en évidence un éventuel manque de respect de la priorité des usagers motorisés envers les VAE, qui serait plus important qu'envers les cyclistes, en raison des vitesses de circulation sous-estimées des VAE.

Les résultats principaux des analyses réalisées sur différents postes (St-Georges à Genève, Loryplatz à Berne et Tiefenau à Berne sur la base des vidéos de Verkehrsteiner [58]) sont les suivants :

- **d'une manière générale, les VAE et les vélos n'ont que peu de problèmes de progression dans les giratoires observés;**
- **ces enquêtes n'ont pas permis de mettre en évidence une différence de comportement des automobilistes (respect de la priorité) entre VAE et vélos.**

Il faut noter que les giratoires étudiés ont été retenus en raison de la densité de trafic (cycliste et TIM), laissant supposer un nombre potentiel de conflits importants. En réalité, cette densité engendre des vitesses modérées limitant la dangerosité réelle des conflits. La méthode retenue présente ici une limite : aurait-il fallu choisir un giratoire peu fréquenté pour espérer y observer quelque chose ?

A noter que l'OFROU doit démarrer une étude visant à déterminer les facteurs expliquant la dangerosité de certains giratoires. Les données d'accidentologie ont en effet mis en évidence que certains giratoires sont nettement plus accidentogènes que d'autres, sans que les raisons objectives n'aient pu à ce jour être déterminées. Un projet pilote doit être mené dans le canton de Berne, où 36% des accidents ayant lieu dans des giratoires se concentrent sur 5% des giratoires seulement. **Il serait opportun d'intégrer la problématique de l'accidentologie des VAE dans cette recherche.**

4 Validité des hypothèses de recherche et problèmes posés

Le présent chapitre vise à :

- vérifier la validité des sous-hypothèses de recherche définies au chapitre 1.7;
- pour les sous-hypothèses vérifiées, mettre en exergue les problèmes posés au système de transport dans la situation actuelle;
- déterminer l'évolution attendue des problèmes identifiés dans le futur.

4.1 Validité des hypothèses de recherche

La validité des sous-hypothèses de recherche a été testée sur la base :

- de l'analyse du système VAE (chapitre 2) pour les thèmes généraux;
- des résultats des enquêtes de terrain (chapitre 3) pour les situations d'interaction définies;
- de l'expérience des experts composant l'équipe de recherche et la commission de suivi.

Dans la description des sous-hypothèses de recherche, le code de couleur suivant a été appliqué :

- **vert** si la sous-hypothèse est confirmée par la recherche;
- **orange** si la sous-hypothèse est partiellement confirmée par la recherche;
- **violet** si la recherche n'a pas permis d'établir des résultats probants.

A la suite de la sous-hypothèse figure une synthèse des principaux **résultats** ayant permis d'aboutir à la conclusion indiquée.

*Les **sources** sur lesquelles la recherche s'est basée sont ensuite référencées en italique.*

Le Tableau 3 résume l'ensemble des sous-hypothèses avec pour chacune d'entre elles une synthèse du résultat des analyses et l'évaluation de leur validité.

Tableau 3 Synthèse de l'analyse des sous-hypothèses de recherche

Hypothèse	Sous-hypothèse / thème	Résultats des analyses
1 : VAE45 ≠ VAE25 : usagers, motifs, intensité, ...	1.1 Différences en termes d'usagers-types et de motifs d'utilisation	VAE25 : urbain, 5-10 km, pers. âgées, ... VAE45 : inter-localités, 10-20km, pendulaires, ...
	1.2 Différences en termes de degré d'utilisation	VAE25 : env. 2'000 km/an VAE45 : env. 3'500 km/an
	1.3 Différences en termes de vitesses et de comportement (dépassement) au plat	VAE25 : vitesses proches du vélo (20-27 km/h), nombre de dépassements proches du vélo VAE45 : vitesses supérieures de 5-7 km/h, nombre de dép. x 1-2
	1.4 Différences en termes de vitesses et de comportement (dépassement) à la montée	VAE25 : vitesses supérieures de 4-6 km/h et nombre de dépassements x1-2 VAE45 : vitesses supérieures de 9-12 km/h, nombre de dép. x 2-3
2 : VAE45 = VAE25 : perception mutuelle, stationnement, ...	2.1 Les VAE ne sont pas perçus en tant que tel par les autres usagers (piétons, voitures)	Accidents liés au refus de priorité : Enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus supérieur pour les VAE
	2.2 Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de formation routière (VAE25 / seniors)	Le nombre d'accidents lié aux pertes de maîtrise confirme que la formation des usagers des VAE25 est nécessaire.
	2.3 Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de formation routière (VAE45 / pendulaires)	Le nombre d'accidents lié aux pertes de maîtrise confirme (en partie) que la formation des usagers des VAE45 est nécessaire
	2.4 Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de stationnement (espace, sécurité, accès, alimentation électrique)	Besoins spécifiques : espace 2 m ² minimum (poids -> pas de surélévation possible), espace fermé (type vélostation), accessibilité aisée, prise électrique à proximité (recharge batterie)
	2.5 Les VAE transportent plus souvent des charges / remorques et ont donc besoin de plus d'espace	Un peu plus de VAE avec des remorques
3 : VAE25 ok, avec problèmes ponctuels	3.1 Dans la plupart des cas, le VAE25 ne nécessite pas d'aménagement / réglementation particuliers. Son développement permet plutôt une homogénéisation des vitesses entre les différents types de cyclistes	Validé pour le cas standard (au plat, en milieu urbain)
	3.2 Exception 1a : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux -> cas de dépassements plus nombreux	Vitesses supérieures de 4-6 km/h et nombre de dépassements x1-2
	3.3 Exception 1b : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux -> cohabitation avec piétons plus délicate	Vitesses supérieures de 4-6 km/h
	3.4 Exception 2 : les personnes âgées sont plus vulnérables	Démontré
	3.5 Exception 3 : aux carrefours, les refus de priorité augmentent, en raison de l'impression de pédalage "au ralenti"	Accidents liés au refus de priorité : Enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus supérieur pour les VAE
4. VAE45 !	4.1 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules : - catégorisation en tant que cyclomoteur léger	La situation actuelle pose des problèmes de lisibilité / compréhension par les usagers de VAE et les autres usagers. Une nouvelle catégorie spécifique pour les VAE45 serait cependant délicate à mettre en oeuvre et peu compréhensible
	4.2 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules : - équipement (contrôle de vitesse)	Les VAE45 roulent nettement plus vite, il paraît illogique de ne pas pouvoir contrôler les vitesses dans les zones 20-30 et sur les tronçons limités à 30 km/h
	4.3 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les usagers : - exigences relatives à l'utilisateur (âge, permis, cours de sensibilisation)	Difficile de mettre des règles plus contraignantes sans "tuer" le VAE45. Mettre plutôt l'accent sur la formation
	4.4 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des bandes cyclables (largeurs + obligation d'utilisation)	Vitesses supérieures de 5-12 km/h (en localité) -> probablement des différences de vitesses nettement plus importantes hors localité
	4.5 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des voies cyclables (caractéristiques géométriques, obligation d'utilisation, limitation de la vitesse)	Vitesses supérieures de 5-12 km/h (en localité) -> probablement des différences de vitesses nettement plus importantes hors localité, projet selon norme (30 km/h) insuffisant
	4.6 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des règles de cohabitation avec les piétons	Au vu des vitesses des VAE45, la cohabitation VAE45 / piétons n'est en règle générale pas souhaitable
	4.7 Les caract. du VAE45 augmentent les risques de refus de priorité aux carrefours	Accidents liés au refus de priorité : Enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus supérieur pour les VAE

4.1.1 Hypothèse 1 : différences entre VAE45 et VAE25

1.1. Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes d'usagers-types et de motifs d'utilisation.

Résultats :

- le VAE25 est préférentiellement utilisé pour des déplacements urbains, de l'ordre de 5 à 10 km et plutôt par des personnes âgées;
- le VAE45 est préférentiellement utilisé pour des déplacements inter-urbains ou inter-localités, de l'ordre de 10 à 20 km et plutôt par des usagers pendulaires.

Source : analyse système (chapitre 2.1) – valorisation des données étude Ecoplan [26]

1.2. Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de degré d'utilisation.

Résultats : les distances parcourues varient fortement, de l'ordre de 2'000 km/an en moyenne pour les VAE25 à 3'500 km/an en moyenne pour les VAE45.

Source : analyse système (chapitre 2.1) – valorisation des données étude Ecoplan [26]

1.3. Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de vitesses et de comportement au plat.

Résultats : les différences en termes de vitesses et de nombre de dépassements au plat sont importantes :

- les VAE25 circulent généralement à des vitesses instantanées moyennes proches de celles des vélos traditionnels, soit 20 à 27 km/h, le nombre de dépassements effectués est également proche de celui des vélos traditionnels;
- les VAE45 circulent à des vitesses instantanées moyennes de l'ordre de 29 à 32 km/h, soit 5 à 7 km/h plus vite que les autres cycles. Le nombre de dépassements sur un tronçon donné peut être multiplié par deux.

Ainsi, **au plat et en milieu urbain, les caractéristiques des déplacements des VAE25 sont nettement plus proches des vélos traditionnels que des VAE45.** Pour le cas général, il peut donc être admis que le VAE25 ne pose pas d'exigence particulière (voir hypothèse 3.1), alors que le VAE45 pose des difficultés (voir hypothèses 4.4 et 4.5).

Sources : enquêtes de terrain (Gustave-Ador – chapitres 3.5 à 3.7), données Sigmaplan et al. (Tiefenaustrasse Radstreifen, Tiefenaustrasse Radweg) [58]

1.4. Les VAE45 et les VAE25 présentent des différences en termes de vitesses et de comportement à la montée.

Résultats : les différences en termes de vitesses et de nombre de dépassements à la montée sont également importantes :

- les VAE25 circulent généralement à des vitesses instantanées moyennes supérieures de 4 à 6 km/h aux vélos traditionnels, soit 20 à 22 km/h, le nombre de dépassements effectués peut être multiplié par deux par rapport aux vélos traditionnels;
- les VAE45 circulent à des vitesses instantanées moyennes de l'ordre de 26 à 30 km/h, soit 9 à 12 km/h plus vite que les vélos traditionnels. Le nombre de dépassements sur un tronçon donné peut être multiplié par trois par rapport aux vélos traditionnels.

Ainsi, **à la montée, les caractéristiques des déplacements des VAE25 se distinguent à la fois des VAE45 et des vélos.** Dans ce cas de figure, les VAE25 peuvent poser des problèmes (voir hypothèse 3.2) aussi bien que les VAE45 (voir hypothèses 4.4 et 4.5).

Sources : enquêtes de terrain (Rampe de Chancy, Kirchenfeldstrasse, Kornhausbrücke – chapitres 3.5 à 3.7), données Sigmaplan et al. (Schanzenbrücke) [58]

4.1.2 Hypothèse 2 : points communs entre VAE45 et VAE25

2.1. Les VAE ne sont pas perçus en tant que tels par les autres usagers

Résultats :

- les enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus de priorité aux carrefours supérieur pour les VAE par rapport aux vélos traditionnels;
- les études du bpa démontrent que les VAE sont plus exposés aux accidents graves, mais cela est probablement lié à l'âge supérieur des utilisateurs;
- les statistiques du bpa mettent également en évidence, pour les cas de collision, une proportion d'usagers antagonistes responsables légèrement supérieure pour les VAE (70%) que pour les vélos traditionnels (61%), laissant présager que la vitesse des VAE est effectivement plus souvent sous-estimée.

Sources : enquêtes de terrain (giratoire St-Georges, giratoire Loryplatz – chapitre 3.9), données Sigmaplan et al. (giratoire Tiefenau) [58], données bpa [38] [39].

2.2. Les VAE25 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière

2.3. Les VAE45 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière

Résultats :

- le nombre d'accidents élevé lié aux pertes de maîtrise laisse supposer qu'une meilleure formation des utilisateurs de VAE est nécessaire;
- la part des pertes de maîtrise est plus importante pour les VAE25 (52%) que pour les VAE45 (45%), ce qui s'explique probablement par la plus grande part de seniors utilisant les VAE25, qui peuvent être « dépassés » par les capacités de leur engin (notamment pour ceux qui n'ont plus pratiqué le vélo depuis de nombreuses années).

Sources : analyse système (chapitre 2.1), étude bpa [38]

2.4. Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de stationnement (espace, sécurité, accès, alimentation électrique)

Résultats : besoins spécifiques en stationnement :

- espace de 2 m² au minimum, utilisation de crochets au plafond inadaptée (poids);
- espace fermé, de type vélostation (coût du vélo);
- accessibilité aisée et sans marche;
- prises électriques permettant la recharge de la batterie.

Sources : analyse système (chapitre 2.2), données littérature Pays-Bas [51], expérience des spécialistes

2.5. Les VAE transportent plus souvent des charges / remorques et ont donc besoin de plus d'espace

Résultats : les enquêtes ont montré que le pourcentage de remorques était légèrement plus élevé pour les VAE que pour les vélos traditionnels, mais les proportions restent à ce jour faibles (de l'ordre de quelques pourcents au maximum) et l'échantillon observé n'était pas forcément représentatif.

Sources : enquêtes de terrain (chapitre 3.3)

4.1.3 Hypothèse 3 : VAE25 proche du vélo traditionnel

3.1. *Dans la plupart des cas, le VAE25 ne nécessite pas d'aménagement / réglementation particuliers. Son développement permet plutôt une homogénéisation des vitesses entre les différents types de cyclistes*

Résultats : au plat, les vitesses mesurées des VAE25 sont très proches de celles des vélos traditionnels (voir hypothèse 1.3).

Sources : enquêtes de terrain (Gustave-Ador – chapitres 3.5 à 3.7), données Sigmaplan et al. (Tiefenaustrasse Radstreifen, Tiefenaustrasse Radweg) [58]

3.2. *Exception 1a : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux, ce qui entraîne de plus nombreux dépassements*

Résultats : à la montée, les VAE25 présentent des vitesses supérieures de 4-6 km/h et le nombre de dépassements peut être multiplié par un facteur de 1 à 2 (voir hypothèse 1.4).

Sources : enquêtes de terrain (Rampe de Chancy, Kirchenfeldstrasse, Kornhausbrücke - chapitres 3.5 à 3.7), données Sigmaplan et al. (Schanzenbrücke) [58]

3.3. *Exception 1b : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux, ce qui rend la cohabitation avec les piétons plus délicate*

Résultats : aucune mesure de vitesse n'a été réalisée sur des aménagements partagés. Néanmoins, au vu des vitesses mesurées ailleurs à la montée, il peut être admis que la cohabitation entre VAE25 et piétons est nettement plus délicate que la cohabitation entre vélos traditionnels et piétons, qui est déjà souvent problématique

Sources : analyse système (chapitre 2.4), analyses juridiques (annexe III), extrapolation sur la base des enquêtes de terrain (chapitres 3.5 à 3.7).

3.4. *Exception 2 : les personnes âgées sont plus vulnérables*

Résultats : la forte proportion de blessés graves des accidents liés aux VAE est très probablement liée à la vulnérabilité des personnes âgées, surreprésentées parmi les usagers des VAE

Source : analyse système (chapitre 2.1), étude bpa [38]

3.5. *Exception 3 : aux carrefours, les refus de priorité augmentent*

Résultats : les enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus de priorité aux carrefours supérieur pour les VAE par rapport aux vélos traditionnels. Les statistiques du bpa mettent cependant en évidence, pour les cas de collision, une proportion d'usagers antagonistes responsables légèrement supérieure pour les VAE (70%) que pour les vélos traditionnels (61%), laissant présager que la vitesse des VAE est effectivement plus souvent sous-estimée (différence entre VAE25 et VAE45 non documentée).

Sources : enquêtes de terrain (giratoire St-Georges, giratoire Loryplatz – chapitre 3.9), données Sigmaplan et al. (giratoire Tiefenau) [58], données bpa [38] [39].

4.1.4 Hypothèse 4 : particularités du VAE45

4.1. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules (catégorisation en tant que cyclomoteur léger)*

Résultats : la situation actuelle n'est pas compréhensible ni lisible pour les différents usagers. Une nouvelle catégorie pour les VAE45 ne se justifie cependant pas du point de vue légal (impossible de créer une catégorie de véhicule pour chaque type spécifique). La catégorie actuelle (cyclomoteur léger) reste la plus adaptée, mais nécessite quelques adaptations.

Sources : analyse système (chapitre 2.4), analyses juridiques (annexe III)

4.2. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules (équipement – contrôle de vitesse)*

Résultats : étant donné les vitesses moyennes mesurées de l'ordre de 26 à 35 km/h et le poids important des véhicules, il paraît nécessaire de permettre un contrôle de la vitesse dans les zones à vitesse réduite telles que les zones de rencontre.

Sources : analyse système (chapitre 2.4), analyses juridiques (annexe III), enquêtes de terrain (chapitre 3.5 à 3.7)

4.3. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les usagers (exigences relatives à l'utilisateur : âge, permis, sensibilisation)*

Résultats :

- selon les enquêtes de terrain, les vitesses des VAE45 se distinguent de manière importante des autres vélos. Les chiffres du bpa montrent également une proportion supérieure d'accidents graves. Un renforcement des exigences (par exemple permis spécifique obligatoire) pourrait donc être opportun;
- il faut cependant mettre dans la balance la volonté d'encourager le développement de ce mode de transport : des exigences trop fortes pourraient réduire à néant les efforts déployés pour renforcer l'intérêt des mobilités alternatives à la voiture individuelle (pour rappel, plus de la moitié des kilomètres effectués à VAE45 remplacent des déplacements motorisés).

Sources : analyse système (chapitres 2.1 et 2.4), étude bpa [38], analyses juridiques (annexe III)

- 4.4. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des bandes cyclables (dimensionnement, obligation d'utilisation)*
- 4.5. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des voies cyclables (caractéristiques géométriques, obligation d'utilisation, limitation de la vitesse)*

Résultats :

- les vitesses des VAE45 sont, en milieu urbain, 5 à 12 km/h plus élevés que les vélos traditionnels, soit de l'ordre de 26 à 35 km/h en moyenne, avec quelques pointes à 40-45 km/h;
- il est probable que les différences de vitesse entre VAE45 et vélos soient plus marquées hors localité;
- les vitesses mesurées sont compatibles avec les vitesses de dimensionnement recommandées par Sigmaplan *et al.* [58], à savoir :
 - $v = 30$ km/h pour les chemins de randonnées cyclistes non revêtus;
 - $v = 35$ km/h pour les aménagements où les VAE45 sont interdits et où la pente est inférieure à 3%;
 - $v = 45$ km/h dans tous les autres cas;
- ainsi, les recommandations relatives à un dimensionnement pour une vitesse de 45 km/h sont dans tous les cas adaptées;
- l'augmentation des dépassements liée à une forte proportion de VAE45 n'est en revanche pas prise en compte dans les recommandations d'aménagement de Sigmaplan *et al.* [58];
- certaines normes et recommandations ne sont pas adaptées aux VAE45 :
 - les gabarits d'espaces libres (selon VSS SN 640 201 [4]) ne tiennent pas compte de la présence potentielle de remorques;
 - les distances d'arrêt selon les recommandations du canton d'Argovie [18] ne sont pas adaptées à la montée;
- l'obligation d'utiliser les bandes et pistes cyclables pose des problèmes dans la mesure où le dimensionnement de ces dernières est inadapté;
- l'obligation est d'autant plus problématique pour le cas des aménagements cyclables partagés avec des piétons.

Sources : *analyse système (chapitres 2.3 et 2.4), analyses juridiques (annexe III), enquêtes de terrain (chapitres 3.5 à 3.7), étude Sigmaplan et al. [58]*

- 4.6. *Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation des règles de cohabitation avec les piétons*

Résultats : au vu des vitesses mesurées pour les VAE45, la cohabitation avec les piétons devrait être évitée dans toute la mesure du possible.

Sources : *analyse système (chapitre 2.4), analyses juridiques (annexe III)*

- 4.7. *Les caractéristiques du VAE45 augmentent les risques de refus de priorité aux carrefours*

Résultats : les enquêtes n'ont pas pu démontrer un manque de refus de priorité aux carrefours supérieur pour les VAE par rapport aux vélos traditionnels. Les statistiques du bpa mettent cependant en évidence, pour les cas de collision, une proportion d'usagers antagonistes responsables légèrement supérieure pour les VAE (70%) que pour les vélos traditionnels (61%), laissant présager que la vitesse des VAE est effectivement plus souvent sous-estimée (différence entre VAE25 et VAE45 non documentée).

Sources : *enquêtes de terrain (giratoire St-Georges, giratoire Loryplatz – chapitre 3.9), données Sigmaplan et al. (giratoire Tiefenau) [58], données bpa [38] [39].*

4.1.5 Synthèse

Il apparaît que :

- **les VAE25 et VAE45 se distinguent effectivement de manière assez claire en termes d'usage** : les VAE25 sont plutôt utilisés en milieu urbain, pour des distances modérées (5-10 km) et avec des vitesses souvent proches des vélos traditionnels, alors que les usagers des VAE45 effectuent souvent de plus grandes distances (10-20 km), sont plus utilisés en milieu interurbain et roulent plus vite;
- **les VAE présentent certaines similitudes, notamment en termes de besoin de formation des usagers** (plus marqué par les VAE25, qui constitue le choix privilégié des « nouveaux » cyclistes) **et en termes de stationnement** (espace suffisant, sécurisé, prise électrique, ...);
- **le VAE25 est en de nombreux points semblable au vélo**, en termes de vitesses et de comportement. **Il présente cependant certaines spécificités, relatives notamment à l'utilisation en montée** (plus rapide que le vélo) **et au type d'usagers** (personnes âgées surreprésentées et plus vulnérables);
- **le VAE45 est quant à lui plus éloigné du vélo** (les différentiels de vitesse sont nettement plus importants), **ce qui implique une réflexion sur la réglementation existante**, notamment en termes de catégorisation (« cyclomoteur léger »), de l'équipement des véhicules, des exigences relatives à l'utilisateur et des normes et règles en vigueur concernant les infrastructures cyclables (largeurs, obligation d'utilisation, cohabitation avec les piétons, ...). **Il faudra veiller à ce que les adaptations prévues ne défavorisent pas l'usage du VAE45**, étant donné le potentiel important de report modal mis en évidence pour ce mode de transport;
- en revanche, la recherche n'a pas permis de confirmer que le manque de respect de la priorité aux carrefours est plus marqué pour les VAE que pour les cycles traditionnels.

4.2 Problèmes actuels identifiés et évolution attendue

Pour chaque sous-hypothèse de recherche, une synthèse des problèmes actuellement posés au système de transport est présentée sur le Tableau 4.

En outre, une analyse de l'évolution attendue des différents problèmes à moyen-long terme (horizon de 10-15 ans) est indiquée. Pour appréhender la situation future, il faut tenir compte non seulement de l'évolution de la part des VAE25 et VAE45 dans le trafic cycliste, mais aussi de l'évolution des parts modales globales de ce trafic cycliste, comme illustré schématiquement sur la Fig. 40.

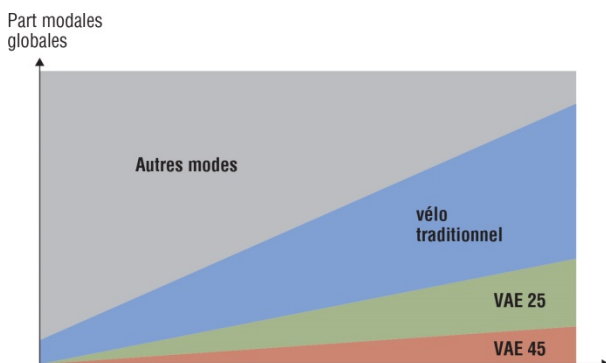


Fig. 40 Illustration de l'évolution potentielle des parts modales de l'ensemble des cycles et des VAE

Dans le cadre de la présente recherche, un scénario « plausible » est proposé, se basant sur les hypothèses suivantes :

- croissance de la part modale de l'ensemble des vélos+VAE dans le système de transport (2x – 3x les parts modales actuelles);
- croissance de la part des VAE dans le trafic cyclable, avec un plafond autour de 20 à 30% du nombre de cycles (valeurs observées lors des enquêtes : env. 18% à Genève, env. 13% à Berne);
- part des VAE45 comprise entre 25 et 50% des VAE (pourcentage des ventes autour de 25% depuis plusieurs années, valeurs observées lors des enquêtes : 18% des VAE à Genève, 50% des VAE à Berne).

En fonction des problèmes identifiés, l'évolution du nombre de vélos et de VAE en circulation peut conduire à une augmentation des problèmes (dans le cas où la difficulté est directement proportionnelle au nombre de vélos ou de VAE en circulation, par exemple les situations de dépassement), une stabilité ou une diminution des problèmes (dans le cas où le fait d'atteindre une masse critique permet de réduire les risques), comme illustré sur la Fig. 41.

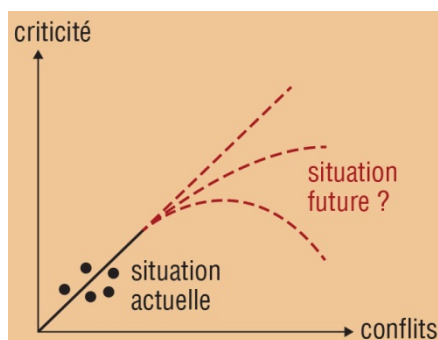


Fig. 41 Evolution de la criticité des différents problèmes en fonction de la densité du trafic cycliste / VAE (c'est-à-dire du nombre de conflits observés).

Tableau 4 Synthèse des problèmes identifiés dans la situation actuelle et de l'évolution future attendue pour les différentes sous-hypothèses de recherche

Hypo- thèse	Sous-hypothèse / thème	Problèmes posés - situation actuelle	Evolution future selon le scénario retenu	
1 : VAE45 + VAE25 : usagers, motifs, intensité, ...	1.1 Différences en termes d'usagers-types et de motifs d'utilisation	Les utilisateurs de VAE25 et de VAE45 constituent deux types de cyclistes distincts et ont des besoins différents en termes d'infrastructure	Les différences d'utilisation devraient rester semblables à l'avenir	→
	1.2 Différences en termes de degré d'utilisation	Les utilisateurs de VAE25 et de VAE45 constituent deux types de cyclistes distincts et ont des besoins différents en termes d'infrastructure	Les différences d'utilisation devraient rester semblables à l'avenir	→
	1.3 Différences en termes de vitesses et de comportement (dépassement) <i>au plat</i>	Au plat, les nombreux dépassements supplémentaires liés aux VAE45 engendrent des conflits avec les autres usagers	Le nombre de dépassement pourrait augmenter avec le nombre de VAE45 (et de vélos en général) en circulation	↑
	1.4 Différences en termes de vitesses et de comportement (dépassement) <i>à la montée</i>	A la montée, les nombreux dépassements supplémentaires liés aux VAE engendrent des conflits avec les autres usagers	Le nombre de dépassement pourrait augmenter avec le nombre de VAE (et de vélos en général) en circulation	↑
2 : VAE45 = VAE25 : perception mutuelle, stationnement, ...	2.1 Les VAE ne sont pas perçus en tant que tel par les autres usagers (piétons, voitures)	Potentiellement plus d'accidents aux carrefours (si hypothèse confirmée)	Avec l'augmentation du nombre de VAE, les autres usagers devraient s'habituer aux différences	↓
	2.2 Les VAE25 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière	Comportements parfois inadaptés, mise en danger de soi-même et d'autrui	L'âge d'utilisation diminue, les seniors de demain seront donc probablement déjà plus habitués au VAE	↓
	2.3 Les VAE45 ont des besoins spécifiques en termes de formation routière	Comportements parfois inadaptés	L'utilisation augmente parmi les pendulaires, ils seront donc probablement déjà plus habitués au VAE	↓
	2.4 Les VAE ont des besoins spécifiques en termes de stationnement (espace, sécurité, accès, alimentation électrique)	Le manque d'infrastructure de stationnement adaptée freine le développement du VAE	Les besoins spécifiques devraient augmenter avec l'évolution du nombre de VAE	↑
	2.5 Les VAE transportent plus souvent des charges / remorques et ont donc besoin de plus d'espace	Largeurs de dimensionnement selon VSS insuffisantes	Tendance probable à la hausse avec développement du transport par vélos-cargo	↑
3 : VAE25 ok, avec problèmes ponctuels	3.1 Dans la plupart des cas, le VAE25 ne nécessite pas d'aménagement / réglementation particuliers. Son développement permet plutôt une homogénéisation des vitesses entre les différents types de cyclistes	-	L'évolution du nombre de VAE ne devrait pas avoir d'impact sur ce point	→
	3.2 Exception 1a : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux -> cas de dépassements plus nombreux	Les nombreux dépassements supplémentaires liés aux VAE25 à la montée engendrent des conflits avec les autres usagers	Le nombre de dépassement devrait augmenter avec le nombre de VAE (et de vélos en général) en circulation	↑
	3.3 Exception 1b : à la montée, les VAE25 roulent plus vite que les vélos normaux -> cohabitation avec piétons plus délicate	Les importants différentiels de vitesse engendrent des conflits avec les piétons sur les infrastructures partagées	Le nombre de cas problématiques devrait augmenter avec le nombre de VAE (et de piétons) en circulation	↑
	3.4 Exception 2 : les personnes âgées sont plus vulnérables	Comportements parfois inadaptés, mise en danger de soi-même et d'autrui	L'âge d'utilisation diminue, les seniors de demain seront donc probablement déjà plus habitués au VAE	↓
	3.5 Exception 3 : aux carrefours, les refus de priorité augmentent, en raison de l'impression de pédalage "au ralenti"	Potentiellement plus d'accidents aux carrefours (si hypothèse confirmée)	Avec l'augmentation du nombre de VAE, les autres usagers devraient s'habituer aux différences	↓
4. VAE45 I	4.1 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules : - catégorisation en tant que cyclomoteur léger	La situation juridique actuelle pose problème de lisibilité / compréhension.	Une évolution à la baisse du prix des VAE45 pourrait renforcer l'attrait de ces véhicules, mais il est difficile d'établir un scénario précis et de justifier sur cette base hypothétique une catégorie spécifique pour les VAE45	→
	4.2 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les véhicules : - équipement (contrôle de vitesse)	Vitesses des VAE45 parfois inadaptées dans les zones à vitesse limitée	Avec l'augmentation du nombre de VAE45, les cas problématiques devraient augmenter	↑
	4.3 Les caractéristiques du VAE45 nécessitent une adaptation de la réglementation sur les usagers : - exigences relatives à l'utilisateur (âge, permis, cours de sensibilisation)	Les règles actuelles sont peu lisibles et, dans certains cas, peu contraignantes	Les exigences devraient rester les mêmes, indépendamment du nombre de VAE en circulation	→
	4.4 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des bandes cyclables (largeurs + obligation d'utilisation)	Vitesses supérieures et dépassements plus nombreux -> conflits fréquents	Avec l'augmentation du nombre de VAE45, les cas problématiques devraient augmenter	↑
	4.5 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des voies cyclables (caractéristiques géométriques, obligation d'utilisation, limitation de la vitesse)	Vitesses supérieures et dépassements plus nombreux -> conflits fréquents, distances d'arrêt plus longues	Avec l'augmentation du nombre de VAE45, les cas problématiques devraient augmenter	↑
	4.6 Les caract. du VAE45 nécessitent une adaptation des règles de cohabitation avec les piétons	Vitesses importantes des VAE45 -> conflits fréquents et dangereux avec les piétons	Avec l'augmentation du nombre de VAE45, les cas problématiques devraient augmenter	↑
	4.7 Les caract. du VAE45 augmentent les risques de refus de priorité aux carrefours	Potentiellement plus d'accidents aux carrefours (si hypothèse confirmée)	Avec l'augmentation du nombre de VAE, les autres usagers devraient s'habituer aux différences	↓

L'évolution attendue des problèmes peut être résumée comme suit :

- l'augmentation des vélos et des VAE en circulation pourrait engendrer **une augmentation marquée des situations de dépassement ainsi que du transport de marchandises** (vélos-cargos), nécessitant des infrastructures d'autant plus larges;
- l'augmentation du nombre de VAE45 pourrait conduire à **une augmentation des dépassements de vitesses dans les zones à vitesse limitée et une augmentation des besoins d'adaptation des aménagements cyclables** (rayons de courbure, distances de visibilité, ...);
- les **situations de conflits avec les piétons** pourraient également augmenter;
- les **espaces de stationnement adaptés aux VAE** devraient également faire l'objet d'une adaptation quantitative.

En revanche, et dans l'hypothèse d'une catégorisation des VAE45 restant semblable à aujourd'hui :

- les différences d'utilisation entre VAE25 et VAE45 devraient rester semblables à l'avenir;
- il est difficile de se prononcer sur l'évolution du ratio VAE45/VAE25, qui pourrait dépendre de l'évolution des prix;
- les exigences relatives aux utilisateurs ne devraient pas changer, même si le nombre d'utilisateurs augmente;
- la popularisation des VAE devrait conduire à une diminution des besoins spécifiques en formation (à long terme);
- enfin, concernant les conflits au carrefour, l'augmentation du nombre de VAE en circulation devrait permettre aux autres usagers de s'habituer aux différences de comportement et d'être ainsi moins « surpris » par les capacités d'accélération des VAE.

5 Axes d'action et mesures proposées

Sur la base des problèmes identifiés et de l'ensemble des analyses effectuées, les mesures proposées sont regroupées en trois principaux axes d'action :

- adaptations de l'infrastructure;
- adaptations du cadre juridique;
- communication.

Plusieurs mesures touchent à différents thèmes et l'attribution à un axe donné peut apparaître comme arbitraire. La classification proposée doit surtout permettre une lisibilité de l'ensemble des mesures proposées.

5.1 Axe 1 – adaptations de l'infrastructure

Mesure 1.1 – Adaptation des normes

Une réflexion concernant l'adaptation des normes relatives aux aménagements cyclables est déjà en cours (voir rapport de recherche Sigmaplan *et al.* [58]) et intègre différents facteurs (pente, densité du trafic cycliste, niveau de confort), mais pas la proportion des VAE. Or, ceux-ci contribuent de manière prépondérante aux dépassements entre cycles et donc aux dimensions à prévoir pour les aménagements :

- **1.1.1 revoir les gabarits d'espace libre des vélos** de la norme VSS SN 640 201 [4], pour tenir compte :
 - des vitesses des cycles / VAE pouvant atteindre 45 km/h, ayant un impact sur les marges de mouvement à considérer;
 - des surlargeurs en courbe (voir recherche Sigmaplan *et al.* [58]);
 - des gabarits maximaux des cyclistes avec remorques et cargo-bikes selon l'OETV art. 213 [11];
- **1.1.2 intégrer, dans les standards proposés** par la recherche Sigmaplan *et al.* [58] pour les pistes et bandes cyclables, **une notion liée à la proportion de VAE**, par exemple des surlargeurs à prévoir en fonction de la part des VAE25 et des VAE45 dans le trafic cycliste;
- **1.1.3 déterminer les conditions de faisabilité des dérogations au rayon de courbure de 50 m** proposé comme standard pour les itinéraires cyclables par la recherche Sigmaplan *et al.* [58] (visibilité, signalétique, vitesses sur le réseau routier adjacent, ...);
- **1.1.4 revoir les distances de visibilité et d'arrêt** de la norme SN 640 273a [5] et reprises dans les fiches d'application cantonales (par exemple Merkblatt Kanton Aargau [18]), dans les cas où les vitesses considérées (notamment en montée) sont sous-estimées pour les VAE. A cet effet, les recommandations émises par Sigmaplan *et al.* [58] peuvent être reprises (valeur basse : montée, plat ou descente <4%; valeur haute : descente >4%) :
 - itinéraires de cyclotourisme non revêtus *et tronçons limités à 20 ou 30 km/h* : 24-28 m;
 - itinéraires cyclables interdits aux VAE45 : 29-36 m;
 - autres itinéraires cyclables : 45-55 m.
- **1.1.5 revoir la vitesse de démarrage des cycles** de la norme VSS SN 640 838 [6], afin de tenir compte des capacités de démarrage rapides des VAE45 (a priori 7-10 m/s).

Mesure 1.2 – Monitoring relatif à l'utilisation des VAE

De manière à pouvoir adapter l'infrastructure aux usagers, il est nécessaire de pouvoir disposer de données de comptages indiquant l'utilisation faite des VAE25 et VAE45 et leur proportion dans le trafic cycliste. Il faut donc :

- **1.2.1 développer des systèmes automatisés** permettant de différencier les types de vélos;
- **1.2.2 harmoniser les différentes données de comptage de vélos existantes aux échelons communaux et cantonaux et développer une différenciation systématique des VAE25 et VAE45 dans les campagnes de comptages**, permettant de vérifier l'évolution du nombre de vélos/VAE25/VAE45 sur différents axes et dans différentes régions représentatives;
- **1.2.3 encourager le développement de mesures du trafic des VAE à l'échelle locale**, afin de permettre une planification adaptée des infrastructures.

Mesure 1.3 – Stationnement

L'offre en stationnement privée et publique doit être adaptée pour les VAE :

- **1.3.1 dimensionner les places de stationnement pour les VAE de manière adaptée** – modifier les recommandations de la norme VSS 640 066 [2] :
 - au moins 30% des places de stationnement deux-roues
 - espace 2 m² minimum par place (poids -> pas de surélévation possible)
 - espace fermé
 - accessibilité aisée (si possible à niveau, sinon via rampe)
 - prise électrique à proximité (recharge batterie);
- **1.3.2 prévoir des places publiques sécurisées** (type vélostation ou box à vélo) à proximité des grands pôles (gares, écoles professionnelles, centres de loisirs, ...) avec possibilité de recharge du vélo lorsque cela s'avère pertinent;
- **1.3.3 pour le stationnement public de courte durée, prévoir systématiquement des arceaux permettant la sécurisation et une couverture contre les intempéries, veiller à une accessibilité aisée** depuis le réseau routier / cyclable.

5.2 Axe 2 – adaptations du cadre juridique

La question de la catégorie juridique des VAE45, aujourd'hui considérés comme des cyclomoteurs légers, est centrale. Faut-il conserver cette catégorie, considérer les VAE45 comme des motocycles (comme dans la plupart des pays de l'Union européenne) ou alors prévoir une catégorie ad hoc ?

Ce travail de recherche est arrivé aux conclusions suivantes (voir chapitre 2.4 et annexe III) :

- la considération des VAE45 comme des motocycles anéantirait le fort attrait que présente ce mode de transport et son intérêt dans une politique de mobilité durable (les usagers des VAE45 effectuent une proportion importante de déplacements pendulaires aux heures de pointe réalisés précédemment en automobile);
- la création d'une nouvelle catégorie semble difficile à justifier, tant du point de vue de la praticabilité (impossible de prévoir une catégorie pour chaque sous-type de véhicule) que de la compréhension par les usagers.

Ainsi, **il est proposé de conserver la catégorisation existante des VAE45 en tant que « cyclomoteurs légers », tout en mettant cette catégorie de véhicules au goût du jour et en améliorant la lisibilité de la législation existante**, selon les propositions ci-après.

A noter que les propositions qui suivent sont basées sur la structure existante du droit de la circulation routière. **Bien qu'apparaissant comme très peu claire et très difficilement compréhensible, même par les spécialistes**, cette structure n'est pas remise en question dans le cadre du présent travail. Une réflexion plus globale relative à la refonte complète de ce système de loi est cependant en cours à l'OFROU.

Les mesures relatives aux adaptations proposées du cadre juridique présentées ci-après sont également reprises au chapitre 4 de l'annexe III. A noter que certaines de ces mesures peuvent relever soit d'une modification « directe » du cadre juridique proposé, soit d'une meilleure prise en compte des règles fixées dans la planification. Voir également à ce sujet les mesures de l'axe 3 – communication.

Mesure 2.1 – Réflexion globale relative aux règles de circulation s'appliquant aux VAE45 et vélomoteurs

Aujourd'hui, les usagers des VAE45 ne s'identifient pas aux règles relatives aux cyclomoteurs et s'accordent dans la pratique les mêmes droits que les cycles. D'une part, le logo « cyclomoteur » est démodé et d'autre part, les incohérences de la signalétique ne facilitent pas la compréhension des messages :

- **2.1.1 déterminer un moyen de communication mieux approprié** et identifiable pour les usagers du VAE45 (actualisation du logo « cyclomoteur »  ?);
- **2.1.2 résoudre les incohérences de la signalétique** et notamment les cas où le pictogramme « vélo » s'applique également à la catégorie « cyclomoteur/VAE45 » (signaux 2.60 , 2.63 , 2.63.1  et 2.05 ).

Mesure 2.2 – Révision de l'obligation d'utilisation des pistes cyclables (signaux 2.60, 2.63 et 2.63.1) :

L'obligation d'utilisation des pistes cyclables pose de nombreux problèmes dans la pratique : gabarits parfois inadaptés pour les VAE45 et/ou les vélos « rapides », « saturation » lorsque de nombreux cycles circulent à des vitesses différentes, cohabitation avec les piétons non souhaitée :

- à remplacer par un signal « piste cyclable conseillée » carré (nécessite un changement de la législation en vigueur) ?
dans les cas où la route adjacente ne doit pas être ouverte au trafic cycliste/cyclomotoriste/VAE pour des raisons de sécurité, une interdiction formelle devra être mise en place
(signal 2.05  + 2.06 );
- ou ne pas mettre le signal lorsque l'utilisation n'est pas obligatoire (notamment pour les rares cas de pistes cyclables « en localité », dans lesquels les différences de vitesse entre vélos et trafic motorisé sont faibles) ?

Une autre variante consisterait à distinguer les cas « hors localité », pour lesquels l'obligation d'utilisation est plus facilement acceptée, et les cas « en localité », qui sont souvent plus problématiques en raison de la densité des flux piétons et cyclables.

Mesure 2.3 – Réflexion concernant les conditions de cohabitation avec les piétons

La cohabitation vélos / piétons est souvent décriée par les associations piétonnes et de défense des personnes à mobilité réduite. En outre, la question de l'accessibilité pour tous implique généralement d'éviter les solutions de mixité. L'augmentation des VAE peut contribuer à faire croître le nombre de conflits et doit être prise en compte (cohabitation peut également être difficile à la montée) :

- **2.3.1 bannir l'utilisation du signal 2.63  avec marquage :**
 - l'utilisation du signal peut être admise lorsqu'une séparation physique existe;
 - dans les cas où une séparation physique n'est pas possible, éviter d'utiliser le signal (pictogrammes au sol uniquement, permettant d'éviter l'obligation d'utilisation);

- **2.3.2 bannir l'utilisation du signal 2.63.1  :** aujourd'hui déjà, l'utilisation de ce signal est très restreinte dans la pratique (cheminements scolaires hors localité, flux piétons très faibles). Pour éviter l'obligation d'utilisation et le risque de rencontre entre des piétons et des VAE45 circulant à une vitesse inadaptée, préférer le signal 2.61 avec plaque complémentaire



- **2.3.3 restreindre l'utilisation de la plaque complémentaire «  exceptés » (5.31) pour l'accès chemins pour piétons (signal 2.61) et aux zones piétonnes (signal 2.59.3) :**



le passage de VAE et en particulier de VAE45 dont l'arrêt du moteur est difficilement contrôlable doit être pris en compte dans la pesée d'intérêts (par exemple, vitesse faible des cycles non garantie à la montée). Dans les éventuels cas où le passage des VAE45 avec moteur peut être admis, il faut ajouter la plaque complémentaire «  autorisés » (5.30)

Comme explicité au chapitre 2.4.6, selon l'art. 65 al. 8 de l'OSR [9], circuler à vélo sur le trottoir ne devrait être exceptionnellement autorisé qu'afin de sécuriser le chemin de l'école et n'est possible que sur des tronçons à fort trafic et des trottoirs faiblement fréquentés. L'association Mobilité piétonne estime que cette exception à la règle est fréquemment appliquée en dehors des cas prévus par l'OSR (voir [21]). L'interprétation précise du texte de loi pour déterminer dans quel cas un trottoir peut être ouvert ou non aux cycles fait donc débat. Il ne s'agit pas dans le cadre du présent travail de recherche de trancher cette question, mais de souligner que le développement des VAE et plus particulièrement des VAE45, dans le cadre juridique actuel, peut rendre la cohabitation entre piétons et vélos plus délicate sur les trottoirs partagés.

Mesure 2.4 – Instauration de la possibilité de contrôler la vitesse des VAE45

(adaptation de l'OETV [11])

Cette mesure doit éviter que les VAE45 roulent « impunément » à des vitesses inadaptées, notamment dans les zones à vitesse modérée (zone 30, zone de rencontre) et sur les tronçons limités à 30 ou 40 km/h.

Mesure 2.5 – Eclairage allumé en permanence pour les VAE45

(adaptation de l'OCR [8])

Cette mesure doit permettre d'augmenter la visibilité et la perception des VAE45 par les autres usagers de la route. Elle ne permet cependant pas à elle seule d'identifier les VAE45, les autres cycles roulant aussi parfois avec les phares allumés.

Mesure 2.6 – Obligation de rouler à droite

(adaptation de l'OCR [8])

Malgré les vitesses parfois importantes des VAE45 (mais aussi des vélos à la descente), une suppression de l'obligation de rouler à droite serait délicate. En revanche, il doit être admis au niveau de l'OCR que la distance entre le cycle et le bord de la chaussée doit être adaptée aux circonstances et aux dangers potentiels.

La remontée de files à l'arrêt par la droite doit continuer à être admise, mais il faudrait préciser « avec la prudence nécessaire » pour éviter que des usagers de VAE45 (ou des cyclistes) effectuent cette manœuvre de manière inconsidérée.

5.3 Axe 3 – communication

Mesure 3.1 – communication auprès des planificateurs

Les planificateurs doivent tenir compte de la problématique des VAE dans les aménagements et mieux intégrer les règles en vigueur :

- **3.1.1 tenir compte des vitesses plus importantes des VAE pour le choix d'un type d'aménagement** (au plat : VAE45, à la montée : tous les VAE) : il s'agit notamment d'utiliser de manière plus prudente les aménagements partagés entre cycles et piétons, en particulier à la montée;
- **3.1.2 appliquer le pictogramme de dérogation « cyclomoteur »  (5.30) en plus du pictogramme « cycle »  (5.31) dans les situations où le passage des VAE45 ne pose pas de difficultés tels que les contresens cyclables;**
- **3.1.3 privilégier le signal 2.13  au signal 2.14  dans les situations où le passage des VAE45 ne pose pas de difficultés, sauf si des nuisances sonores explicitement liées à la présence de cyclomoteurs sont identifiées.**

Mesure 3.2 – communication auprès des usagers de VAE

Bien que la mise en place d'un permis spécifique apparaisse comme disproportionnée, les usagers des VAE doivent être mieux formés à l'usage de leur véhicule (nombre d'accidents avec perte de maîtrise élevé) et aux règles (complexes) de circulation en vigueur :

- **3.2.1 développer les cours de sensibilisation auprès des « nouveaux » usagers de VAE**, en communiquant plus sur les dangers spécifiques et le comportement correct à adopter (parcours d'agilité, freinage, théorie sur les dangers potentiels). Les cours doivent être organisés par des spécialistes, gratuits et promus par les revendeurs de VAE;
- **3.2.2 informer et sensibiliser les utilisateurs des VAE45 sur les règles de circulation en vigueur** (se conformer au pictogramme « vélomoteur », arrêt du moteur sinon) en développant différents outils de communication : campagnes d'affichage chez les vendeurs, clips vidéos, courriers auprès des propriétaires, articles dans les journaux, ...

Mesure 3.3 – communication auprès des autres usagers

Le manque de respect des priorités constaté à l'égard des VAE et des vélos en général nécessite de renforcer (encore) les mesures de communication à ce sujet :

- **3.3.1 introduire, dans les cours d'obtention du permis de conduire, une sensibilisation au comportement des usagers les plus faibles** (piétons, cyclistes) et faire une référence spécifique au problème de la sous-estimation de la vitesse des VAE;
- **3.3.2 informer et sensibiliser les conducteurs automobiles** en développant différents outils de communication : campagnes d'affichage, clips vidéos, articles dans les journaux, ...

6 Conclusions de la recherche et suite à donner

Le plus grand potentiel du développement des VAE concerne clairement les déplacements pendulaires d'une distance comprise entre 5 et 15 km. C'est aussi là que l'impact sur le système de transport sera le plus important, puisqu'un transfert d'un petit nombre de ces déplacements de la voiture vers le vélo permet déjà une utilisation plus rationnelle des infrastructures. **Le développement du VAE, en permettant un report modal depuis le trafic motorisé aux heures de pointe, contribue donc clairement à soulager des infrastructures aujourd'hui surchargées et doit en ce sens être encouragé.** Cela est particulièrement vrai pour le VAE45, dont le développement en Suisse est favorisé par sa catégorisation en tant que **cyclomoteur léger, ce qui doit être maintenu.** Le potentiel porte avant tout sur :

- des déplacements entre la périphérie et le centre des agglomérations, en complémentarité aux transports collectifs, notamment dans les cas où ceux-ci sont déjà proches de la saturation;
- des déplacements sur des axes où les transports collectifs sont peu performants, par exemple de périphérie à périphérie, ou en rabattement sur des modes lourds (RER, métro, ...).

L'augmentation du nombre de VAE, mais aussi du nombre de cycles en général, nécessite de prévoir des aménagements cyclables plus généreux. Ce n'est qu'à ce prix que le trend observé ces dernières années pourra continuer et que les conditions de sécurité seront améliorées. Il s'agit notamment, sur les axes fortement fréquentés par les cycles/VAE, de permettre les dépassements en toute sécurité, sans nécessité d'empiéter sur la surface réservée au trafic motorisé.

La mise en place d'infrastructures appropriées nécessite **une quantification des flux de VAE**, qui est aujourd'hui quasiment inexistante et qui doit être développée, tant à l'échelle nationale que locale.

Le cadre juridique existant pose de nombreux problèmes d'application et n'est compréhensible ni pour les utilisateurs ni pour les planificateurs, en particulier concernant les règles relatives aux VAE45. **Une clarification de ce système juridique est indispensable**, notamment concernant les points suivants :

- actualisation de la catégorie « cyclomoteurs » auxquels sont rattachés les VAE45;
- révision de l'obligation d'utilisation des pistes cyclables;
- réflexion concernant les règles de cohabitation avec les piétons;
- mesures complémentaires pour les VAE45 (contrôle de la vitesse, éclairage, ...).

C'est seulement une fois le cadre juridique clarifié qu'il sera possible de fixer définitivement les recommandations liées à l'infrastructure. **Il s'agit donc de la première priorité !** Le cadre juridique révisé doit être **plus lisible et améliorer la sécurité des usagers, tout en conservant les avantages accordés à ce jour** aux VAE25 et VAE45, qui permettent la promotion de ces modes de transport alternatifs à la voiture.

En outre, **le cadre juridique existant doit être mieux communiqué auprès des planificateurs et des usagers.**

Partant du constat que **les accidents les plus fréquents liés aux VAE sont liés à des pertes de maîtrise et à une sous-estimation des vitesses de circulation des usagers**, les mesures de formation, de sensibilisation et de communication doivent être renforcées, aussi bien auprès des usagers des VAE que des autres usagers de la route.

Il faut également relever que **de nombreuses zones d'ombre subsistent** suite à cette recherche et que **le besoin d'analyses complémentaires** est avéré :

- **pour la refonte complète du cadre juridique lié à la circulation routière** (réflexion entamée par l'OFROU);
- **pour les thèmes étudiés dans le cadre de ce rapport**, pour lesquels les conclusions pourraient être étayées soit par des enquêtes complémentaires du même type (voir exemple de points d'analyse complémentaires possibles sur les Fig. 18 et Fig. 19), soit en développant de nouvelles méthodologies de recherche :
 - **vitesses et dépassements** : il s'agirait notamment de pouvoir donner des chiffres sur les surlargeurs nécessaires en fonction de la densité de VAE25 et VAE45;
 - **choix de l'aménagement** : chaque situation étant unique, des relevés sur d'autres types d'aménagements (pistes et bandes cyclables hors localités, contresens cyclables, ...) pourraient s'avérer utiles;
 - **respect des priorités dans les carrefours** : les résultats des enquêtes n'ont pas permis d'obtenir des conclusions tranchées. En outre, aucun relevé n'a été effectué sur des carrefours à perte de priorité. Concernant les giratoires, la problématique des VAE devrait être intégrée à la recherche de l'OFROU sur la sécurité des carrefours giratoires;
- **pour les thèmes non retenus dans le cadre de la présente recherche** :
 - **aménagements / transitions inadaptés pour l'usage par les VAE**;
 - **mesures de vitesses des VAE dans des zones à vitesses limitées** (tronçons limités à 30 km/h, zones 30 km/h, zones de rencontre);
 - **conditions de cohabitation entre vélos et piétons**, en tenant compte de l'impact des VAE, ce qui pourrait être traité dans le cadre de la recherche VSS 2016/623 (*« Leitfaden zu Entwurf und Gestaltung von durch Fuss- und Fahrverkehr gemeinsam genutzten Flächen im urbanen Raum »* – appel à projet publié en septembre 2016)
- **pour d'autres thèmes connexes à la recherche**, notamment :
 - **la recherche des causes des accidents des VAE**, en particulier pour les nombreux cas de pertes de maîtrise des véhicules;
 - **la mise en regard des données d'accidentologie avec les kilomètres parcourus** en VAE, pour lesquels aucune statistique fiable n'existe;
 - **une différenciation plus systématique des VAE25 et VAE45 lors des campagnes de comptage de vélo**, ainsi que la mise en commun et l'harmonisation des différents relevés existants sur l'ensemble du territoire suisse;
 - **des analyses comportementales plus poussées** des usagers des VAE;
 - **des analyses détaillées des capacités d'accélération des VAE**, notamment en vue de l'adaptation de la norme VSS SN 640 838 [6];
- enfin, et de manière plus générale, il est indispensable au vu de leur développement que **les VAE soient intégrés de manière systématique dans les recherches et réflexions relatives aux aménagements routiers**.

Annexes

I	Annexe I – Rapport d'analyse de la littérature (juin 2015)	103
I.1	Contenu des études déjà réalisées à ce jour	103
I.1.1	Introduction	103
I.1.2	En Suisse	103
I.1.3	En Europe	104
I.1.4	Synthèse : qualité et représentativité des données de la littérature	106
I.2	Cadre législatif	106
I.2.1	En Suisse	106
I.2.2	En Europe	107
I.2.3	Synthèse	107
I.3	Usager type	107
I.4	Comportement des utilisateurs	109
I.4.1	Comparaison avec les usagers des vélos traditionnels	109
I.4.2	Accidentologie	110
I.4.3	Port du casque	112
I.5	Potentiel des vélos électriques	113
I.5.1	Marché suisse actuel	113
I.5.2	Marché européen actuel	113
I.5.3	Motivation d'achat	114
I.5.4	Freins à l'usage des VAE	116
I.5.5	Motifs des déplacements en VAE	117
I.5.6	Caractéristiques des déplacements en VAE (durée, distance, vitesse)	118
I.5.7	Potentiel de report modal du VAE	119
I.6	Mesures à mettre en place	121
I.6.1	Adaptation des infrastructures et de la réglementation	121
I.6.2	Equiperment des véhicules et des usagers	123
I.6.3	Communication / Sensibilisation / Education	124
I.7	Synthèse des enjeux et thèmes à étudier	125
 II	 Annexe II – Valorisation des statistiques d'Ecoplan : distinction VAE45/VAE25 ..	 127
 III	 Annexe III – Analyse juridique / rechtliche Betrachtung (Christian Wyss)	 135
III.1	Ausgangslage	135
III.1.1	Fragestellung	135
III.1.2	Grundlagen der Regelung im EU-Raum	135
III.1.3	Schweizer Regelung : Schnittstelle zwischen Normen für Motorfahrzeuge/Fahrräder ..	137
III.2	Beurteilung der derzeitigen Regelung und Empfehlungen	139
III.2.1	Fahrzeug und Führer	139
III.2.2	Allgemeine Verkehrsregeln	143
III.2.3	Differenzierung Fahrrad - Motorfahrrad	146
III.2.4	Mischflächen mit Fussgängern	151
III.2.5	Das VAE in verkehrsberuhigten Zonen	155
III.3	Eigene Kategorie VAE schaffen?	159
III.3.1	Die Gleichstellung der VAE25 mit den Fahrrädern ist unproblematisch	159
III.3.2	Die Gleichstellung der VAE45 mit Motorfahrrädern schafft geringfügige Probleme	159
III.3.3	Eine Gleichstellung des VAE45 mit "Kleinmotorrädern" rechtfertigt sich nicht	160
III.3.4	Die Einführung einer eigenen Kategorie VAE45 rechtfertigt sich nicht	160
III.3.5	Empfehlungen	161
III.4	Zusammenfassung der Empfehlungen an die Gesetzgebung	162
III.4.1	Zu Fahrzeug und Führer	162
III.4.2	Zu Verkehrsregeln	162
III.4.3	Zur Frage der Fahrzeugkategorie	164

IV	Annexe IV – Protocoles et formulaires d'enquête (novembre 2015)	165
IV.1	Contexte	165
IV.2	Lieux à enquêter	165
IV.2.1	Genève.....	165
IV.2.2	Berne.....	166
IV.3	Procédés.....	167
IV.3.1	Personnel et matériel	167
IV.3.2	Dates et durées.....	167
IV.3.3	Observations à effectuer par les enquêteurs	167
IV.3.4	Répartition des enquêteurs.....	169
V	Annexe V – Résultats détaillés des enquêtes de terrain	179

I Annexe I – Rapport d'analyse de la littérature (juin 2015)

Le but de ce chapitre est de passer en revue la littérature existante, qu'elle soit suisse, européenne ou internationale. Un bref résumé des principales études a d'abord été effectué, et les informations tirées de ces études ont été classées dans les différents thèmes abordés.

I.1 Contenu des études déjà réalisées à ce jour

I.1.1 Introduction

De nombreuses recherches récentes ou en cours sont disponibles au sujet des VAE, en Suisse ou en Europe. Ce chapitre présente l'état de la recherche selon plusieurs thèmes. La liste exhaustive des études consultées est fournie en annexe et les principales études dans lesquelles des éléments ont été repris sont décrites ci-dessous. Les études non reprises ne présentent pas d'éléments fondamentaux pour la présente recherche ou datent de plusieurs années et ne peuvent plus être considérées comme pertinentes, étant donné la vitesse du développement du vélo électrique.

I.1.2 En Suisse

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Cette étude a permis de :

- mettre en évidence le profil et les habitudes de mobilité des usagers de vélos électriques en Suisse;
- analyser les conséquences énergétiques correspondantes;
- analyser les obstacles actuels à une diffusion encore plus large de ce type de véhicules.

Une enquête a été menée auprès des usagers de vélos électriques dans le cadre d'un sondage au niveau suisse. Ont été interrogés, au moyen d'un sondage en ligne :

- d'une part les personnes disposant d'un vélo électrique (propriétaires d'un vélo électrique) – env. 1'200 questionnaires validés;
- d'autre part, les personnes ne possédant pas de vélo électrique mais qui en avaient déjà loué ou emprunté un (groupe « location/emprunt d'un vélo électrique ») – env. 500 questionnaires validés.

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

L'étude réalisée par l'observatoire universitaire de la mobilité à Genève date de 2009 et a pour but de mieux connaître le profil et les comportements des utilisateurs de vélos à assistance électrique (VAE). Cette étude est basée sur un questionnaire complété par 309 utilisateurs de vélos électriques dans le canton de Genève. L'enquête s'est déroulée sur environ trois mois, entre mi-avril 2009 et mi-juillet 2009.

République et canton de Genève – Direction générale de la mobilité – Les comptages vélos 2011 (2012) [32]

Afin de connaître l'utilisation du vélo de manière quantitative et de suivre son évolution, une campagne de comptages est réalisée tous les deux ans depuis 1987 dans le canton de Genève. Ce rapport contient des données spécifiques aux VAE sur 6 points de mesures.

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapports SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

Ces rapports permettent une analyse détaillée des accidents déclarés, impliquant notamment des usagers de VAE, en Suisse en 2012 et 2013. « Quels sont les usagers les plus touchés ? Pour quels dommages ? Quels sont les principaux motifs d'accidents ? » Ces rapports permettent de répondre à ces questions. A noter que les VAE25 et les VAE45 ne sont pas différenciés.

Hindawi Publishing Corporation – E-Bike Injuries : Experience from an Urban Emergency Department (2014) [46]

Dans cette étude, les accidents de VAE25 et VAE45 traités dans le service des urgences de l'hôpital de l'île à Berne ont été analysés rétrospectivement pour la période d'avril 2012 à septembre 2013.

I.1.3 En Europe

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung – Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr (Allemagne, 2013) [27]

2'500 questionnaires ont été distribués à des utilisateurs (75%) et non-utilisateurs (25%) de VAE, afin de déterminer la manière dont les VAE sont perçus. Il s'agit d'une étude très qualitative, ne pouvant pas être transposée directement en Suisse.

Kairos – Landrad – Neue Mobilität für den Alltagsverkehr in Voralberg (Autriche, 2010) [28]

Le projet Landrad a suivi 500 utilisateurs de VAE en Voralberg, qui ont pu acquérir un vélo à un prix préférentiel et ont dû remplir des questionnaires détaillés relatifs à leurs déplacements lors de huit jours ouvrables, ce qui a permis d'identifier leurs habitudes de transport.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Le bureau de recherche 6t a mené une enquête exploratoire via un sondage en ligne au printemps 2014 auprès d'usagers du VAE dans quatre pays européens : la France, l'Espagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Le sondage a ainsi porté sur un échantillon très modeste de 400 personnes ayant déclaré avoir utilisé un VAE dans les trois derniers mois.

Le rapport d'étude propose des données précises et des analyses détaillées (notamment par pays) sur des enjeux essentiels à la compréhension du VAE.

Dozza M. et al. – A Naturalistic Cycling Study to Understand how Electrical Bicycles Change Cycling Behaviour and Influence Safety (Pays-Bas, 2013) [40]

Dans cette étude naturalistique, vingt cyclistes ont utilisé durant deux semaines un VAE instrumentalisé, permettant d'étudier les comportements et les situations de danger. Des conclusions relativement prudentes sont tirées quand à la vitesse et à la dynamique des VAE, ainsi qu'au comportement des usagers et au risque d'accident.

Gehlert T. et al. – The German Pedelec Naturalistic Cycling Study (Allemagne, 2012) [43]

Il s'agit également d'une étude naturalistique, portant cette fois-ci sur 90 cyclistes, dont le VAE a été équipé avec des instruments de mesure. Comme dans le cas précédent, les conclusions sont prudentes.

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

Ce projet a été financé par le Fonds de sécurité routière autrichienne. Il vise à chercher des réponses aux sujets de la sécurité routière des VAE et des cyclomoteurs électriques. Les résultats ont conduit à un catalogue de mesures de sécurité, relatives aux politiques législatives, aux mesures d'infrastructure et aux règles techniques (normes) pour les fabricants afin de concevoir des deux-roues électriques fiables et sûrs.

Durant l'étude, 141 personnes ont été interrogées et testées en quatre jours et à deux endroits (Klosterneuburg et Vienne), 137 d'entre eux ont participé à des cours tests. En raison de la petite taille de l'échantillon et la répartition inégale des personnes interrogées, aucune représentativité des résultats n'est revendiquée.

Mecklenburg-Vorpommern – Auswirkungen aus der Nutzung von Pedelecs auf die Radverkehrsplanung (Allemagne, 2011) [55]

Il s'agit d'une étude qui vise à estimer dans quelle mesure la norme allemande relative aux infrastructures cyclables (ERA – Empfehlungen für Radverkehrsanlagen) devrait être adaptée en raison du développement des VAE.

Très pragmatique, l'étude considère les principales différences entre les VAE et les vélos normaux et les questions que cela pose concernant les infrastructures cyclables. Pour chaque point, des propositions sont faites sur la base des connaissances techniques à disposition.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Cette étude danoise date de 2014. Il y a très peu de connaissances au Danemark sur les implications de l'usage du vélo électrique. Se déplacer en vélo électrique permet à un nombre important de personnes de se déplacer à une vitesse élevée; cela implique-il des nouveaux besoins et d'autres enjeux sur la manière dont les infrastructures sont planifiées ? Cette étude tente de répondre à cette question en se basant sur les connaissances européennes et en particulier du Danemark.

I.1.4 Synthèse : qualité et représentativité des données de la littérature

En Suisse, les études relatives aux vélos électriques sont relativement limitées. Les données les plus récentes et complètes sont issues de l'étude d'Ecoplan [26], basées sur un panel d'environ 1'700 questionnaires, soit environ 0.5 à 1% des VAE en circulation en 2013. Les autres études relatives au potentiel sont plus anciennes et moins complètes (voir [25] et [30] notamment).

Des données détaillées et récentes existent relatives à l'accidentologie ([39] et [46]), mais n'ont à ce jour pas été mises en regard du nombre de kilomètres parcourus.

Les études relatives au comportement semblent inexistantes en Suisse.

En Europe, un certain nombre d'études existent. Il faut cependant souligner que toutes portent uniquement sur les VAE25, les VAE45 n'étant pas considérés comme des cycles (voir chapitre I.2).

Les études relatives au potentiel et aux habitudes des usagers sont généralement basées sur des panels d'usagers restreints, à l'échelle européenne ([28] et [36]). Les conclusions doivent donc être considérées avec précaution.

Plusieurs études « naturalistiques » (c'est-à-dire des observations et mesures des comportements des usagers des VAE en condition réelle) ont été menées, mais les conclusions ne permettent généralement pas des affirmations tranchées et claires.

Une étude relative à l'adaptation nécessaire des normes a été réalisée en Allemagne et présente des conclusions intéressantes [55]. Il faut cependant rappeler que seuls les VAE25 ont été pris en compte.

I.2 Cadre législatif

I.2.1 En Suisse

Le VAE25, avec une puissance inférieure à 0.5 kW, s'apparente à un vélo :

- permis nécessaire (cat. M) pour les 14-16 ans;
- circulation obligatoire sur pistes cyclables;
- circulation autorisée sur zones piétonnes avec cycles autorisés et sur les zones interdites aux cyclomoteurs.

Le VAE45, avec une puissance inférieure à 1 kW, s'apparente à un « cyclomoteur léger » :

- assurance obligatoire;
- permis nécessaire (cat. M);
- plaque d'immatriculation obligatoire;
- port du casque obligatoire;
- circulation obligatoire sur pistes cyclables;
- circulation autorisée le moteur éteint sur zones piétonnes avec cycles autorisés.

Sources : lois et ordonnances suisses [7][8][9][10][11][12][13], résumées notamment dans les prescriptions de l'OFROU [22] et dans un document de ProVelo [24].

I.2.2 En Europe

La directive européenne distingue les deux types de VAE :

- le moteur électrique assistant le pédalage est bridé à 25 km/h, avec puissance 0.25 kW, sur un VAE25 (dit « pedelec »). Ce dernier est alors considéré comme un vélo classique : ses usagers n'ont pas à porter de casque et peuvent rouler sur les pistes cyclables. Le vélo n'a pas besoin d'être assuré ni immatriculé.
- le VAE « rapide » (plus de 25 km/h) est apparenté à un scooter : ses usagers doivent porter un casque, n'ont pas le droit de rouler sur les pistes cyclables et doivent immatriculer et faire assurer leur véhicule.

Sources : directive européenne 2002/24/CE, étude 6-t [36].

I.2.3 Synthèse

Les VAE45 sont considérés comme des cyclomoteurs en Suisse et comme des scooters en Europe. Cette différence de législation, qui n'est rencontrée dans aucun autre pays, rend les VAE45 particulièrement attractifs en Suisse. Les conséquences de cette différence devront donc être étudiées avec soin.

I.3 Usager type

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

L'âge moyen des propriétaires d'un vélo électrique est de 53,5 ans, soit légèrement supérieur à la moyenne d'âge suisse. Avec 48,6 ans, les personnes du groupe « location/emprunt d'un vélo électrique » sont en moyenne un peu plus jeunes que les propriétaires d'un vélo électrique. D'autre part, les hommes utilisant un vélo électrique sont un peu plus nombreux que les femmes. Aujourd'hui, les acheteurs de vélos électriques sont en moyenne légèrement plus jeunes que précédemment. Dans les années 2013-2014, l'âge moyen des acheteurs est de 47 ans au moment de l'achat, alors qu'il était de 51 ans entre 2005 et 2012.

Le niveau de formation des propriétaires d'un vélo électrique et des personnes ayant au moins une fois loué ou emprunté un vélo électrique est légèrement supérieur à la moyenne suisse.

La plupart des propriétaires de vélos électriques sont des personnes actives (40% à plein temps et 32% à temps partiel). Les retraités représentent près d'un quart des propriétaires de vélos électriques. Les personnes du groupe « location/emprunt d'un vélo électrique » sont un peu plus nombreuses à travailler à plein temps (50%) que les propriétaires de vélos électriques, alors que la part de retraités parmi les personnes ayant au moins une fois loué ou emprunté un vélo électrique est plus faible (14%).

Les propriétaires de vélos électriques et les personnes du groupe « location/emprunt d'un vélo électrique » vivent majoritairement dans des ménages de deux personnes ou des familles avec enfants. Rares sont les propriétaires de vélos électriques qui vivent seuls et encore plus rares ceux qui élèvent seuls des enfants.

Les propriétaires de vélos électriques et les personnes ayant au moins une fois loué ou emprunté un vélo électrique sont plutôt des sportifs, ce qui se reflète également dans l'importance accordée à un mode de vie sain. Les autres valeurs importantes pour les propriétaires de vélos électriques sont l'harmonie, la sécurité, le plaisir et le respect de l'environnement. A leurs yeux, les valeurs telles que le statut ou le prestige, le courage ou l'élan, la reconnaissance d'autrui ou encore la tradition sont moins importantes.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

57% des usagers des VAE sont des hommes, mais cela dépend du pays et de l'usage. L'âge moyen est de 40 ans, mais cette information peut être biaisée par le fait que l'enquête a été réalisée via un sondage en ligne.

Il y a autant de cadres (28%) que d'employés (28%) dans l'ensemble de l'échantillon. La part des ouvriers reste faible (7%). La moitié de l'échantillon a un diplôme de l'enseignement supérieur et l'autre moitié non.

Les deux tiers des répondants de l'échantillon total déclarent vivre en zone urbaine mais pas forcément dans la ville-centre.

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapports SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

Si l'on s'en tient aux statistiques des accidents, les jeunes adultes ne semblent pas intéressés par le vélo électrique : aucun n'a été grièvement blessé ou tué en 2012. A noter qu'il peut aussi s'agir d'une meilleure maîtrise du VAE par les jeunes.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Le vélo électrique est plus populaire chez les aînés, plus particulièrement chez les femmes. La popularité chez les gens plus jeunes augmente toutefois en raison des prix plus bas et de l'augmentation de l'autonomie des batteries. L'effort marketing, le ciblage sur les pendulaires et le développement de différents modèles jouent également un rôle dans la popularité de ce mode.

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

Les usagers sont majoritairement de sexe féminin, avec un âge moyen situé entre 45 et 50 ans et résident en grande partie hors de la Ville de Genève. La plupart sont des actifs. Toutes les catégories socio-économiques sont représentées mais plus d'un usager sur deux possède un titre d'une université ou d'une haute école spécialisée.

Synthèse

L'âge des utilisateurs de VAE est plutôt élevé en moyenne, entre 40 et 50 ans. Cette valeur est toutefois en baisse, ce qui indique que la popularité du VAE est en hausse chez les jeunes.

Deux groupes d'utilisateurs se distinguent :

- **les actifs, en général au bénéfice d'une formation supérieure, qui utilisent le VAE pour leurs déplacements domicile-travail;**
- **les seniors, qui utilisent le VAE pour leurs excursions de loisirs.**

D'une manière générale, les propriétaires de VAE vivent plutôt dans des zones urbanisées, mais pas forcément dans la ville-centre.

En Suisse, les propriétaires de VAE vivent plutôt en ménage, à deux ou dans des familles avec enfants. Il s'agit plutôt de personnes sportives, sensibles à un mode de vie sain et au respect de l'environnement.

I.4 Comportement des utilisateurs

I.4.1 Comparaison avec les usagers des vélos traditionnels

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Aux Pays-Bas, les usagers du VAE25 ont des vitesses de déplacement proches de celles des cyclistes. Ces derniers roulent en moyenne entre 17,6 et 20,1 km/h (Simons et al., 2009). Les Pays-Bas bénéficient d'un réseau cyclable bien développé, ce qui permet aux cyclistes de se déplacer en moyenne plus vite. Cette homogénéité des vitesses de déplacement à vélo et à VAE25 tend à améliorer la sécurité sur les pistes cyclables.

Ainsi, dans les pays « plats », le VAE25 ne permet pas forcément de se déplacer plus vite, mais plus loin avec moins d'effort. Les différences de vitesses importantes entre les VAE25 et les vélos traditionnels se trouvent dans les montées ou au démarrage dans les carrefours.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Contrairement à ce qu'on pouvait penser, la différence de vitesse entre cyclistes n'a pas augmenté en raison du nombre de VAE25. Au contraire, elle a été réduite, car les aînés roulent maintenant aussi vite que les autres cyclistes. Cela peut induire en erreur les autres usagers de la route qui ne s'attendent pas à ce qu'un senior roule à la même vitesse qu'eux. Toutefois, il est prévisible que lorsque les VAE25 seront plus populaires auprès des plus jeunes, la différence de vitesse entre vélos conventionnels et VAE25 va augmenter.

La vitesse des usagers de VAE25 est supérieure. Dans les bouts droits, la différence est plus grande que dans les courbes. Dans tous les cas, peu importe l'âge et le type de vélo, les cyclistes ralentissent lors de situations de trafic difficile.

Les différentiels de vitesses entre cyclistes semblent être réduites actuellement grâce au VAE25, ce qui est positif pour la sécurité car il y a moins de dépassement et de conflits entre cyclistes. Le danger augmente en revanche pour les conflits avec les autres usagers de la route, qui voient des aînés sur un vélo et sous-estiment leur vitesse.

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

Les différences de la dynamique de conduite entre les vélos classiques et vélos électriques existent et sont mesurables. Des différences claires, par exemple les temps de parcours, la vitesse et les pics d'accélération, ont été identifiés en fonction de l'utilisateur. Le comportement de l'utilisateur a une plus forte influence sur la manière de conduire et donc sur la sécurité routière que le type de véhicule lui-même.

Synthèse

Les différences de vitesses entre vélo et VAE25 dépendent de plusieurs facteurs :

- **la pente;**
- **le type de milieu** (urbain, péri-urbain, campagne);
- **le type d'aménagement cyclable;**
- **la priorité donnée aux cycles.**

Dans les pays plats et bien équipés (pistes cyclables, priorité données aux cycles, etc.), **la différence de vitesse entre les vélos et les VAE25 est faible. L'avantage du VAE est principalement de pouvoir aller plus loin avec moins d'effort.**

Dans les endroits vallonnés, l'avantage du VAE est clair lors de montées, de même qu'en milieu urbain lorsque la fluidité des cheminements cyclables n'est pas assurée. En effet, lors de redémarrage aux carrefours, l'assistance au pédalage permet une accélération plus forte.

Les différences d'usage du VAE45 n'ont été que peu ou pas documentées.

I.4.2 Accidentologie

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapports SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

80% des dommages corporels graves survenant avec un vélo électrique touchent les plus de 45 ans.

La part des dommages corporels graves subis dans des pertes de maîtrise est étonnamment grande, à quoi s'ajoute probablement un nombre relativement important d'accidents de ce type qui ne sont pas recensés. L'augmentation de l'exposition contribue certainement à cette évolution.

L'analyse des chiffres montre qu'environ 35% des usagers de vélos électriques accidentés subissent des blessures graves voire mortelles. Cette proportion est de 27% chez les cyclistes, ce qui témoigne de la gravité des accidents de vélos électriques. Les dommages corporels graves sont subis le plus souvent dans des pertes de maîtrise.

La part importante des plus de 45 ans est frappante, ce qui est probablement lié à l'exposition, car ce sont souvent des personnes de cette tranche d'âge qui roulent à vélo électrique au quotidien. Outre l'exposition, la sous-estimation de la vitesse des vélos électriques a ici peut-être aussi une influence. Dans 2/3 des collisions graves impliquant un vélo électrique, la cause principale est un refus de priorité. Dans plus de la moitié de ces cas, l'erreur est imputable à un conducteur de voiture de tourisme; dans plus de 1/4 des cas, le principal responsable est l'usager du vélo électrique.

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapports SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

En 2013, l'accidentalité des usagers de vélos électriques s'est une nouvelle fois singularisée puisque le nombre de dommages corporels graves qu'ils ont subi sur les routes suisses a progressé de 37% par rapport à l'année précédente. Pour la première fois, les dommages corporels graves des usagers de vélos électriques dépassent ceux des cyclomotoristes. Comme prévu, les giratoires sont problématiques pour les usagers de deux-roues.

Les dommages corporels graves subis par les usagers de vélos électriques sur les routes helvétiques touchent pour la plupart les plus de 44 ans et restent plus nombreux suite à des pertes de maîtrise que des collisions. Dans 2/3 des collisions graves, le responsable principal est l'usager antagoniste et la cause principale « refus de priorité » concerne 3/4 des cas. Cette évolution coïncide avec l'augmentation du parc de vélos à assistance électrique: le nombre de cycles vendus a progressé de 75% et celui des dommages corporels graves subis par leurs usagers a grimpé de 71%.

La létalité pour les accidents de vélos électriques varie fortement d'une année à l'autre du fait de l'accidentalité relativement faible. La létalité moyenne pour la période 2011–2013 s'élève à 175, soit le double de celle des cyclistes « classiques » pour le même temps (88 tués pour 10 000 cyclistes ayant subi des dommages corporels).

A noter la large part des plus de 44 ans (80%) parmi les usagers de vélos électriques grièvement ou mortellement accidentés, probablement dû à une utilisation plus soutenue du vélo électrique et à la vulnérabilité physique des seniors.

Dans les collisions graves avec un vélo électrique, les véhicules antagonistes sont des voitures de tourisme dans près de 2/3 des cas, et des véhicules automobiles lourds ou des véhicules de livraison dans 15% des cas. Les conducteurs de ces véhicules sous-estiment probablement la vitesse des vélos électriques.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Dans les accidents de vélo (en général), la majorité des victimes sont des hommes, avec une moyenne d'âge de 38 ans. Les cas de perte de maîtrise les plus courants dépendent de l'âge : pour les jeunes, il y a collision avec un objet, et pour les personnes âgées, c'est quand ils montent ou descendent de leur vélo. Dans les accidents de VAE, la majorité sont des femmes, de 66 ans de moyenne d'âge. Les raisons sont comparables au vélo traditionnel. Toutefois, dans 17% des cas le VAE a joué un rôle (poids et vitesse du vélo).

La plupart des accidents se produisent sur des pistes cyclables séparées ou dans la rue, sur des tronçons rectilignes. Dans les courbes, la moitié des cas sont dus à l'état de la route. Dans la majorité des cas, les accidents se produisent la semaine entre 9h et 16h. Les conséquences sont plus graves pour les aînés avec des fractures, alors que les jeunes ont la plupart du temps des écorchures et des distorsions. Il semble que les accidents de VAE25 sont comparables aux accidents avec vélo conventionnel.

Hindawi Publishing Corporation – E-Bike Injuries : Experience from an Urban Emergency Department (2014) [46]

23 accidents de VAE entre avril 2012 et septembre 2013 ont été traités à l'hôpital de l'île à Berne.

L'âge moyen des usagers VAE blessés était de 47,5 ans. Les principales causes de blessures ont été la perte de maîtrise. Les blessures les plus fréquentes étaient à la tête / cou, avec le plus souvent des fractures. L'Injury Severity Score (ISS) moyen était de 8.48 (max = 75), donc relativement bas.

Synthèse

Les causes des accidents de VAE ne sont pas différentes de celles des vélos. La majorité sont des pertes de maîtrise liées à l'inattention / la distraction. En raison de la vitesse plus élevée et de l'âge plus avancé des usagers, la part des usagers de VAE subissant des blessures graves ou mortelles est plus importante que chez les cyclistes « classiques » (respectivement 34% et 27% en Suisse). Les accidents se produisent le plus souvent sur des tronçons droits ou aux carrefours.

Dans les collisions graves avec un vélo électrique, les véhicules antagonistes sont responsables dans 2/3 des cas, probablement dû au fait que les conducteurs de ces véhicules sous-estiment la vitesse des VAE, qui ne peuvent en général pas être différenciés des vélos classiques.

I.4.3 Port du casque

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapports SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

En 2012, le taux de port du casque s'élevait à 44% chez les cyclistes (vélos et VAE). Toutefois le taux de port du casque dépend largement du motif de déplacement. Il est plus élevé pour les loisirs (50%) que pour faire des achats (21%).

La part des cyclistes casqués a fortement augmenté ces dix dernières années, passant de 27% en 2003 à 46% en 2013.

Hindawi Publishing Corporation – E-Bike Injuries : Experience from an Urban Emergency Department (2014) [46]

Le taux de port du casque en suisse chez les usagers de VAE est de 75% (note : l'article fait référence au rapport Sinus 2013, mais l'information n'a pas été retrouvée dans ce rapport).

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

L'acceptation d'un port du casque obligatoire a été plutôt élevée (en raison des vitesses moyennes plus élevées par rapport à un vélo classique).

Synthèse

Le port du casque dépend largement du type de déplacement et du type de véhicule. Chez les usagers des VAE, le taux de port du casque est plus élevé en raison de l'obligation de le porter pour les VAE45, et probablement d'une conscience plus marquée du risque chez les usagers de VAE25 en raison de la vitesse plus élevée. En Suisse, le port du casque en général est plus élevé pour les loisirs que pour faire les achats.

I.5 Potentiel des vélos électriques

I.5.1 Marché suisse actuel

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26] et Velosuisse – Marché suisse de la bicyclette 2015 : vue d'ensemble (2016) [34]

Entre 2005 et 2014, le nombre total de vélos vendus en Suisse a progressé de 16%, pour atteindre 325'000 unités. Dans le même temps, le nombre de VAE vendus a été multiplié par 32 (!), avec près de 58'000 modèles vendus en 2014, soit presque un vélo sur 6.

Depuis que leur différenciation est effective dans les statistiques en 2011, la part des VAE45 est restée quasiment constante, à 25% du total des VAE.

57'600 nouveaux VAE ont trouvé preneur en 2014, soit 16.7% de plus qu'en 2013. Ainsi, le léger recul de la demande de 2013 ne semble pas confirmer une stagnation des ventes. Depuis 2005, il s'est vendu plus de 300'000 nouveaux VAE en Suisse, dont le nombre en circulation est estimé entre 233'000 (selon Ecoplan) et 270'000 (selon Velosuisse).

Synthèse

En Suisse, la part des VAE dans les ventes de vélos augmente d'année en année, pour atteindre une part de 18% des vélos vendus en 2014, soit 58'000 vélos. Parmi eux, une proportion stable de 25% est constituée des VAE45.

I.5.2 Marché européen actuel

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

En chiffres absolus (valeurs 2012), les VAE sont les plus vendus en Allemagne (45% du marché européen), puis au Pays-Bas (21%). En nombre de VAE par habitants, c'est les Pays-Bas qui sont en tête (244 pour 100'000 hab), suivis du Danemark (125), de l'Autriche (125) et de l'Allemagne (111).

Le fait que les Pays-Bas et le Danemark aient un réseau cyclable de haute qualité explique ce classement. Il faut toutefois noter que ce mode de transport est encore marginal avec peu d'unité par habitant.

Aux Pays-Bas, il y avait 2% de VAE vendus en 2004 (par rapport au nombre total de vélos vendus), 6% en 2007 et 20% en 2011.

Club des villes et territoires cyclables (communiqué du 8 avril 2015)

Le vélo à assistance électrique poursuit sa progression en 2014 avec une croissance de 37%. 77'500 VAE25 ont été vendus en 2014, principalement pour la mobilité quotidienne mais sa percée dans le sport (VTT) et les loisirs s'accroît. La forte croissance des ventes de VAE en France en 2014, en volume et en valeur, et les perspectives qu'offrent les ventes en Allemagne (480'000 unités vendues en 2014) et aux Pays-Bas (223'000 unités) traduisent un vrai démarrage de cette famille de produits qui augmentent la portée du vélo et son usage dans les zones à relief.

Synthèse

Pays	Nombre VAE vendus en 2014	VAE vendus / 100'000 hab.	VAE vendus/ total vélos vendus	Croissance 2013-2014
Allemagne	480'000	600	n.c.	+17%
Pays-Bas	223'000	1'330	n.c.	n.c.
France	77'500	120	3%	+37%
Suisse*	57'600	720	18%	+17%

*y compris VAE45

Les valeurs observées en Suisse sont proches de celles de l'Allemagne en termes de croissance et de nombre de VAE vendus par habitants, nettement inférieures à un pays cyclable comme les Pays-Bas, mais nettement supérieures à la France.

I.5.3 Motivation d'achat

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Les principales raisons d'acheter un vélo électrique ont trait d'une part au fait même d'utiliser un vélo électrique (plaisir de circuler, maintien et/ou amélioration de la santé physique) et d'autre part, aux avantages qu'offre le deux-roues électrique par rapport aux autres moyens de transport (circuler à vélo à moindre effort, parcourir certains trajets plus rapidement, un confort accru par rapport au vélo conventionnel, parcourir de plus longues distances).

Lors de l'achat d'un vélo électrique, les principaux facteurs de choix sont l'autonomie, les services fournis et le système d'accumulateur (accumulateur intégré ou amovible).

Suite à leurs expériences, environ 93% des propriétaires de vélos électriques ont déjà recommandé l'achat d'un vélo électrique à autrui.

Les principales raisons des personnes ayant au moins une fois loué ou emprunté un vélo électrique étaient le désir de le tester, le plaisir de rouler et le déplacement à vélo à moindre effort.

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

La motivation d'achat principale est liée à l'aspect écologique du VAE. D'autres motivations plus pratiques, comme le souhait de fournir moins d'effort qu'avec le vélo conventionnel, le confort d'utilisation et l'aspect santé ont aussi été déterminantes dans le choix du VAE. Le « bouche à oreille », la promotion des communes ainsi que l'octroi de subvention apparaissent comme les trois leviers qui ont influencé le plus la décision d'achat.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Plus pratique / adapté aux besoins qu'un vélo mécanique et moins cher qu'une voiture. Le motif écologique ne semble pas être déterminant pour la majorité des utilisateurs.

Le VAE s'apparente plus à la voiture individuelle qu'aux autres modes de transports. Pratique, facile, rapide, il reste un mode individuel.

Les répondants ont une image très positive du VAE, une image positive de la voiture (pratique, facile) et du vélo mécanique (pratique, bon marché, sportif/sain), qui sont tous deux des modes individuels comme le VAE (pratique, facile, rapide), et une image plus mitigée des transports en commun (bondé, sales). Enfin, ils sont peu nombreux à qualifier les transports en commun d'« écologiques ».

L'utilisateur du VAE l'utilise surtout parce qu'il peut se substituer à la voiture particulière quand il devient difficile de l'utiliser en ville à cause des embouteillages ou des difficultés de stationnement. Le VAE est donc davantage une alternative à la voiture particulière qu'au vélo mécanique. Il fait donc sens de le promouvoir comme mode métropolitain, en le plaçant en concurrent direct de la voiture particulière et de l'autosolime plutôt que comme complément aux autres modes de transport alternatifs.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Les raisons d'acheter un VAE diffèrent selon les groupes d'utilisateurs. Pour les aînés, c'est plus facile et plus confortable qu'un vélo traditionnel. Pour les gens plus jeunes, c'est la vitesse de déplacement pour les longues distances qui est déterminante.

Plus généralement, aux Pays-Bas, les raisons d'utilisation d'un VAE25 sont les suivantes :

- l'assistance au pédalage en fait un mode de déplacement plus accessible (44%);
- l'assistance au pédalage lors de forts vents contraires (42%);
- la possibilité d'atteindre plus facilement des destinations éloignées (35%).

Synthèse

La motivation d'achat varie en fonction du pays et du type d'utilisateur.

Dans les pays européens, le VAE permet de s'affranchir des transports publics tout en conservant les avantages d'un mode individuel (pratique, facile). Il s'apparente plus à la voiture et au vélo traditionnel.

En Suisse, le plaisir de circuler à vélo à moindre effort, d'aller plus vite et plus loin joue un rôle dans le choix du VAE. L'aspect écologique est également plus important que dans les autres pays de l'Union européenne.

Quant aux groupes d'utilisateurs, pour les seniors, le VAE est plus facile et plus confortable qu'un vélo traditionnel. Pour les gens plus jeunes, c'est la vitesse de déplacement pour les longues distances qui est déterminante.

I.5.4 Freins à l'usage des VAE

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Selon plus de la moitié des personnes interrogées, les principaux obstacles à une utilisation plus fréquente des vélos électriques sont :

- le manque de sécurité routière;
- l'autonomie insuffisante des vélos électriques;
- l'absence de fortes déclivités à surmonter pour justifier une utilisation du vélo électrique.

Selon plus de 25% des personnes interrogées, les autres obstacles importants sont:

- le manque de sécurité antivol;
- le poids trop élevé du vélo électrique;
- la trop longue distance jusqu'au lieu de travail.

La sécurité routière est perçue comme un obstacle plus important par les personnes habitant au centre-ville que par les celles résidant dans les villages ou en zone résidentielle.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Les principaux freins mentionnés sont les suivants :

- la recharge de la batterie (28%);
- les problèmes techniques liés au vélo (20%);
- le poids (19%);
- l'insécurité routière (16%);
- le vol et le vandalisme (13%).

13% des répondants se sont déjà fait voler leur VAE et 10% ont subi des déprédations, ce qui mérite d'être souligné au vu du prix de ces vélos à l'achat.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Les désavantages principaux sont les suivants :

- le vélo est plus lourd;
- les personnes âgées sont plus vulnérables dans le trafic;
- le nombre d'accident est relativement élevé pour ce mode de transport.

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung – Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr (Allemagne, 2013) [27]

Barrières à l'utilisation du VAE : poids, coût, autonomie limitée, manque de sécurité contre le vol, manque de places de parc et de bornes de recharge dans l'espace public.

Synthèse

En Suisse, l'insécurité routière est l'obstacle principal à une utilisation plus soutenue des VAE, alors que dans les pays voisins, cette raison n'arrive qu'en 4^e position. Les autres désavantages revenant régulièrement sont l'autonomie limitée de la batterie, le poids élevé et le manque de sécurité contre le vol et le vandalisme.

I.5.5 Motifs des déplacements en VAE

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Pour 80% des propriétaires, le vélo électrique est le principal ou le second moyen de transport en importance dans le cadre de la mobilité quotidienne.

Deux groupes d'utilisateurs à la pratique très différente ont été identifiés, soit les moins de 65 ans et les plus de 65 ans :

- les personnes de moins de 65 ans utilisent avant tout le vélo électrique pour se rendre au travail. Pour les personnes de 65 ans ou plus, l'utilisation pour effectuer des excursions à vélo est clairement au premier plan;
- en plus de l'utilisation principale, les deux groupes d'usagers emploient surtout le vélo électrique pour aller faire leurs achats et pour leurs loisirs (par exemple pour se rendre chez des amis ou à une salle de fitness). Par mauvais temps, les personnes de 65 ans ou plus utilisent moins souvent le vélo électrique que celles de moins de 65 ans;
- par semaine, les personnes de 65 ans ou plus parcourent généralement des distances plus courtes que les personnes de moins de 65 ans.

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

Le travail est le motif principal de déplacement, suivi par les loisirs et les achats. L'utilisation du VAE s'inscrit dans une démarche essentiellement utilitaire.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Les motifs d'usage du VAE les plus courants sont les déplacements domicile-travail et la promenade.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

La raison principale des déplacements en VAE au Danemark est constituée des loisirs, en raison de la proportion importante d'aînés. Pour les pendulaires, il s'agit bien sûr de se rendre au travail (64%).

Synthèse

Les motifs de déplacements sont liés aux deux groupes d'usagers :

- **les seniors l'utilisent avant tout pour les loisirs;**
- **les actifs l'utilisent avant tout pour les déplacements domicile-travail.**

Dans ces deux groupes d'utilisateurs, le VAE est également utilisé pour les loisirs et les achats. Les déplacements professionnels sont les moins courants en VAE.

I.5.6 Caractéristiques des déplacements en VAE (durée, distance, vitesse)

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

61% des personnes qui possèdent un VAE parcourent une distance moyenne par semaine (par beau temps) inférieure à 50 km.

93% des déplacements liés au motif « travail » ont une distance (aller simple) inférieure à 20 km et 84% de ces déplacements durent moins de 30 minutes.

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

En moyenne, les utilisateurs de VAE parcourent 7 km par déplacement et y consacrent 22 minutes, soit une vitesse moyenne de 19 à 19,5 km/h.

République et canton de Genève – Direction générale de la mobilité – Les comptages vélos 2011 (2012) [32]

Le trafic VAE des périodes de pointe représente de 7 à 11% du trafic vélo en mai 2011, pour atteindre en moyenne 8,5%.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

La vitesse moyenne à VAE25 calculée à partir des réponses au sondage est de 19 km/h.

La durée moyenne d'un déplacement réalisé à VAE déclarée par les répondants est de 30 minutes. La médiane (20 minutes) est inférieure à la moyenne. La portée moyenne d'un déplacement à VAE déclarée par les répondants est de 9 km. Là encore, la médiane (6 km) est plus basse que la moyenne.

Une portée de 7,5 km est souvent considérée aux Pays-Bas comme la limite maximale pour les déplacements domicile-travail, cette limite peut être étendue à 10 km dans le cas du VAE.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

A vélo traditionnel, 18 km parcourus en une semaine. En VAE, la distance est de 31.3 km par semaine, dû au fait que les gens ayant un VAE peuvent aller plus loin. Seulement la moitié des usagers sont des usagers « lourds » (plus de 5 fois par semaine). Les femmes sont surreprésentées dans cette catégorie. Les usagers légers (une fois par semaine) représentent 20% et sont un peu plus vieux que la moyenne, ont un haut niveau de revenu et vivent en ville.

Synthèse

La vitesse moyenne à VAE25 est de 19 à 20 km/h. Le temps de trajet moyen peut être estimé à 20 à 30 minutes, pour une distance moyenne de 6 à 9 km (contre 2,9 km pour le vélo traditionnel).

I.5.7 Potentiel de report modal du VAE

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Les distances moyennes parcourues par les personnes interrogées sur leur vélo électrique représentent 2'600 km par personne et par année. L'analyse des modifications d'utilisation des personnes interrogées montre qu'environ 16% des distances parcourues, soit un peu plus de 400 km, résultent d'un trafic nouveau. Il s'agit en particulier d'excursions à vélo qui n'étaient pas effectuées avant l'achat d'un vélo électrique. Les 84% restants (2'200 km) proviennent du transfert d'autres moyens de transport, soit de la voiture (45%, soit près de 1'000 km par personne), des TP (26%, 570 km) et du vélo conventionnel (19%, 420 km).

Une analyse du potentiel de transfert par mode montre que :

- le plus grand transfert d'utilisation concerne les deux-roues motorisés (mais concerne une part réduite des usagers) : parmi les 25% qui possèdent un 2RM, 64% à 75% utilisent leur 2RM moins souvent ou beaucoup moins souvent;
- près de trois-quarts de ceux qui possèdent un vélo conventionnel l'utilisent moins souvent / beaucoup moins souvent;
- un peu plus de 60% des personnes possédant une voiture indiquent utiliser ce véhicule « moins souvent », voire « beaucoup moins souvent ». Comme plus de 90% des propriétaires de vélos électriques disposent d'une voiture, l'effet de transfert de la voiture vers le vélo électrique s'avère considérable.
- pour la plupart des personnes interrogées, l'utilisation des transports publics (TP) et les trajets parcourus à pied n'ont que peu changé.

Par rapport au parc actuel de vélos électriques en Suisse, il existe encore un fort potentiel pour une utilisation supplémentaire des vélos électriques. Ce potentiel est estimé entre 2,8 fois et 7,9 fois plus élevé que la diffusion actuelle des vélos électriques en Suisse.

L'utilisation des vélos électriques influence les capacités des infrastructures de transport : comme utilisation principale du vélo électrique, les personnes interrogées indiquent les déplacements pour se rendre au travail. La grande majorité des propriétaires de vélos électriques interrogés vont au travail et en reviennent aux heures de pointe le matin et le soir. Le mode d'utilisation des propriétaires de vélos électriques reflète donc les mêmes courbes de variation journalière que l'utilisation des autres moyens de transport. Comme les vélos électriques ont besoin de moins d'espace, ils peuvent contribuer à décharger les infrastructures routières et ferroviaires aux heures de pointe. Cela revêt d'autant plus d'importance que, du point de vue des distances, les vélos électriques seraient adaptés à environ 60% des trajets pour se rendre au travail, et qu'ils recèlent dès lors un fort potentiel encore inexploité. Cette affirmation est étayée par l'analyse de la longueur moyenne du trajet des propriétaires de vélos électriques pour se rendre au travail, soit entre 8 km et 9 km (pour les trajets à vélo traditionnel, il s'agit de 2,9 km).

Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM - Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique (2009) [30]

Les comportements de mobilité conséquents à l'achat du VAE se caractérisent par une diminution de l'utilisation de la voiture, du vélo conventionnel et des deux-roues motorisés.

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Le VAE n'entraîne pas vraiment une démotorisation des ménages. La plupart des répondants sont motorisés : 61% possèdent une voiture. Le nombre total de voitures possédées par les répondants a diminué de 7% depuis qu'ils ont commencé à utiliser un VAE. Cela signifie que certains répondants se sont séparés d'une voiture, probablement

de leur seconde ou troisième voiture. Parmi les ménages motorisés, 49% déclarent qu'ils utilisent moins la voiture depuis qu'ils se déplacent à VAE. Si le VAE ne remplace pas la voiture, il peut se substituer à des déplacements réalisés en voiture.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Chez les pendulaires, on peut s'attendre à ce que les VAE engendrent une augmentation de 10% des cyclistes.

Au Danemark, il a été démontré que les gens ayant un VAE parcourent 22% de km en plus par semaine car ils vont plus loin et utilisent plus leur VAE qu'ils ne le feraient avec un vélo traditionnel. 34% des trajets en VAE étaient auparavant fait avec un vélo traditionnel et c'était pour la plus part des trajets de loisir des aînés.

Les études actuelles montrent que les VAE n'ont pas jusqu'à maintenant eu un grand impact sur les transports publics.

Part des déplacements selon le mode substitué (tout type de déplacement) :

- vélo conventionnel : 34.3%;
- pas de substitution (déplacements nouveaux) : 37.8%;
- voiture : 18.3%;
- bus : 2.4%;
- marche : 2.1%.

Synthèse

En Suisse, 16% des distances parcourues résultent d'un trafic nouveau, alors qu'aux Pays-Bas les utilisateurs de VAE parcourent 22% de km en plus par semaine car ils vont plus loin et utilisent plus leur VAE qu'ils utiliseraient un vélo traditionnel.

Les modes de déplacements les plus remplacés par le VAE sont la voiture et le vélo. En Suisse, 45% des kilomètres effectués en VAE remplacent des déplacements en voiture.

Pour la plupart des personnes interrogées, l'utilisation des transports publics (TP) et les trajets parcourus à pied n'ont que peu changé.

Malgré une utilisation du VAE au détriment de la voiture, il n'est par contre pas constaté une démotorisation des ménages en Europe (données indisponibles en Suisse). Le VAE ne remplace pas la voiture, mais se substitue à des déplacements réalisés en voiture.

Outre la voiture et le vélo, il existe également un fort potentiel de substitution des deux-roues motorisés, notamment chez les jeunes.

I.6 Mesures à mettre en place

I.6.1 Adaptation des infrastructures et de la réglementation

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

En ce qui concerne les exploitants des infrastructures routières, les mesures suivantes méritent notamment d'être examinées:

- les efforts consentis en vue d'augmenter la sécurité routière pour les vélos conventionnels et les vélos électriques devraient être renforcés;
- il faut étudier le développement renforcé d'un réseau de pistes cyclables dans le but de disposer de corridors cyclables directs, sûrs, si possible ininterrompus et bien signalés. Une attention toute particulière doit être accordée à la mise en réseau des villes avec les communes des agglomérations adjacentes pour pouvoir mieux exploiter le potentiel des vélos électriques dans le trafic pendulaire. Ce potentiel semble ne pas être exploité intégralement, notamment pour les distances entre 5 km et 15 km;
- le service hivernal sur les tronçons utilisés par les vélos conventionnels et électriques devrait être effectué en priorité pour augmenter l'utilisation des vélos en hiver.

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapport SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

Mesures recommandées :

- vérifier la compatibilité des normes de construction routière avec les vélos électriques et aménager les tourne-à-gauche et les traversées de manière adéquate (formation des ingénieurs et des planificateurs);
- optimiser la gestion des vitesses, par exemple en réduisant les vitesses adoptées par le trafic individuel motorisé (contrôles de vitesse, régime de vitesse en localité).

6t – Usages et usagers du VAE en Europe (2014) [36]

Seulement 33% des répondants déclarent être tout à fait d'accord avec la proposition selon laquelle « il serait utile de disposer de vélos à assistance électrique en libre-service ». 66% se déclarent intéressés par une offre de location de longue durée, incluant une assurance contre le vol et les dommages causés à des tiers.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Il y a une relation entre l'usage d'un VAE et l'urbanisation : les usagers VAE parcourent des distances plus longues lorsque la densité d'habitat baisse. Cela démontre un enjeu : certains secteurs ou routes qui ne paraissaient pas intéressants pour les vélos peuvent maintenant le devenir. Une des conséquences est que les communes doivent collaborer plus pour s'assurer que le réseau est cohérent en dehors de leur commune.

Les VAE ont leurs propres besoins en stationnement, car ils sont plus fragiles, plus lourds et plus chers. Le système « nietje » (arceaux en « n ») semble le plus adapté aux VAE.

Points de chargement : si l'installation de points de chargement dans les espaces publics est appréciée par les usagers des VAE, les besoins réels sont plutôt une prise de courant accessible et une étagère sur laquelle placer l'adaptateur, dans le lieu de destination.

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

Un dimensionnement généreux de l'infrastructure selon les lignes directrices pour la circulation à vélo (pistes cyclables, intersections, courbes, etc.) doit être prévu.

Mesures législatives proposées (niveau européen) : harmonisation juridique de la réglementation (surtout concernant les définitions des e-vélos et vélos électriques), les règlements concernant le port du casque et l'offre de tests et de formation pour les e-cyclistes.

La majorité des personnes interrogées ont rejeté la suggestion d'interdire les VAE sur les aménagements cyclables. Les usagers des VAE aimeraient avoir la possibilité d'utiliser les pistes cyclables - particulièrement les femmes qui se sentent plus en sécurité – et aimeraient avoir des infrastructures adaptées. La qualité des pistes cyclables, en particulier leur largeur (« trop étroite ») était critiquée par les deux tiers des personnes interrogées. A noter que les hommes ont rejeté une limitation de vitesse pour les VAE, tandis que plus de la moitié des femmes étaient d'accord sur ce point.

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung – Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr (Allemagne, 2013) [27]

Mesures proposées : installations de parkings sécurisés au niveau des pôles multimodaux, location de vélos électriques, mesures de communication et de marketing, etc.

Synthèse

En lien avec le problème de la sécurité routière, il apparaît primordial de développer un réseau cyclable sûr et de qualité, convenant aussi bien aux vélos qu'au VAE. Les VAE25 doivent pouvoir utiliser les infrastructures cyclables. Cette question reste en suspens pour les VAE45 et doit être développée.

Le stationnement sécurisé des VAE (arceaux, box à vélos, vélostations) et les bornes de recharges sont indispensables aux VAE et doivent être développés.

Les distances parcourues par les VAE étant plus grandes, le réseau cyclable doit être adapté en conséquence et étendu aux secteurs péri-urbains et à certaines zones rurales.

Les différences de vitesses entre les VAE et les vélos doivent être réduites pour éviter les conflits. Cela implique un réseau cyclable direct et fluide (grands axes vélos, fluidité dans les carrefours, etc.).

Les différences de vitesses entre les VAE et les autres usagers de la route est également un facteur d'accident. Sur certains axes, une réduction de la vitesse est nécessaire (généralisation des zones 30).

I.6.2 Equipement des véhicules et des usagers

Ecoplan und Institut für Marketing – Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz (2014) [26]

Les fabricants de vélos électriques devraient mettre l'accent sur la réduction du poids et sur l'augmentation de l'autonomie.

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapport SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

Mesures proposées :

- examiner la nécessité de casques spéciaux pour les usagers des VAE et, le cas échéant, mettre au point de tels casques;
- configurer les véhicules motorisés en veillant à la protection des autres usagers de la route.

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Le fait que la batterie soit de plus en plus « cachée » dans le cadre du vélo et le fasse ressembler à un vélo traditionnel a permis d'augmenter les ventes de VAE, mais cela rend aussi plus difficile la perception des VAE par les autres usagers.

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

Des mesures doivent être prises pour développer des normes homogènes, afin de garantir une haute fiabilité technique des VAE et d'interdire en particulier la manipulation de la vitesse maximale.

Le port d'une plaque d'immatriculation, y compris l'assurance pour VAE, a été rejeté par la majorité des personnes interrogées. Un examen obligatoire relatif aux règles de circulation a été accepté chez les femmes, mais évalué plutôt inutile par les hommes. Cependant, celui-ci est tout à fait appuyé par des experts, en particulier pour les personnes âgées et les personnes qui n'ont pas utilisé de vélo depuis longtemps.

Synthèse

Les thèmes suivants doivent être développés :

- **mesures de développement du VAE: réduction du poids du vélo, augmentation de l'autonomie de la batterie;**
- **mesures relatives à la sécurité : éclairage du véhicule, assurances, port du casque, examen pour certains usagers, ...**

I.6.3 Communication / Sensibilisation / Education

Bureau de prévention des accidents bpa – Rapport SINUS 2013, 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière (2013 et 2014) [39]

Tenir compte des aspects spécifiques aux vélos électriques lors de la formation des conducteurs des véhicules antagonistes potentiels et des cyclistes (usagers de vélos électriques).

Mobycon – Region of Copenhagen – Electric bicycle report (Danemark, 2014) [56]

Au Danemark, le premier groupe à avoir été ciblé par l'industrie sont les seniors et les personnes à mobilité réduite.

Le groupe suivant est celui des pendulaires. L'industrie a collaboré avec des organisations à but non lucratif ainsi qu'avec le secteur public. Des projets pilotes et des campagnes de promotion ont permis d'augmenter le nombre d'usagers. Depuis 2008-2009 notamment, les autorités publiques encouragent les dirigeants des entreprises à la promotion des VAE : plus économique, écologique, bon pour la santé, etc. Cela favorise d'une manière générale l'utilisation des infrastructures existantes plutôt que de construire de nouvelles routes.

Le groupe le plus récent est celui des jeunes. Dans les zones rurales, le scooter est plus populaire envers les 16-18 ans et l'idée est que le VAE le remplace.

Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds – SEEKING – safe e-biking (Autriche, 2014) [47]

Sensibilisation croissante, via l'éducation et la publicité – faire prendre conscience à la population qu'il s'agit d'un mode de transport à part entière, offrir une formation (notamment pour les personnes âgées).

Synthèse

L'étude des cas de communication réalisés notamment aux Pays-Bas montre que les campagnes de sensibilisation, la publicité et la mise à disposition de VAE pour des tests contribuent grandement au succès de ce mode.

En Suisse, seule la campagne de prévention du BPA (« les vélos électriques vont plus vite qu'on ne le pense ») parle des VAE, et le message, bien qu'utile, est plutôt négatif (VAE = accidents). Il manque :

- **une réelle volonté politique de mettre ce mode de déplacement en avant, de le considérer comme une alternative à la voiture et aux deux-roues motorisés;**
- **des campagnes de publicité ciblées et efficaces** (que ce soit par les fabricants de VAE, les politiques ou les pouvoirs publics);
- **la mise à disposition gratuite et temporaire de VAE en test, dans des grandes entreprises régionales.**

I.7 Synthèse des enjeux et thèmes à étudier

L'analyse de la littérature a permis d'identifier les enjeux et les données disponibles pour l'intégration des VAE dans le système de transport. Les cinq points suivants devront faire l'objet d'une recherche détaillée dans le cadre du présent mandat :

- le plus grand potentiel du développement des VAE concerne clairement les déplacements pendulaires d'une distance comprise entre 5 et 15 km. C'est aussi là que son impact sur le système de transport sera le plus important, puisqu'un transfert d'un petit nombre de ces déplacements de la voiture vers le vélo permet déjà une utilisation plus rationnelle des infrastructures. Ce développement doit viser avant tout :
 - des déplacements entre la périphérie et le centre des agglomérations, en complémentarité aux transports collectifs, notamment dans les cas où ceux-ci sont déjà proches de la saturation;
 - des déplacements sur des axes où les transports collectifs sont peu performants, par exemple de périphérie à périphérie, ou en rabattement sur des modes lourds (RER, métro, ...).

Une application détaillée du potentiel estimé par le bureau Ecoplan AG devrait être appliquée à l'échelle des villes de Berne et de Genève, de manière à mettre en évidence ce qui pourrait effectivement être gagné en termes de soulagement des infrastructures aux heures de pointe;

- la question juridique de la catégorie de véhicules à laquelle doit appartenir les VAE45 est centrale; en découle non seulement l'autorisation d'utilisation ou non des infrastructures cyclables par ceux-ci (avec les éventuelles exceptions), ainsi que les questions adjacentes telles que nécessité d'un permis, d'une assurance, de contrôles techniques obligatoires et de l'identification par les autres usagers. Les VAE45 n'étant pas considérés comme des cycles en Europe, ces différentes questions n'ont pas été traitées par ailleurs;
- il s'agit ensuite d'estimer ce qu'une meilleure exploitation du potentiel identifié engendrerait comme flux d'usagers, pour déterminer la sollicitation des infrastructures cyclables et prévoir un dimensionnement approprié (par exemple sur les grands axes d'accès aux agglomérations ou de rabattement sur les arrêts de RER);
- les normes relatives aux aménagements cyclables doivent clairement être revues – à cet effet, une analyse des différentes situations pouvant se présenter doit être effectuée (avec ou sans VAE45) et des propositions d'adaptation doivent être étudiées;
- partant du constat que les accidents les plus fréquents liés aux VAE sont liés à des pertes de maîtrise et à une sous-estimation des vitesses de circulation des usagers, les mesures de formation, de sensibilisation et de communication doivent être renforcées. Il faut aussi étudier la pertinence de rendre plus reconnaissables les usagers des VAE.

II Annexe II – Valorisation des statistiques d’Ecoplan : distinction VAE45/VAE25

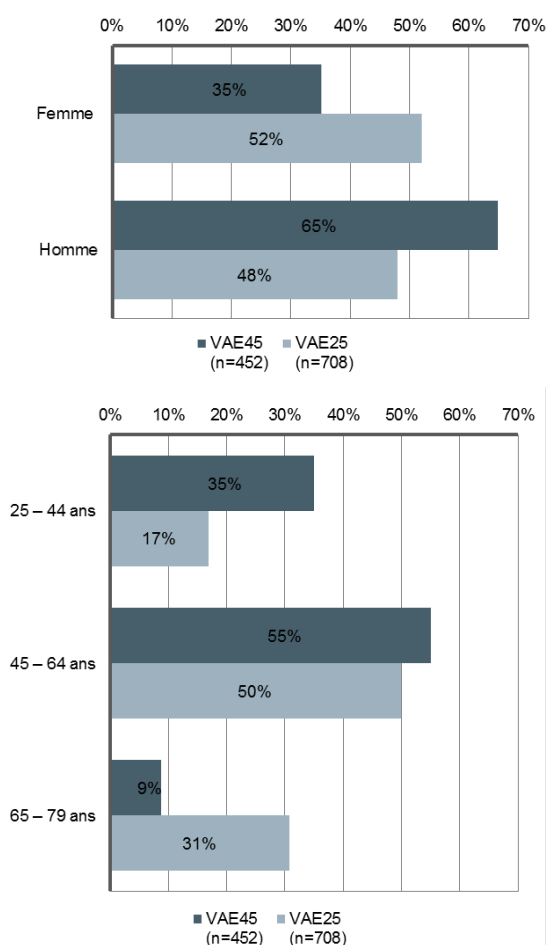
Valorisation des statistiques d'Ecoplan : distinction VAE45/VAE25

Rappel concernant l'enquête menée par Ecoplan AG

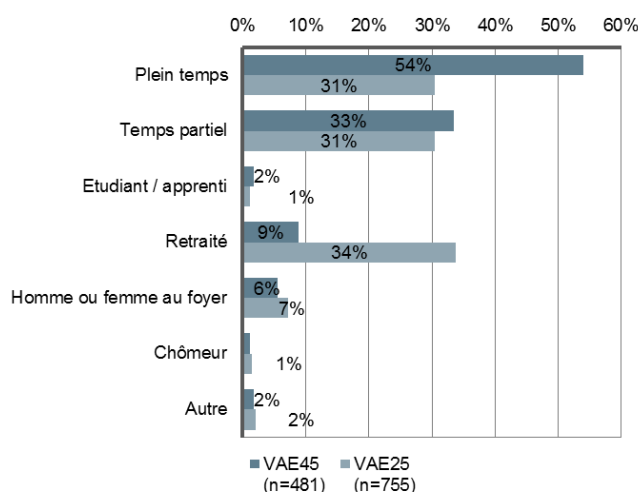
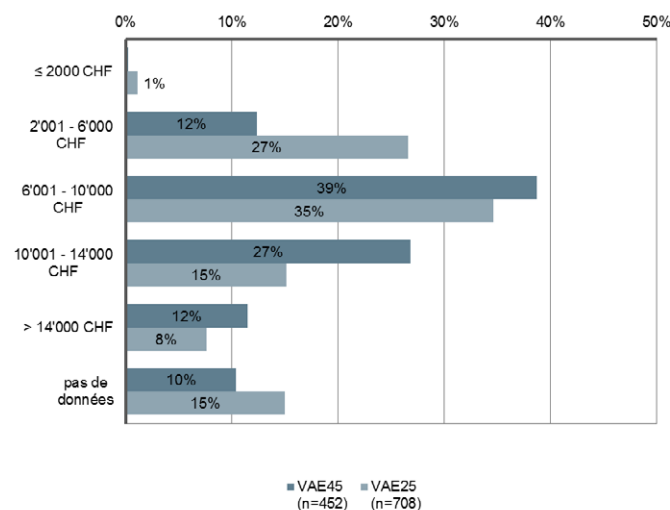
- Enquête par questionnaire, distribué aux acheteurs de VAE, via les fabricants, les importateurs et les vendeurs, entre février et mai 2014, dans toute la Suisse. Les résultats indiqués concernent donc les **acheteurs-propriétaires** des VAE et non directement les utilisateurs (qui sont souvent, mais pas toujours, les mêmes).
Une enquête complémentaire a également été réalisée auprès de personnes louant des VAE (non reprise dans la présente analyse)
 - 1'160 questionnaires valables et utilisables, dont :
 - 452 utilisateurs de VAE45 (39%), légèrement surreprésentés par rapport aux statistiques de vente (25-30% de VAE vendus sont des VAE45)
 - 708 utilisateurs de VAE25 (61%)
- Note : par rapport aux 1'171 questionnaires de l'enquête, 11 n'ont pas précisé le type de VAE utilisé*
- Enquête considérée comme représentative à l'échelle de la Suisse
 - Résultats généraux repris dans le rapport final "Verbreitung und Auswirkung von E-Bikes in der Schweiz – Schlussbericht" – UVEK – BFE – Ecoplan AG – 12.8.2014 [26]
 - Les résultats ci-après concernent uniquement les analyses complémentaires relatives à la distinction VAE45/VAE25**, selon les données détaillées fournies à Transitec par le bureau Ecoplan en décembre 2015
 - Les numéros indiqués entre crochets [x-x] font référence aux numéros de figure correspondants de l'étude d'Ecoplan

Partie I : Profil socio-économique et comportement d'achat

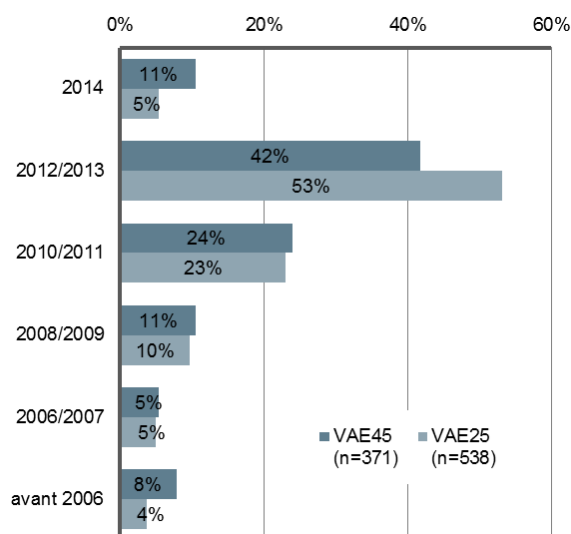
Sexe et âge des personnes possédant un VAE [3-1]



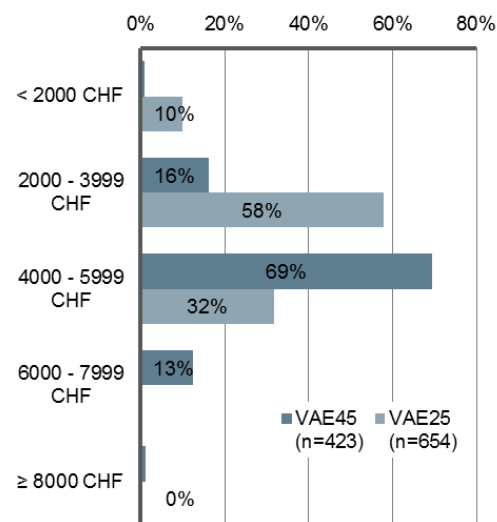
- Les VAE45 sont essentiellement utilisés par les hommes (65%) et les personnes de 25 à 64 ans (90%), les VAE25 légèrement plus par les femmes (52%) et une proportion plus importante de personnes âgées de plus de 65 ans (31%)

Type d'activité et revenu [3-2]**Formation réalisée****Type d'activité (plusieurs réponses possibles)****Revenu mensuel brut du ménage**

- La proportion des personnes disposant d'une formation supérieure est plus marquée pour les propriétaires de VAE45 (63%) que de VAE25 (47%)
- Les VAE45 sont essentiellement utilisés par les actifs à plein temps (54%) ou à temps partiel (33%). Les personnes possédant un VAE25 sont réparties équitablement entre plein temps (31%), temps partiel (31%) et retraités (34% - voir aussi [3-1]). Ainsi, les deux-tiers des actifs possédant un VAE45 travaillent à plein temps, contre seulement la moitié pour les VAE25.
- 39% des propriétaires de VAE45 gagne plus de 10'000 CHF par mois, contre 23% pour les VAE25

Année d'achat du VAE [3-8]

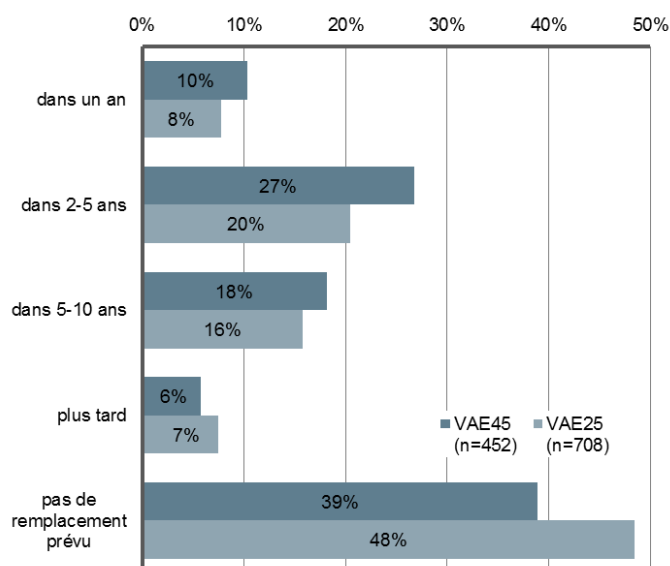
- La proportion de VAE45 achetée durant la première partie de 2014 (avant l'enquête) est supérieure à celle des VAE25. En revanche, elle était légèrement inférieure les deux années précédentes.
- A cette exception près, il peut être constaté que **le parc de VAE en utilisation est relativement récent**, avec plus des trois quarts ayant moins de 5 ans, pour les VAE45 comme pour les VAE25

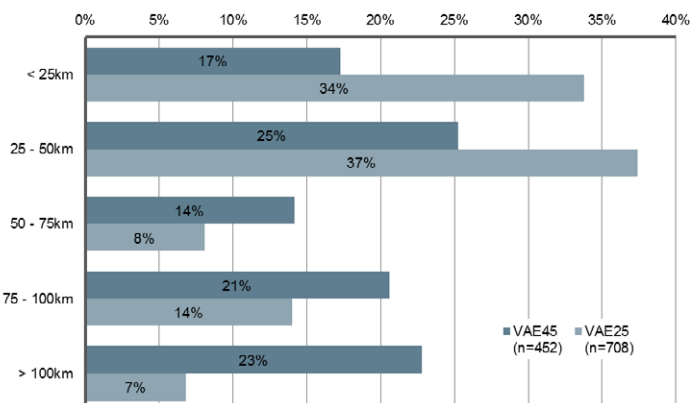
Comportement d'achat [3-9]**Coût d'achat (ou d'équipement)**

- Le coût d'achat du VAE est supérieur à 4'000 CHF dans 83% des cas pour les VAE45, seulement 32% des cas pour les VAE25.

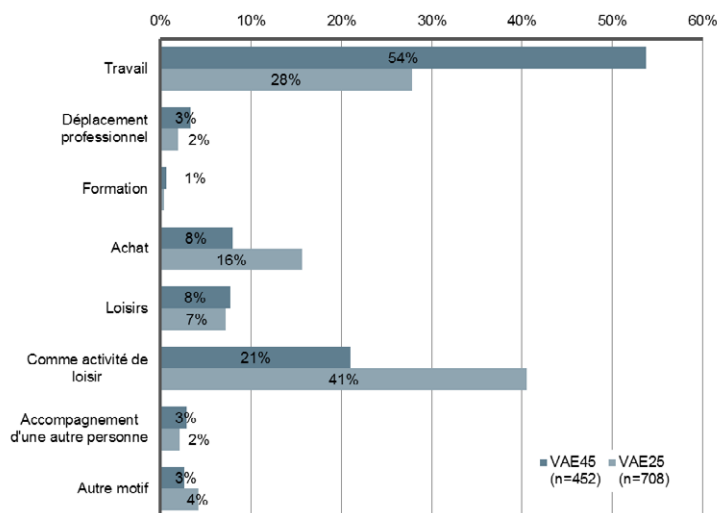
Note : dans le rapport final d'Ecoplan, les personnes ayant répondu "ne sait pas" ont été incluses à la catégorie "<2'000 CHF". Pour la répartition VAE45/VAE25, Ecoplan propose de retirer ces personnes de l'échantillon.

- 55% des personnes possédant un VAE45 prévoient de le remplacer dans les 10 prochaines années, contre seulement 44% pour les VAE25, ce qui peut dénoter une utilisation plus intensive des VAE45.

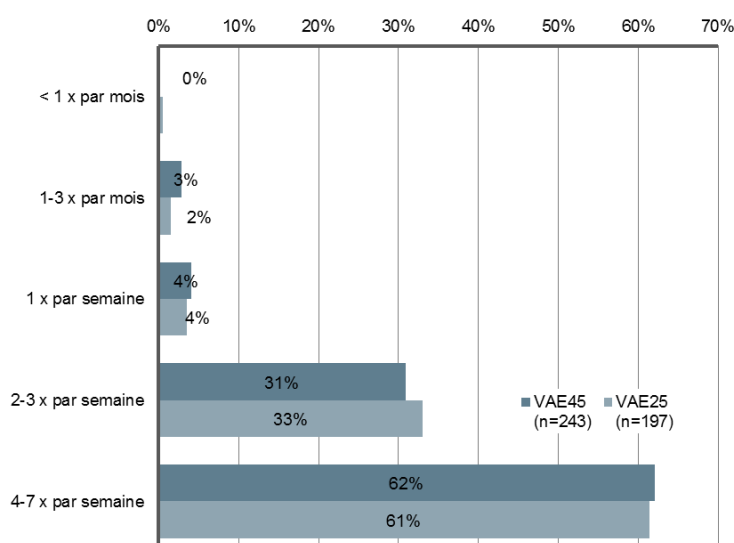
Date de remplacement prévue

Partie II : Usages des VAE**Distance moyenne parcourue par semaine [3.17]**

- 58% des personnes possédant un VAE45 parcourent plus de 50 km par semaine, contre seulement 29% des VAE25

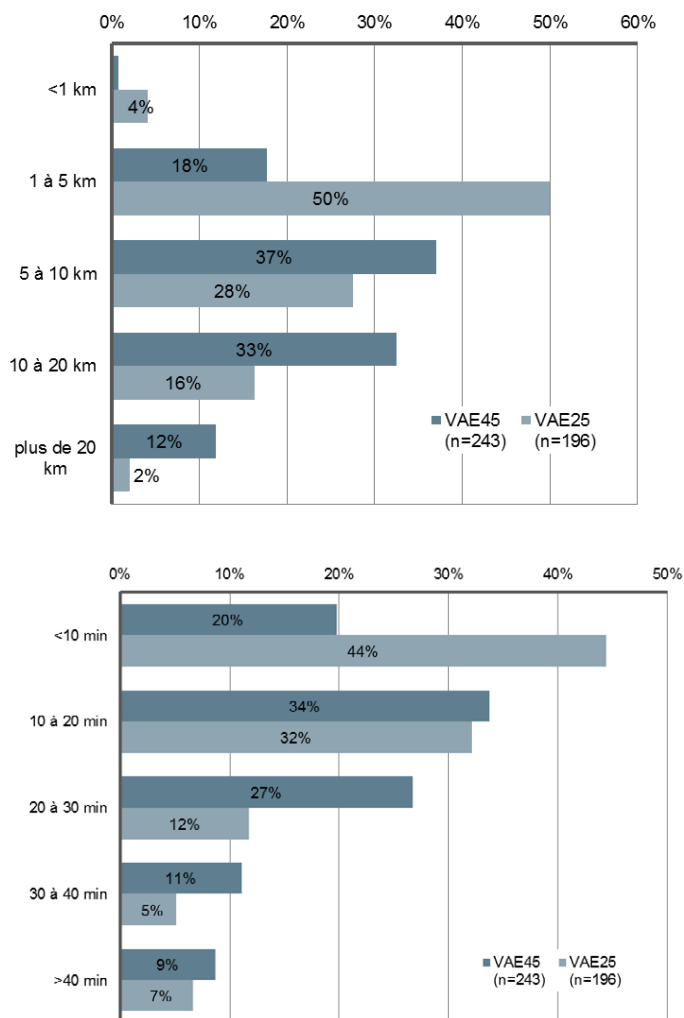
Motif d'utilisation le plus courant [3.19]

- Le principal motif de déplacement pour le VAE45 est le travail (54%), suivi par l'utilisation comme activité de loisirs (21%). La proportion est inversée pour le VAE25, avec le premier motif lié à l'utilisation comme activité de loisirs (41%), puis le travail (28%) et les achats (14%)

Fréquence d'utilisation pour le motif "travail" [3.22]

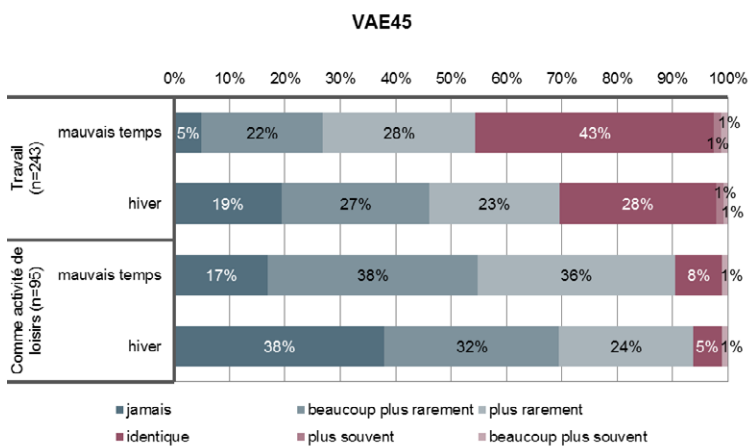
- La fréquence d'utilisation pour les déplacements domicile-travail est équivalente pour les deux types de VAE : 4 à 7 fois par semaine dans environ 60% des cas, 2 à 3 fois par semaine dans environ 30% des cas

Distance et durée du déplacement domicile-travail (aller simple) [3.24]

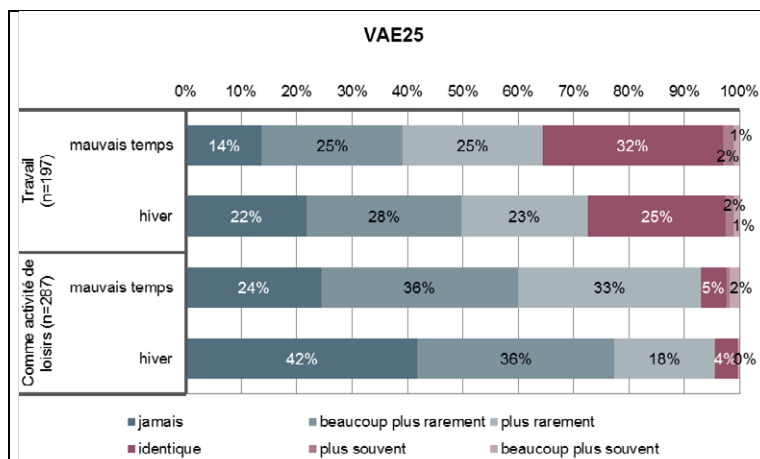


- Les distances parcourues par déplacement domicile-travail sont sensiblement plus longues pour les VAE45 : 82% des déplacements dépassent 5 km (aller simple), contre 46% pour les VAE25
- Le temps de déplacement domicile-travail est également plus long, même si la tendance est moins forte : plus de 20 minutes (aller simple) dans 47% des cas pour les VAE45 contre 24% des cas pour les VAE25

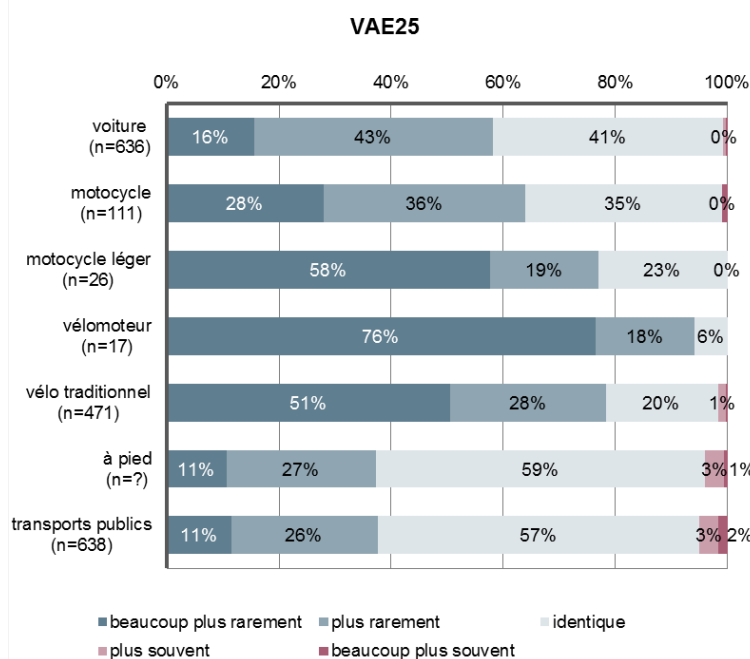
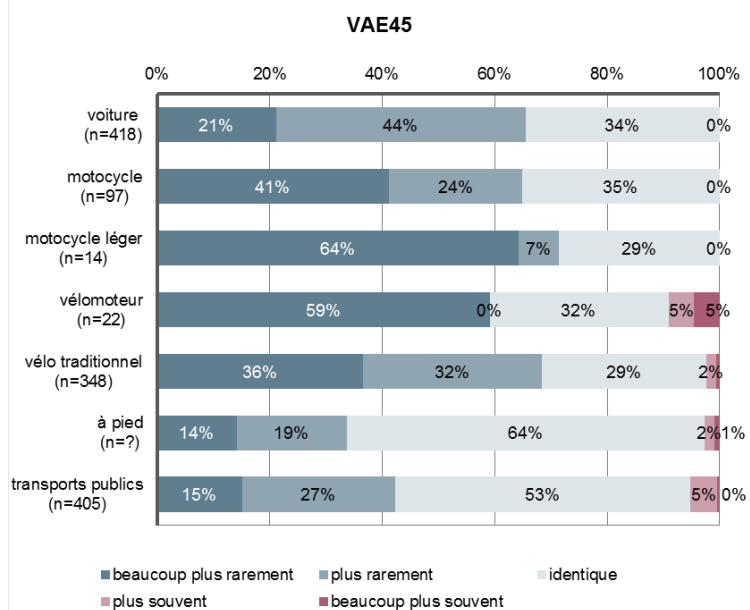
Réduction de l'utilisation par mauvais temps et en hiver (motifs "travail" et "comme activité de loisirs") [3.40]



- Les utilisateurs de VAE45 sont également moins sensibles aux conditions externes : concernant les déplacements domicile-travail, 43% d'entre eux l'utilisent de manière identique en hiver (contre seulement 32% pour le VAE25). En hiver, la différence est moins sensible (28% d'utilisateurs de VAE45 ne changent pas leur habitude, contre 25% de VAE25)



Modification du choix du moyen de transport à la suite de l'utilisation du VAE [3.44]



- Le VAE45 remplace légèrement plus souvent la voiture ou la moto que le VAE25; a contrario, le VAE25 diminue plus fortement l'utilisation d'un cyclomoteur ou d'un vélo traditionnel

Synthèse de l'analyse du comportement modal issue de l'enquête [5-1]

	VAE45	VAE25
Nombre de VAE	452	708
Nombre de km par an par VAE	3'502	1'969
Nombre de km par an total	1'582'720	1'394'070
dont nouveaux déplacements	14%	18%
dont reports	86%	82%
voiture	47%	41%
motocycle	5%	4%
motocycle léger	1%	1%
cyclomoteur	1%	0%
vélo traditionnel	17%	20%
à pied	4%	5%
transports collectifs	25%	28%
	100%	100%

- La distance moyenne parcourue par un utilisateur de VAE45 est de 3'500 km/an, de 75% supérieure à celle d'un utilisateur de VAE25 (environ 2'000 km/an).
- Parmi ces 3'500 km, 54% étaient précédemment effectués avec un mode mécanisé (voiture, motocycle, motocycle léger ou cyclomoteur), contre 46% pour le VAE25.
- Le report modal est donc de 1'900 km/utilisateur/an pour les VAE45 contre "seulement" 900 km pour les VAE25

III Annexe III – Analyse juridique / rechtliche Betrachtung (Christian Wyss)

III.1 Ausgangslage

III.1.1 Fragestellung

Diese Arbeit befasst sich mit dem speziellen Verhalten der Lenker von VAE25 (langsame E-Bikes) und VAE45 (schnelle E-Bikes) auf einigen heute bestehenden Fahrradverbindungen. Aufgrund unterschiedlicher Beschleunigungs- und Geschwindigkeitspotentiale gegenüber dem Fahrrad stellen sich Fragen, wie diese Fahrzeuge, denen namentlich im Pendlerverkehr ein umweltfreundliches Umsteigepotential zugetraut wird, rechtlich erfasst und welche Verkehrsregeln ihnen zugeordnet werden sollen.

Die rechtliche Betrachtung beginnt mit einem kurzen Vergleich des Schweizerrechts mit europäischen Regelungen. Aus den Erkenntnissen der Feldstudie prüfen wir den Regelungsbedarf für VAE25 und VAE45 bezüglich Fahrzeug und Führer (III.2.1), Verkehrsregeln wie Geschwindigkeitsbegrenzung und Rechtsfahrgebot (III.2.2), Differenzierungen von Regeln für Fahrrad und Motorfahrrad (III.2.3), Regeln in Mischflächen (III.2.4) und in verkehrsberuhigten Zonen (III.2.5). Gestützt auf diese Betrachtung ist zu fragen, ob das VAE45 (0.5 – 1.0 kW) in die Kategorie „Motorfahrrad“, „Kleinmotorrad“ oder neu in einer eigenen Kategorie geregelt werden soll (III.3).

Zur Beurteilung der beobachteten Probleme und zur Formulierung von Empfehlungen sind für Entscheide immer folgende Kriterien der Normbeurteilung zu beachten :

- Verkehrssicherheit aller Teilnehmer
- Normverständlichkeit bei den Adressaten
- Normakzeptanz bei allen Teilnehmern
- Einbettung ins internationale Strassenverkehrsrecht
- (marginal) Zielkonformität bezüglich ökologischer Verkehrsbewältigung, insbesondere Zweirad-Pendlerverkehr

III.1.2 Grundlagen der Regelung im EU-Raum

Im EU-Raum wird die Gesetzgebung gesteuert durch die **EU-Richtlinie 2002/24/EG** zum Typengenehmigungsverfahren. Diese vereinheitlicht die Typengenehmigung der Elektrofahräder, legt aber gleichzeitig fest, was in den Mitgliedsländern als Fahrrad, als Kleinkraftrad oder als Kraftrad gilt und ist insofern auch Basis für Differenzierungen in der nationalen Gesetzgebung. Das Fahrrad hat typischerweise keine Typengenehmigung als Kraftfahrzeug (Motorfahrzeug).

Auszug aus EU-Richtlinie 2002/24/EG Art. 1 Abs. 1 Bst h)

Nicht der Richtlinie als Motorfahrzeuge unterliegen :

Fahrräder mit Trethilfe, die mit einem elektromotorischen Hilfsantrieb mit einer maximalen Nennwertleistung von 0.25 kW ausgestattet sind, dessen Unterstützung sich mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv verringert und beim Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h oder früher, wenn der Fahrer mit treten einhält, unterbrochen wird.

Art. 1 Abs. 2 Bst a) Kleinkraftträder

Zweirädrige oder dreirädrige Kraftfahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von bis zu 45 km/h und folgenden Eigenschaften: Hubraum bis 50cm³ bei Verbrennungsmotoren; max. Nenndauerleistung von bis zu 4 kW im Fall von Elektromotoren.

Art. 1 Abs. 2 Bst b) Krafträder (Motorrad)

Hubraum von mehr als 50cm³ bei Verbrennungsmotor oder mehr Nennwertleistung als 4kW bei Elektromotor.

Entsprechend dieser Vorgabe regeln die meisten EU-Staaten das VAE25 wie das Fahrrad, das VAE45 wie ein Leichtmotorrad.

III.1.2.1 Bsp. Frankreich (Code de la route, nachfolgend CRF)

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 4. Zweiräder/Dreiräder und Quadricycles

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 4.3, 4.4. 4.9 : *Motocyclette (Motorrad), mehr als 45 km/h*

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 4.3, 4.4. 4.10 : *Motocyclette légère (Leichtmotorrad), wenn unter 125 cm³ Motor und Geschwindigkeit max 45 km/h*

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 4.1, 4.2. 4.8 : *Cyclomoteur (Mofa), 6 – 45 km/h, max 50 cm³ oder 4 kw.*

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 6 : Andere Fahrzeuge

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 6.10 : *Cycle : mind. 2 Räder, ausschliesslich mit Muskelkraft betrieben*

Art. R-311.1 CRF, Ziff. 4.1, 4.2. 4.8 : *Cycle à pédalage assisté, E-Bike max 25 km/h, max 0.25 kw.*

Das VAE45 gilt in Frankreich als Mofa, das VAE25 als cycle à pédalage assisté.

R431-9 : *Fahrräder dürfen in Fussgängerbereichen fahren, sofern Schritttempo und Rücksicht auf Fussgänger.*

R431-10 : *Ausserorts dürfen Fahrräder und Mofas (VAE45) unter Rücksichtnahme auf Fussgänger auf Trottoirs und Gehwegen fahren, bei Pavés oder Bauarbeiten.*

Frankreich ist bezüglich Benutzung von Fussgängerflächen durch das Fahrrad relativ permissiv.

Die Unterscheidung Innerorts-Ausserorts ist insofern interessant, als VAE45 innerorts geschwindigkeitsmässig von den Autos weniger gefährdet werden als ausserorts, wo erhebliche Geschwindigkeitsdifferenzen und lange Bremswege üblich sind.

III.1.2.2 Bsp. BRD (StVG, STVO)

Bei der Umsetzung gilt das VAE25 als Fahrrad (Kein Kraftfahrzeug; Art. 1 Abs. 3 StVG), das VAE45 als Kleinmotorrad. Das Mofa hinterlässt noch Spuren in den Verordnungen. Da es auf 25 km/h begrenzt sein muss, wurde es nach Inkrafttreten der EU-Richtlinie vom Markt verdrängt und faktisch durch Kleinmotorräder ersetzt.

III.1.3 Schweizer Regelung : Schnittstelle zwischen Normen für Motorfahrzeuge/Fahrräder

Das Strassenverkehrsgesetz (SVG) unterscheidet als gesetzliche Grundlage Motorfahrzeuge (Art. 7 ff SVG) und motorlose Fahrzeuge (Art. 18 ff SVG). Fahrräder sind motorlose Fahrzeuge (Art. 18 SVG, Art. 24 VTS), Elektrovelos sind gesetzessystematisch "übrige Motorfahrzeuge". Art. 46 SVG sieht für Radfahrer zusätzliche besondere Verkehrsregeln vor, die gemäss Art. 43 VRV grundsätzlich auch für die Motorfahrradfürer gelten. Dabei gibt es freilich Differenzierungen, die wir unten darstellen werden.

Die Schweiz regelt die Elektrofahrrad-Typen in der Verordnung über die technischen Anforderungen an die Strassenfahrzeuge (VTS) wie folgt :

Motorrad und Kleinmotorrad entsprechen den EU-Kriterien, Art. 14 und Art. 14 Bst. b VTS für Kleinmotorrad (Grenze 45 km/h, 50cm³, bzw. max. 4 kW).

Das Kleinmotorrad unterscheidet sich nur bezüglich Führer und Mitfahrer vom Motorrad, unterliegt aber im übrigen den Verkehrsregeln des Motorrads.

Das Motorfahrrad (Mofa) hat in Art. 18 Bst. a VTS folgende Leistungsbegrenzungen :

- Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit 30 km/h
- Verbrennungsmotor höchstens 50 cm³ oder Elektromotor, der bei Tretunterstützung bis höchstens 45 km/h wirkt (VAE45).

Als Unterkategorie des Motorfahrrads hat das Leichtmotorfahrrad in Art. 18 Bst. b VTS folgende Leistungsbegrenzungen :

- Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h
- Max. 0.5 kW Motorenleistung oder Tretunterstützung bis höchstens 25 km/h (VAE25).

Art. 18 VTS Motorfahrräder

"Motorfahrräder" sind :

a. einplätzig, einspurige Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 30 km/h, höchstens 1,00 kW Motorleistung und :

1. einem Verbrennungsmotor mit einem Hubraum von höchstens 50 cm³, oder
2. einem Elektromotor, der bei einer allfälligen Tretunterstützung bis höchstens 45 km/h wirkt;

b. "Leicht-Motorfahrräder", das heisst Fahrzeuge mit einem Elektromotor von höchstens 0,50 kW Motorleistung, einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis höchstens 25 km/h wirkt, und die :

1. einplätzig sind,
2. speziell für das Mitführen einer behinderten Person eingerichtet sind,
3. aus einer speziellen Fahrrad-Rollstuhl-Kombination bestehen, oder
4. speziell für das Mitführen von höchstens zwei Kindern auf geschützten Sitzplätzen eingerichtet sind;

c. ...

Das langsame E-Bike (VAE25) untersteht den Verkehrsregeln für Fahrräder.

Das schnelle E-Bike (VAE45) wurde der Kategorie Mofa gleichgestellt (Art. 18 Bst. a Ziff. 2 VTS), obwohl es schneller fahren darf. Diese Einreihung hat teilweise problematische Konsequenzen, welche im nachfolgenden Kapitel näher zu betrachten sind. Weil das Mofa grundsätzlich den Verkehrsregeln des Fahrrads unterstellt ist, muss das VAE45 als "Motorfahrrad" zum Beispiel obligatorische Radwege (Art. 33 SSV, Signal 2.60) benutzen, oder es darf auf gemischten Flächen zusammen mit Fussgängern verkehren (Art. 33 SSV, Signale 2.63 du 2.63.1), wenn auf Fussgänger Rücksicht genommen und notfalls angehalten wird.

Historisch entspringt die Spezialregelung für Motorfahrräder dem Töffli-Boom anfangs 60er Jahre.

Damals erlebte das Mofa in der Schweiz einen grossen Boom. Einerseits war es als Pendlerfahrzeug für Arbeiter beliebt, die sich kein Auto leisten konnten oder aus Verkehrs- oder Parkplatzgründen nicht mit dem Auto pendeln wollten. Andererseits wurde es zum Modefahrzeug der über 14-Jährigen bis zum Erwerb ihres ersten Autos. Das Mofa schien das Velo als Arbeitswegfahrzeug zu verdrängen. Das Mofa kam dann bei den Jugendlichen aus der Mode, galt als unsportlich, und wurde als Arbeitswegfahrzeug vom Velo stark zurückgedrängt. Diese Entwicklung wurde durch eine Verkehrsplanung begünstigt, welche dem Velo zahlreiche Erleichterungen zuplante, die dem Mofa nicht erteilt wurden.

Infolge der Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h wurde das Mofa durch das SVG an der Schnittstelle zwischen Motorfahrzeug und Velo näher beim Velo als beim Motorrad angesiedelt. Es gilt als "übriges Motorfahrzeug", untersteht aber, wo keine Spezialnormen bestehen, den Verkehrsregeln des Fahrrads. Bei einer Motorunterstützung bis 45 km/h stellt sich freilich die Frage, ob die Unterstellung des VAE45 unter die Verkehrsregeln des Fahrrads auch noch zweckmässig bleibt. Um dies zu beurteilen, wurden in der vorliegenden Arbeit effektiv gefahrene Durchschnittsgeschwindigkeiten der VAE errechnet. Diese liegen in städtischen Verhältnissen / Umfeld unter der Unterstützungsgrenze von 45 km/h. Dieser Umstand ist bei der Evaluation von Gleichbehandlung bzw. Differenzierung im Licht der Verkehrsregeln mit zu berücksichtigen.

In subjektiver Hinsicht ist festzuhalten, dass sich die Lenker der VAE infolge der muskulären Tretleistungen als "Radfahrer" fühlen und die privilegierenden Routen der Radfahrer benutzen möchten.

Aus ökologischer Sicht und zur kapazitätsmässig besseren Bewältigung des anwachsenden Pendlerverkehrs ist es sinnvoll, die Elektrovelos möglichst zahlreich auf den speziell geplanten und direkten Velorouten der Agglomerationen aufzunehmen.

III.2 Beurteilung der derzeitigen Regelung und Empfehlungen

Nach Art. 18 VTS gilt das VAE45 als Motorfahrrad, das VAE25 als Leicht-Motorfahrrad, das weitgehend den Regeln des Fahrrads untersteht. Daraus entstehende rechtliche Probleme werden im Folgenden untersucht, wobei jeweils auf Probleme hingewiesen wird und Empfehlungen zur Problemlösung abgegeben werden. Die Frage, ob die Kategorien zweckmässig sind, ob dem europäischen Trend gefolgt werden soll oder ob für das VAE45 eine eigene Kategorie geschaffen werden soll, wird in Kap III.3 erörtert.

III.2.1 Fahrzeug und Führer

III.2.1.1 Alter und Führerausweis

A. Geltende Regelung

VAE25 ist ab 16 Jahren (Art. 6 Abs. 1 Bst f VZV) grundsätzlich frei fährbar (Art. 5 Abs. 2 Bst d VZV), ab 14 Jahren bedarf es eines Mofa-Ausweises (Kategorie M; Art. 3 und 4 VZV; Art. 6 Abs. 1 Bst a VZV).

VAE45 : ab 14 Jahren bedarf es eines Mofa-Ausweises (Kategorie M; Art. 3 und 4 VZV; Art. 6 Abs. 1 Bst a VZV). Später genügen praktisch alle Ausweise zum Führen eines Motorfahrzeugs zum Führen eines VAE45 (Art. 4 VZV).

B. Probleme, Konflikte

Ältere Einsteiger auf das VAE25 haben manchmal Mühe, das schwerere Velo in Kurven und beim Bremsen zu beherrschen. Schulung erscheint sinnvoll, aber freiwillige Schulungskurse werden schlecht besucht. Obligationen können nur mit der Ausweispflicht verbunden werden.

Gerade für ältere "Einsteiger" mit geringer Fahrradpraxis wäre ein Einführungshalbtag sinnvoll, wo an einem Geschicklichkeitsparcours trainiert werden könnte und in einer Theorie über häufige Unfallsituationen informiert werden könnte. Eventuell könnte ein solcher Einführungskurs zusammen mit dem Fahrradverkauf gratis angeboten werden.

Es erscheint grundsätzlich gerechtfertigt, dass praktisch alle Mfz-Führerausweise zum Führen eines VAE45 berechtigen. Der Ausweis "M" wird durch eine Theorieprüfung ohne Fahrpraxis erworben. Unseres Erachtens bietet das VAE45 für Inhaber des Führerausweises B, die ungeübte Radfahrer sind, einige Tücken. Kurvenverhalten und Bremsverhalten sind für ungeübte Radfahrer neu.

Die Erstellung eines speziellen Ausweises mit einer Fahrprüfung erscheint bürokratisch schwerfällig und würde das Umsteigen von Pendlern auf das VAE45 behindern.

C. Empfehlungen

Am Mindestalter von 14/16 Jahren Art 6 Abs. 1 Bst f VZV (16 Jahre oder 14 J mit "M"). für das VAE25 ist festzuhalten. Ein obligatorischer Führerausweis für das VAE25 ab 16 Jahren wird nicht empfohlen.

Die Regelung Ausweis M für das VAE45 ist sinnvoll.

Wir halten Sensibilisierungskampagnen und fakultative Einführungskurse für Neu- und Wiedereinsteiger für sinnvoll (Inhalte : Geschicklichkeitsparcours, Bremsen, Theorie über besondere Gefahrsituationen). Die Kurse sollten unseres Erachtens von Fachorganisationen (zBsp. Pro Velo zusammen mit BfU) organisiert und der Besuch von den Händlern mit dem Verkauf eines VAE45 gratis angeboten werden.

III.2.1.2 Helmtragepflicht

A. Geltende Regelung

Art. 57 Abs. 5 SVG; Art. 3 b Abs. 3 Bst. c VRV schreibt den Helm für VAE45 obligatorisch vor ("typengeprüfter Schutzhelm"). Für VAE25 ist der Helm fakultativ.

B. Probleme, Konflikte

Eine generelle Helmpflicht für Radfahrer wird periodisch diskutiert. Sie wurde in der Schweiz bislang abgelehnt. Für ein Obligatorium bei VAE25 sprechen die leicht erhöhte Geschwindigkeit und das in der Regel höhere Alter der Lenker. In unserer Studie haben wir keine spezifische Unfallanalyse durchgeführt.

Namentlich ältere VAE25-Fahrer tragen meistens freiwillig einen Fahrradhelm.

C. Empfehlung

Geltende Regelung beibehalten.

III.2.1.3 Tageslicht, Sichtbarkeit, Erkennbarkeit

A. Geltende Regelung

Während für Motorräder die Tageslichtpflicht gilt, müssen Fahrräder und Mofas erst bei Einbruch der Dämmerung beleuchtet sein.

Art. 41 SVG, Art. 30 VRV, Art. 31 Abs. 5 VRV.

Art. 41 Abs. 1 SVG

Während der Fahrt müssen Motorfahrzeuge stets beleuchtet sein, die übrigen Fahrzeuge nur vom Beginn der Abenddämmerung bis zur Tageshelle sowie bei schlechten Sichtverhältnissen.

Für Fahrräder und VAE25 gilt Art 216 VTS :

Art. 216 Abs. 1 VTS Beleuchtung

Fahrräder müssen, wenn eine Beleuchtung erforderlich ist (Art. 41 SVG; Art. 30 und 39 VRV), mindestens mit einem nach vorn weiss und einem nach hinten rot leuchtenden, ruhenden Licht ausgerüstet sein. Diese Lichter müssen nachts bei guter Witterung auf 100 m sichtbar sein. Sie können fest angebracht oder abnehmbar sein.

Für VAE45 als Motorfahräder schreibt Art. 179a VTS als Ausrüstung vor :

Art. 179a VTS Beleuchtung

1. Folgende Lichter müssen fest angebracht sein :

- a. vorn : ein Abblendlicht;
- b. hinten : ein Schlusslicht.

2. Folgende Beleuchtungseinrichtungen sind zusätzlich erlaubt :

- a. ein Fernlicht;
- b. ein Standlicht;

c. ein Bremslicht;

d. fest angebrachte Richtungsblinker nach Artikel 140 Absatz 1 Buchstabe c; Artikel 79 und Anhang 10 sind sinngemäss anwendbar;

e. eine Kontrollschildbeleuchtung;

f. Tagfahrlichter.

3. Scheinwerfer müssen dem ECE-Reglement Nr. 113 oder der Klasse A des ECE-Reglements Nr. 112 entsprechen oder gleichwertigen Anforderungen genügen.

4. Schlusslichter müssen dem ECE-Reglement Nr. 50 entsprechen.

5. Weitere Lichter sind untersagt.

B. Probleme, Konflikte

Es stellt sich die Frage, ob ein Lichtobligatorium am Tag mithelfen könnte, die VAE45 besser als herannahendes Fahrzeug zu erkennen, was vermutet wird. Als Unterscheidungsmerkmal zum gewöhnlichen Velo taugt das Obligatorium nicht besonders.

Es stellt sich die Frage, ob farbige Schutzwesten zur besseren Erkennbarkeit empfohlen werden sollten. Frankreich schreibt reflektierende Westen nachts für alle Velo und Mofas vor (R431-1-1 CRF). Ein auf VAE45 begrenztes Obligatorium schränkt die Benutzung des VAE45 ein, ohne einen entsprechenden Sicherheitsgewinn zu garantieren.

C. Empfehlung

Da seit der VTS-Revision von 2013 Tagfahrlichter vorgeschrieben sind, erachten wir es als sinnvoll, die Pflicht zur Benutzung von Taglicht für die VAE45 in Art. 31.Abs. 5 VRV zu präzisieren.

Art. 31 Abs. 5 VRV

Die Abblendlichter oder die Tagfahrlichter sollen bei Motorfahrzeugen auch tagsüber eingeschaltet sein.

Die Vorschrift ist unklar, weil einerseits für Mofas die Regeln der Fahrräder gelten, andererseits aber Mofas "übrige Motorfahrzeuge" sind. Die Bestimmung könnte ergänzt werden : *Die Abblendlichter oder die Tagfahrlichter sollen bei Motorfahrzeugen, eingeschlossen Motorfahrräder ohne Leichtmotorfahrräder, auch tagsüber eingeschaltet sein.*

III.2.1.4 Versicherungspflicht, Unterscheidung durch Versicherungsvignette

A. Geltende Regelung

Während für Fahrräder, und entsprechend auch für VAE25 die obligatorische Haftpflichtversicherung abgeschafft wurde, gilt sie für VAE45 wie bei den Mofas (Art. 34 und 35 VVV).

Art. 34 VVV Haftpflicht

Benützer von Motorfahrrädern haften nach Obligationenrecht.

Art. 35 VVV Versicherung

1. *Der Nachweis, dass die vorgeschriebene Haftpflichtversicherung besteht (Art. 63 SVG), wird mit einer Versicherungsvignette erbracht.*
2. *Die Vignette wird abgegeben, wenn der Halter nachweist, dass er während der Gültigkeitsdauer der Vignette gegen haftpflichtrechtliche Ansprüche versichert ist.*
3. ...
4. *Die Versicherung für Motorfahrräder muss die Ersatzrechte der Geschädigten mindestens bis zum Betrag von 2 Millionen Franken je Unfallereignis für Personen und Sachschäden zusammen decken.*

Art. 176 Abs. 4 VTS

Bei Motorfahrrädern, die ein Kontrollschild benötigen, muss dieses hinten möglichst senkrecht und von hinten gut sichtbar angebracht sein. Das Kontrollschild darf nicht verändert, verbogen, zerschnitten oder unleserlich gemacht werden.

Art. 176 Abs. 4 VTS gilt nur für VAE45. Die gelbe Plakette dient nur von Nahem und nicht aus der Ferne als Unterscheidungsmerkmal zum VAE25. Zumal sie hinten angebracht ist, sieht man sie von vorne nicht.

B. Probleme, Konflikte

Beim LE-Bike liegt die Haftpflichtversicherung in der Eigenverantwortung des Lenkers. Die Argumente des Parlaments, welche zur Abschaffung des Velo-Haftpflichtversicherung-Obligatoriums geführt haben, gelten gleichermassen für das langsame E-Bike.

C. Empfehlung

Wir empfehlen keine Änderungen.

III.2.2 Allgemeine Verkehrsregeln

Grundsätzlich gelten die Spezialregeln für Fahrräder auch für Motorfahrräder.

Art. 42 Abs. 4 VRV

Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer zu beachten.

Diese Grundregel ermöglicht den VAE45, Infrastrukturen zu benutzen, welche privilegiert für Radfahrer geschaffen wurden. Sie führt andererseits dazu, dass Radverbindungen, welche für tiefere Geschwindigkeiten geplant und ausgelegt sind, bei Mitbenutzung schneller befahren werden und teilweise obligatorisch befahren werden müssen. Daraus ergeben sich die nachfolgend zu besprechenden Probleme.

III.2.2.1 Geschwindigkeitsbegrenzung für VAE45

A. Geltende Regelung

Die VTS schreibt keine Tachometerpflicht für Fahrräder und Motorfahrräder vor. Damit kann die Verletzung von Höchstgeschwindigkeitsvorschriften nicht generell per Radar kontrolliert und im Überschreitungsfall gebüsst werden. Die generelle Pflicht, die Geschwindigkeit den Umständen anzupassen, gilt für alle Fahrzeuge, also auch für VAE45 und VAE25.

Art. 32. SVG Geschwindigkeit

1. Die Geschwindigkeit ist stets den Umständen anzupassen, namentlich den Besonderheiten von Fahrzeug und Ladung, sowie den Strassen-, Verkehrs- und Sichtverhältnissen. Wo das Fahrzeug den Verkehr stören könnte, ist langsam zu fahren und nötigenfalls anzuhalten, namentlich vor unübersichtlichen Stellen, vor nicht frei überblickbaren Strassenverzweigungen sowie vor Bahnübergängen.

2. Der Bundesrat beschränkt die Geschwindigkeit der Motorfahrzeuge auf allen Strassen.

B. Probleme, Konflikte

In Tempo-30-Zonen und Begegnungszonen können durch schnell fahrende VAE45 Gefahren für Fussgänger, namentlich für Kinder und ältere Personen entstehen. Der VAE45-Fahrer kann bei übersetzter Geschwindigkeit nur im Inzidenzfall wegen Verletzung des Art. 32 Abs. 1 SVG, aber nicht generell gebüsst werden. VAE45, die solche Zonen mit übersetzter Geschwindigkeit durchfahren, werden häufig beobachtet. Fussgängervereinigungen weisen zu Recht auf dieses Gefahrenpotential hin.

Art. 32 Abs. 2 SVG wurde 1995 eingeführt und enthält die Kompetenz des Bundesrats, generelle Höchstgeschwindigkeiten (120 / 80 / 50 km/h, bzw. tiefere in speziellen Zonen) vorzuschreiben. Der Begriff Motorfahrzeuge schliesst Motorfahrräder grundsätzlich ein. Es wäre deshalb möglich, auf Verordnungsstufe ohne Gesetzesänderung eine Tachometerpflicht für Mofas, insbesondere VAE45 einzuführen und die Einhaltung der signalisierten Geschwindigkeiten auch bei Mofafahrern und VAE45 einzufordern.

C. Empfehlungen

Mit Blick auf die Konfliktpotentiale in Mischflächen mit Fussgängern Tachopflicht für Motorfahrräder in VTS (Art. 178b VTS Abs. 3; vgl. Motion Lehman, 25.9.2014, abgeschrieben da Ratsaustritt) einführen und Mofas der Geschwindigkeitsbegrenzung unterstellen. Dies könnte etwa geschehen durch eine Anpassung des Art. 42 Abs. 4 VRV: *Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer, bezüglich signalisierter Höchstgeschwindigkeit jene der Motorfahrzeuge, zu beachten.*

III.2.2.2 Rechtsfahrgebot für Fahrräder

A. Geltende Regelung

Art. 34 Abs. 1 SVG enthält als generelle Regel für alle Verkehrsteilnehmer :

Art. 34 Abs. 1 SVG

Fahrzeuge müssen rechts, auf breiten Strassen innerhalb der rechten Fahrbahnhälfte fahren. Sie haben sich möglichst an den rechten Strassenrand zu halten, namentlich bei langsamer Fahrt und auf unübersichtlichen Strecken.

Für Fahrräder gelten insbesondere folgende Präzisierungen :

Art. 42 VRV

3. Radfahrer dürfen rechts neben einer Motorfahrzeugkolonne vorbeifahren, wenn genügend freier Raum vorhanden ist; das slalomartige Vorfahren ist untersagt. Sie dürfen die Weiterfahrt der Kolonne nicht behindern und sich namentlich nicht vor haltende Wagen stellen.

4. Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer zu beachten.

Art. 43 VRV Motorräder, Motorfahrräder und Fahrräder; Hintereinanderfahren

1. Die Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern dürfen nicht neben andern Fahrrädern oder Motorfahrrädern fahren. Sofern der übrige Verkehr nicht behindert wird, ist das Nebeneinanderfahren zu zweit jedoch gestattet :

- a. in geschlossenem Verband von mehr als zehn Fahrrädern oder Motorfahrrädern;*
- b. bei dichtem Fahrrad- oder Motorfahrradverkehr;*
- c. auf Radwegen und auf signalisierten Rad-Wanderwegen auf Nebenstrassen;*
- d. in Begegnungszonen.*

2. Die Führer von Motorrädern dürfen weder nebeneinander noch neben Fahrrädern oder Motorfahrrädern fahren. Radfahrer und Motorfahrradfahrer dürfen nicht neben Motorrädern fahren.

Art. 8 Abs. 4 VRV Fahrstreifen, Kolonnenverkehr

4. Benützen mehrspurige Motorfahrzeuge und Radfahrer denselben Fahrstreifen, so müssen die Motorfahrzeuge links, die Radfahrer rechts fahren. Radfahrer können vom Gebot des Rechtsfahrens abweichen :

- a. auf Fahrstreifen, die das Linksabbiegen gestatten;*
- b. auf Rechtsabbiegestreifen, auf denen die Fahrräder gemäss der Markierung (Art. 74a Abs. 7 Bst. e SSV) entgegen dem allgemeinen Verkehr geradeaus fahren dürfen.*

Art. 41b Abs. 3 VRV Kreisverkehrsplätze

Auf Kreisverkehrsplätzen können Radfahrer vom Gebot des Rechtsfahrens abweichen.

B. Probleme, Konflikte

Bei zahlreichen Strassen sind die rechten Strassenränder erschwert befahrbar. Sie enthalten Unebenheiten, Schachtdeckel, bei Regen Pfützen und im Winter Schnee. Je höher die Geschwindigkeit, desto gefährlicher ist das Befahren des rechten Strassenrands für Zweiradfahrer. Bei Radfahrern ist zu beobachten, dass sie mit zunehmender Geschwindigkeit automatisch vermehrt gegen die Mitte der Fahrbahnhälfte hintendieren. Dies gilt namentlich für VAE45.

Auf Fahrstreifen innerorts animiert das Rechtsfahren der Radfahrer, auch der VAE45, zu gefährlichen Überholmanövern bei relativ geringer Geschwindigkeitsdifferenz (Auto 50 km/h; VAE 30-35 km/h). Bei Fahren in der Mitte des Fahrstreifens würden Autos verlangsamt und die Sicherheit erhöht. Damit stellt sich die Frage, ob das Rechtsfahrgebot für Radfahrer auf Fahrstreifen innerorts noch aufrechterhalten werden soll oder ob es für schnelle Radfahrer aufzuheben sei.

Das Rechtsüberholen stehender Kolonnen durch VAE45 mit Geschwindigkeiten über 30 km/h kann Gefahren bergen, wie Übersehen beim Rechtsabbiegen, Einbiegen in Lücke oder Queren der Strasse durch Fussgänger, insbesondere vor Fussgängerstreifen. Das VAE45 wird mit dieser Vorschrift gegenüber dem Kleinmotorrad privilegiert.

C. Empfehlungen

Wir empfehlen die geltenden Regeln beizubehalten, aber situativ zu differenzieren.

- Schnelle Radfahrer interpretieren *Art. 8 Abs. 4 VRV* situativ so, dass sie innerorts tendenziell zur Mitte rücken, wenn sie sich im Verkehrsfluss mit den Autos befinden und eher rechts fahren, wenn die Autos deutlich schneller fahren. Eine Differenzierung innerorts-ausserorts könnte zu Rechtsunsicherheit führen.
- Den Gefahren beim Rechtsüberholen stehender oder langsam fahrender Kolonnen ist durch eine Aufklärungskampagne auf Gefahren hinzuweisen. Ein Verbot für VAE45 würde kaum auf Akzeptanz stossen und Rechtsunsicherheit gegenüber der Regel für Velos und VAE25 herbeiführen.

Zu prüfen ist eine präzisierende Ergänzung in VRV 42/3 : *Radfahrer dürfen mit gebotener Vorsicht rechts neben einer Motorfahrzeugkolonne vorbeifahren, wenn genügend freier Raum vorhanden ist.*

III.2.3 Differenzierung Fahrrad - Motorfahrrad

III.2.3.1 Unterschiedliche Regelung bei Gebots- und Verbotstafel

A. Geltende Regelung

Generell gilt :

Art. 42 Abs. 4 VRV

Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer zu beachten.

Die *Signalisationsverordnung* (SSV) enthält jedoch bezüglich Differenzierung zwischen Fahrrad und Mofa eine Disharmonie zwischen Gebots-/Verbotsregelung und Zusatzsignalen.

Bei der Verbotstafel  2.05 und bei der Gebotstafel  2.60 werden Radfahrer und Mofa-Lenker zusammengefasst :

Art. 19 Abs. 1 Bst. c SSV

Das "Verbot für Fahrräder und Motorfahrräder" (2.05) untersagt das Fahren mit Fahrrädern und Motorfahrrädern; das "Verbot für Motorfahrräder" (2.06) untersagt das Fahren mit Motorfahrrädern bei laufendem Motor, ausgenommen Motorfahrräder mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis maximal 25 km/h wirkt.

Art. 33 Abs. 1 SSV

Das Signal "Radweg" (2.60) verpflichtet die Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern, den für sie gekennzeichneten Weg zu benutzen.

Es gibt aber eine Differenzierung bei den Zusatzsignalen 5.30  und 5.31 , die gemäss Art. 64 Abs. 5 VSS eingesetzt werden, um Ausnahmen zu erlauben (vgl. unten Ziff. III.2.3.2).

Art. 64 Abs. 6 SSV Allgemein verwendbare Zusatztafeln

Die Angabe "Radfahrer" auf einer Zusatztafel umfasst Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis maximal 25 km/h wirkt, sowie die Führer der übrigen Motorfahrräder, sofern deren Motor abgestellt ist.

Vor allem wegen des Verkehrslärms, aber teilweise auch als Fussgängerschutz wurde

das Signal 2.14,  Art. 19 Abs. 2 SSV, geschaffen. Für Mofa und das VAE45 ist die Durchfahrt nur mit ausgeschaltetem Motor zulässig. Für VAE25 wurde diese Einschränkung 2012 aufgehoben.

B. Probleme

Die Disharmonie des Fahrradsymbols bei der Gebots-/Verbotstafel und dem Zusatzsignal kann in Einzelfällen zu Rechtsunsicherheit führen, wenn sich VAE45-Lenker bei der

Zusatztafel 5.31  angesprochen fühlen und sich beim Signal 2.14,  für durchfahrtsberechtigt halten.

Das Signal 2.14 (wie auch die Ausnahmeerlaubnis  Zusatztafel 5.31) verpflichtet den VAE45-Fahrer, bei einer Durchfahrt den Motor auszuschalten. Diese Vorschrift wird schlecht beachtet. Insbesondere, wenn das Signal auf signalisierten Velowegen steht, wird es von VAE45 beinahe systematisch missachtet. Auf Mischflächen, die für Mofa gesperrt sind, kann es zu Gefährdungen kommen, wenn bei VAE45 der Motor eingeschaltet bleibt und höhere Geschwindigkeiten gefahren werden.

Das Signal 2.14  wird im Sinn des Art. 3 Abs. 4 SVG oft zum Schutz der Anwohnerschaft eingesetzt, um die Bewohner vor dem Nachtlärm durch die "Töffli-Jugend" zu schützen, und gleichzeitig den ruhigen Veloverkehr nicht zu behindern. Dieser Schutzzweck betrifft das geräuscharme VAE45 nicht. Damit wird die Akzeptanz des Verbots bei VAE45-Fahrern weiter gesenkt.

In Städten, wo die Zahl der Mofas zurückgeht und die Zahl der VAE45 zunimmt, verliert der Zweck des Lärmschutzes durch die dreigeteilte Tafel an Bedeutung. Hier genügt die

Tafel 2.13, Verbot für Motorwagen und Motorräder .

C. Empfehlungen

Aufteilen des Signals 2.60  in Gebot für Fahrräder und Gebot für Motorfahrräder (inkl. VAE45), bzw. Doppeltafel, wenn der Weg (vorallem ausserorts) für beide Kategorien gelten soll.

Bei der Planung von Velorouten, welche nicht primär den Schulkindern, sondern dem

Pendlerverkehr dienen, auf das Signal 2.14  verzichten und den Verkehr mit Signal 2.13  beschränken, ev. kombiniert mit Tempo 30.

III.2.3.2 Insbesondere das VAE45 bei der Signalisation Fahrradausnahme zur verbotenen Fahrtrichtung und vergleichbarer Ausnahmen



A. Geltende Regelung

Namentlich in der Stadtplanung haben sich Ausnahmen für Velos bei der verbotenen Fahrtrichtung bewährt. Sie werden immer häufiger signalisiert in Form des Signals 2.02.

Verbotene Fahrtrichtung, mit Zusatztafel "Ausgenommen  (Signal 5.31) gemäss Art. 64 SSV. Bei dieser Signalisation dürfen Mofa und VAE45 nur mit abgeschaltetem Motor durchfahren.

Art 64 Abs. 5 und 6 SSV Zusatztafeln

5. Mittels einer Zusatztafel kann der Geltungsbereich von Signalen konkretisiert werden. Eine Zusatztafel :

a. mit einem Symbol oder einer entsprechenden Aufschrift bedeutet, dass das Signal, dem die Tafel beigelegt ist, nur für die auf ihr dargestellte Verkehrsart gilt; vorbehalten bleiben die Artikel 15 Absatz 1 und 46 Absatz 2;

b. mit dem Wort "ausgenommen" oder "gestattet" in Verbindung mit einem Symbol oder einer Aufschrift bedeutet, dass das Signal, dem die Tafel beigelegt ist, für die entsprechende Verkehrsart nicht gilt.

6. Die Angabe "Radfahrer" auf einer Zusatztafel umfasst Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis maximal 25 km/h wirkt, sowie die Führer der übrigen Motorfahrräder, sofern deren Motor abgestellt ist.

„Ausgenommen “ (Signal 5.30, Zusatztafel) erlaubt demgegenüber die Durchfahrt des VAE45 mit eingeschaltetem Motor.

B. Probleme, Konflikte

In der Radwegplanung vieler Städte werden Einbahnstrassen im Gegenverkehr für Fahrräder mit Zusatztafel 5.31 geöffnet, wobei die Streifen oft zu schmal sind, um Überholmanöver von Velos zuzulassen.

VAE45 sind durch diese Regelung explizit ausgeschlossen, bzw. sie müssten den Motor für die Durchfahrt ausschalten. Dies passiert nicht. Einerseits fehlt das Verständnis für den Normzweck und damit die Akzeptanz, andererseits fehlt mitunter auch die Normkenntnis, weil die Zusatztafel 5.30  nur selten verwendet wird.

Die in der Regel gelb markierten Radstreifen in der Gegenrichtung werden von VAE45 regelmässig meist konfliktfrei befahren. Häufig handelt es sich um wichtige Veloverbindungen, welche von Pendlern genutzt und geschätzt werden. Das Gebot für VAE45, auf solchen Streifen den Motor ausschalten, ist kaum durchsetzbar und würde tendenziell zu mehr Überholmanövern führen und damit die Gefahren nicht mindern.

C. Empfehlungen

Ergänzen der Signalisation mit Zusatztafel 5.30/5.31.  +  +  gestattet, wo dies erwünscht ist. Mit Kampagnen Zusatztafel 5.31 (nur Fahrrad und nicht VAE45, Art. 64 Abs. 6 SSV, Kasten) bei VAE-Fahrern bekannt machen.

III.2.3.3 Insbesondere das VAE45 auf dem obligatorischen Radweg



A. Geltende Regelung

Art. 46 Abs. 1 SVG Regeln für Radfahrer

Radfahrer müssen die Radwege und -streifen benutzen.

Für Radwege und Radstreifen gilt generell :

Art. 40 VRV Radwege und Radstreifen

(siehe auch Art. 43 Abs. 2 und 46 Abs. 1 SVG)

1. Die Radfahrer haben den Vortritt zu gewähren, wenn sie aus einem Radweg oder Radstreifen auf die anliegende Fahrbahn fahren und wenn sie beim Überholen den Radstreifen verlassen.

2. Fussgänger dürfen Radwege benutzen, wo Trottoir und Fussweg fehlen.

3. Führer anderer Fahrzeuge dürfen auf dem mit einer unterbrochenen Linie abgegrenzten Radstreifen (6.09) fahren, sofern sie den Fahrradverkehr dadurch nicht behindern.

4. Ausserhalb von Verzweigungen, z.B. bei Einfahrten zu Liegenschaften, müssen Führer anderer Fahrzeuge beim Überqueren von Radwegen oder Radstreifen den Radfahrern den Vortritt lassen.

5. Verläuft ein Radweg in einem Abstand von nicht mehr als 2 m entlang einer Fahrbahn für den Motorfahrzeugverkehr, gelten bei Verzweigungen für die Radfahrer die gleichen Vortrittsregeln wie für die Fahrzeugführer der anliegenden Fahrbahn. Die Motorfahrzeugführer der anliegenden Fahrbahn haben beim Abbiegen den Radfahrern den Vortritt zu gewähren.

Die Signale 2.60, 2.63. und 2.63.1 schreiben die Benutzung des Radwegs auch für Mofa und VAE45 vor. Seit 1.1.2016 gilt das Obligatorium nicht nur für einspurige Fahrräder, sondern auch für Velo mit Anhänger und Cargo-Bike etc., indem die Einschränkung "einspurig" gestrichen wurde.

Auf einen parlamentarischen Vorstoss hin lehnte es der Bundesrat ab, das Radweg-Benutzungs-Obligatorium abzuschaffen.

Art. 33 Abs. 1 SSV, erster Satz Radweg, Fussweg, Reitweg

Das Signal "Radweg" (2.60) verpflichtet die Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern, den für sie gekennzeichneten Weg zu benutzen.

B. Probleme, Konflikte

Wo die Radwege genügend breit und richtungstrennt angelegt sind, ergeben sich keine Probleme. Häufig sind die Radwege aber zu schmal, um sichere Überholmanöver zu gewährleisten.

Bei engen Radien und unübersichtlichen Stellen entstehen Gefahren bei grösserer Geschwindigkeit.

Innerorts ist die Geschwindigkeitsdifferenz VAE45-Auto geringer als die Geschwindigkeitsdifferenz VAE45-Velo. Damit sind VAE45 innerorts grundsätzlich sicherer auf der allgemeinen Fahrbahn als auf dem Radweg.

Ausserorts ist die Geschwindigkeitsdifferenz zum Auto grösser. Es wird häufig beobachtet, dass Radrennfahrer und VAE45-Fahrer das Radwegobligatorium nicht beachten, wenn der Radweg holprig oder von vielen langsameren Fahrern benutzt wird. Von daher stellt sich die Frage, ob das Signal bezüglich Verpflichtung innerorts und ausserorts differenziert werden soll, so dass die Führer von Motorfahrrädern (und damit VAE45) zur Benützung nur verpflichtet werden, wenn das Signal ausserorts angebracht ist. Diese Regel könnte zu Rechtsunsicherheit führen. Deshalb wäre es besser, in der Verkehrsplanung die runde Gebots-Tafel in der Regel nur ausserorts zu verwenden.

Konflikte entstehen, insbesondere bei den gemischten Fuss-Radwegen, wo das Obligatorium besonders fraglich wird (vgl. dazu unten, Ziff. III.2.4.1).



Bei engen Verhältnissen sollten solche Anlagen für VAE45 gesperrt werden können. Das widerspricht dem Konzept des Signals und des Art. 33 SSV. Auf einen parlamentarischen Vorstoss hin lehnte es der Bundesrat ab, das Radweg-Benutzungs-Obligatorium abzuschaffen. Der Einsatz dieses Signals ist nur sinnvoll, wenn der Fuss- und Radbereich optisch oder baulich klar abgetrennt sind.



Fussgänger werden überrascht von VAE45 mit grosser Geschwindigkeit, die sie schlechter als die Mofa hören können.

Eine generelle Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h auf Radwegen (Bsp. BRD) würde die Bereitschaft der VAE45, diese Wege zu benutzen, eher senken. Sie wäre zudem schwer kontrollierbar.

C. Empfehlungen

Aufhebung des Obligatoriums und situativer Ersatz des runden Gebots- durch ein (neues) viereckiges Hinweis-Signal "Radweg" (Art. 44ff SSV).



Mit Signal 2.05 und/oder Signal 2.06  die entsprechende Kategorie ausschliessen, wo es die Verkehrssicherheit erfordert.

Variante : Obligatorium eingrenzen durch Revision des Art. 43 SVG, bzw. Zusatz : *Der Bundesrat umschreibt die Ausnahmen.* Der Bundesrat könnte dann Rennräder auf Trainingsfahrten und VAE45 von der Benutzungspflicht ausnehmen.



Aufteilen des Signals 2.60 in Gebot für Fahrräder und Gebot für Motorfahrräder (inkl. VAE45), bzw. Doppeltafel, wenn der Weg (vorallem ausserorts) für beide Kategorien gelten soll.

III.2.4 Mischflächen mit Fussgängern

Es gilt der Grundsatz der Verkehrstrennung mit Ausnahmen.

Art. 43 SVG Verkehrstrennung

1. Wege, die sich für den Verkehr mit Motorfahrzeugen oder Fahrrädern nicht eignen oder offensichtlich nicht dafür bestimmt sind, wie Fuss- und Wanderwege, dürfen mit solchen Fahrzeugen nicht befahren werden.

2. Das Trottoir ist den Fussgängern, der Radweg den Radfahrern vorbehalten. Der Bundesrat kann Ausnahmen vorsehen.

3. ...

Damit verbunden ist das oben, III.2.3.2. angesprochene Obligatorium für Radwegbenutzung, das vor allem beim VAE45 in Mischzonen problematisch wird.

Art. 46 SVG Regeln für Radfahrer

1. Radfahrer müssen die Radwege und -streifen benützen.

2. Radfahrer dürfen nicht nebeneinander fahren. Der Bundesrat kann Ausnahmen vorsehen.

...

Seit der Einführung des Anwohnerschutzes gemäss Art. 3 Abs. 4 SVG im Jahr 1984 wurden die Instrumente zum Schutz der Anwohner und zur Förderung des Langsamverkehrs schrittweise ausgebaut.

Art. 41a VRV Wohnquartiere und dergleichen

Auf Nebenstrassen in Wohnquartieren oder auf Nebenstrassen, wo der Fahrzeugverkehr nur beschränkt zugelassen ist, haben die Fahrzeugführer besonders vorsichtig und rücksichtsvoll zu fahren.

Art. 33 SSV Radweg, Fussweg, Reitweg

1. Das Signal "Radweg" (2.60) verpflichtet die Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern, den für sie gekennzeichneten Weg zu benützen. Wo der Radweg endet, kann das Signal "Ende des Radweges" (2.60.1) aufgestellt werden. Für den Vortritt sowie für die Benützung des Radwegs durch Fahrräder und Motorfahrräder mit Anhänger und durch andere Strassenbenützer gelten die Artikel 15 Absatz 3 und 40 VRV.

2. Das Signal "Fussweg" (2.61) verpflichtet die Fussgänger, den für sie gekennzeichneten Weg zu benützen; für die Benützung des Fussweges mit Rollstühlen und fahrzeugähnlichen Geräten gelten die Artikel 43a, 50 und 50a VRV. Das Signal "Reitweg" (2.62) verpflichtet die Reiter und Personen, welche die Pferde an der Hand führen, den für sie gekennzeichneten Weg zu benützen. Andere Strassenbenützer sind auf Fuss- und Reitwegen nicht zugelassen.

3. Um Strassenbenützer auf einen Rad-, Fuss- oder Reitweg am andern Strassenrand zu verweisen, wird das entsprechende Signal mit einer nach jener Strassenseite weisenden "Richtungstafel" (5.07) angebracht.

4. Ist ein Weg für zwei Benützerkategorien (z.B. Fussgänger/Radfahrer, Fussgänger/Reiter) bestimmt, und wird dort jeder der beiden Benützerkategorien mittels unterbrochener oder ununterbrochener Linie (Art. 74a Abs. 5) eine eigene Verkehrsfläche zugeordnet, so werden die entsprechenden Symbole durch einen senkrechten Strich getrennt in einem Signal dargestellt (z.B. "Rad- und Fussweg mit getrennten Verkehrsflächen"; 2.63); jede Kategorie hat den ihr durch das entsprechende Symbol zugewiesenen Teil der Verkehrsfläche zu benützen. Ist ein Weg für zwei Kategorien ohne Trennung durch eine Markierung zur gemeinsamen Benützung bestimmt, so werden die entsprechenden Symbole auf einem Signal dargestellt (z.B. "Gemeinsamer Rad- und Fussweg"; 2.63.1). **Rad- und Motorfahrradfahrer sowie Reiter haben auf Fussgänger Rücksicht zu nehmen und, wo die Sicherheit es erfordert, diese zu warnen sowie nötigenfalls anzuhalten.**

Fussgängervereinigungen beklagen mit Nachdruck, dass Radfahrer oft zu schnell und rücksichtslos Fussgängerflächen durchfahren. Namentlich das VAE45 stärkt dieses Konflikt- und Gefahrenpotential durch seine Geschwindigkeit bei gleichzeitiger Lautlosigkeit. Da der Schwerpunkt der Untersuchung nicht bei der Unfallanalyse liegt, sondern generell das Fahrverhalten der Elektrovelos analysiert wurde, können unsere Folgerungen nicht mit statistischem Material zu Konfliktsituationen belegt werden.

III.2.4.1 Rad- und Fussweg mit getrennten Verkehrsflächen (Signal 2.63)

A. Geltende Regelung

Als rundes Signal ist es auch für VAE45 obligatorisch (Art. 46 SVG).

Art. 33 Abs. 4 SSV (erster Satz)

Ist ein Weg für zwei Benützerkategorien (z.B. Fussgänger/Radfahrer, Fussgänger/Reiter) bestimmt, und wird dort jeder der beiden Benützerkategorien mittels unterbrochener oder ununterbrochener Linie (Art. 74a Abs. 5) eine eigene Verkehrsfläche zugeordnet, so werden die entsprechenden Symbole durch einen senkrechten Strich getrennt in einem Signal dargestellt (z.B. "Rad- und Fussweg mit getrennten Verkehrsflächen"; 2.63); jede Kategorie hat den ihr durch das entsprechende Symbol zugewiesenen Teil der Verkehrsfläche zu benützen.

B. Probleme, Konflikte

Die Benutzung ist infolge der runden Tafel auch für VAE45 obligatorisch. Das ist unseres Erachtens ein gesetzestechnisches Problem, das wünschbare Differenzierung ausschliesst.

Problematisch ist die vermeintliche Sicherheit der Trennlinie. Fussgänger beachten oft nicht, welche Seite ihnen zugewiesen ist, oder beachten das Signal überhaupt nicht. Die Regel des Art. 33 Abs. 4 SSV, letzter Satz (*Radfahrer haben auf Fussgänger Rücksicht zu nehmen... notfalls anhalten*) wird weniger beachtet, weil der Radfahrer seine zugewiesene Fläche beanspruchen will. VAE25 sind in der Regel nicht gefährlicher für Fussgänger als die übrigen Radfahrer. Hingegen sind VAE45 wegen der hohen Geschwindigkeit für Fussgänger gefährlich. Problematisch könnte die Fläche bei dichtem Verkehr und vielen Überholmanövern werden.

Bei engen Verhältnissen sollten solche Anlagen für VAE45 gesperrt werden können. Das widerspricht dem Konzept des Signals und des Art. 33 SSV.

C. Empfehlungen

Benutzen des Signals nur bei baulicher Trennung des Radwegs und Fusswegs durch Absatz und oder Belagsfarbe und Signalisation mit entsprechenden Piktogrammen Radfahrer, Fussgänger am Boden. Mindestbreiten sind wichtig.

Ev. mit häufigen Piktogrammen am Boden die Verkehrsflächenzuweisung verdeutlichen.

Einsatz nur in planerischen Ausnahmesituationen, wenn Fussgänger wichtige Radrouten mitbenützen müssen.

Eine neue Vorschrift, dass VAE25 und VAE45 in diesen Bereichen den Motor ausschalten müssen, erachten wir nicht für zweckmässig. Die Vorschrift würde schlecht akzeptiert und wäre unverhältnismässig.



III.2.4.2 Gemeinsamer Rad- und Fussweg (Signal 2.63.1).

A. Geltende Regelung

Als rundes Signal ist es auch für VA45 obligatorisch (Art. 46 SVG).

Art. 33 Abs. 4 SSV (zweiter Satz)

Ist ein Weg für zwei Kategorien ohne Trennung durch eine Markierung zur gemeinsamen Benützung bestimmt, so werden die entsprechenden Symbole auf einem Signal dargestellt (z.B. "Gemeinsamer Rad- und Fussweg"; 2.63.1).

B. Probleme, Konflikte

Die Zone ist für VAE25 nicht problematischer als für Normalvelos. Höchstens in der Steigung zeigen sich deutliche Geschwindigkeitsdifferenzen. Die Regel des Art. 33 Abs. 4 SSV (*Radfahrer haben auf Fussgänger Rücksicht zu nehmen... notfalls anhalten*), wird von VAE25 eingehalten. Dies hängt vermutlich auch mit dem Alter und der Verkehrserfahrung der VAE25-Lenker zusammen. Die Sicherheit von Fussgängern gegenüber VAE25 setzt aber übersichtliche Verhältnisse voraus, weil die VAE25 bei Überraschungen träger reagieren. Problematisch ist das Obligatorium insbesondere für VAE45. Fussgänger werden überrascht von deren Geschwindigkeit, zumal VAE45 schlechter als Mofas hörbar sind.

Das VAE45 passt schlecht auf diese Wege. Es stellt sich die Frage, ob und wie das VAE45 auf diesen Flächen ausgeschlossen werden soll oder kann. Das Konfliktpotential Fussgänger-VAE45 stellt hohe Anforderungen an die örtliche Verkehrsplanung. Tendenziell sind Mofas und VAE45 eher auf der Fahrbahn für Autos zu führen und Radrouten nur dort für diese Kategorie zu öffnen, wo genügend Platz vorhanden ist, und wo Konflikte mit Fussgängern marginal sind. Andererseits möchten die VAE45 von den Vorteilen profitieren, welche die Radroutenplanung den traditionellen Radfahrern in Innenstädten auf Mischflächen öffnet.

Gesetzestechisch liegt ein Problem (wie oben erwähnt – siehe Kapitel III.2.3.3) in der Zusammenfassung aller Kategorien unter dem Fahrradsymbol im Verkehrssignal und in Art. 33 SSV. Es wäre denkbar, das Velo-Symbol auseinanderzubrechen in ein Velo und

ein Mofa-Symbol, so wie dies bei den Zusatzsignalen 5.30 und 5.31 gemacht wurde. Eine Lösung könnte bei Anpassung der SSV darin bestehen, dass Mofa und VAE45 diese Wege nur benutzen dürfen, wenn auch das Mofa-Symbol auf der Tafel steht. Man müsste Art. 33 Abs. 4 SSV (Kasten, oben) auseinander nehmen und in einem neuen Art. 33a SSV differenziert für Fahrrad und Motorfahrrad regeln.



Der Widerspruch zeigt sich bei nachfolgender Kombination :  +  . Die Verbindung dieser Signale ist widersprüchlich, weil sie bezüglich VAE45 verbietet, was sie gleichzeitig vorschreibt. Der VAE45-Fahrer müsste den Weg obligatorisch nutzen und dabei den Motor ausschalten. Das würde schlecht verstanden, praktisch kaum akzeptiert und wäre schwer durchsetzbar.

Wenn die Fahrradgeschwindigkeit wegen engen oder unübersichtlichen Verhältnissen ein Problem ist, darf unseres Erachtens nicht mit Signal 2.63.1 geregelt werden. Diesfalls

besteht eine bessere, planerisch gangbare Lösung in  (Signal 2.61, Fussweg) mit

Zusatztafel  (Signal 5.31) gestattet. Damit könnte das Obligatorium für Velo durchbrochen und gleichzeitig das VAE45 ausgeschlossen werden. Zudem gilt Schrittempo, womit die Radfahrer zu erhöhter Rücksicht verpflichtet werden. Andererseits eignet sich diese Lösung nicht, wenn es sich um vielbefahrene Radverbindungen handelt. *Es gibt aber verschiedene Auslegungen, in welchem Fall diese Ausnahme gemäss Art. 65 Abs. 8 SSV angewendet werden dürfte. Siehe dazu Hauptbericht, Kapitel 2.4.6.*

Um das Obligatorium infolge runder Tafel zu vermeiden, wird mitunter die Berechtigung für Velos bloss durch Piktogramme auf dem Boden markiert, ohne die Signaltafel aufzustellen.

C. Empfehlungen

VAE45 auf diesen Strecken ausschliessen, wenn sie nicht besonders breit und übersichtlich sind.

Schaffen einer gesetzlichen Regelung, welche das VAE45 in solchen Bereichen ausschliesst.

Unübersichtliche Stellen vermeiden oder mit Gefahrensignal markieren.  oder .

Schulung und Aufklärungskampagnen.

Eine neue Vorschrift, dass VAE25 in diesen Bereichen den Motor ausschalten müssen, erachten wir nicht für zweckmässig. Die Vorschrift würde schlecht akzeptiert und wäre unverhältnismässig.



+ erlaubt

III.2.4.3 Fussgängerzonen mit Velo-Erlaubnis (Signal 2.59.3 +Zusatztafel 5.31)

Art. 22c SSV Fussgängerzone

1. "Fussgängerzonen" (2.59.3) sind den Fussgängern und Benützern von fahrzeugähnlichen Geräten vorbehalten. Wird ausnahmsweise beschränkter Fahrzeugverkehr zugelassen, darf höchstens im Schrittempo gefahren werden; die Fussgänger und Benützer von fahrzeugähnlichen Geräten haben Vortritt.

2. Das Parkieren ist nur an den durch Signale oder Markierungen gekennzeichneten Stellen erlaubt. Für das Abstellen von Fahrrädern gelten die allgemeinen Vorschriften über das Parkieren.

Diese Regelung wird im Interesse einer permissiven Radroutenplanung wiederholt gewählt. Das vorgeschriebene Schrittempo wird eher selten eingehalten. VAE45 sind selten bereit, den Motor auszuschalten. Auf das Problem wird unten, Ziff. III.2.5.3. näher eingegangen.

III.2.5 Das VAE in verkehrsberuhigten Zonen



III.2.5.1 Tempo-30-Zonen (Signal 2.59.1)

A. Geltende Regelung

Art. 22a SSV Tempo-30-Zone

Das Signal "Tempo-30-Zone" (2.59.1) kennzeichnet Strassen in Quartieren oder Siedlungsbereichen, auf denen besonders vorsichtig und rücksichtsvoll gefahren werden muss. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 30 km/h.

Die VTS schreibt keine Tachometerpflicht für Fahrräder und Motorfahrräder vor. Damit kann die Verletzung von Höchstgeschwindigkeitsvorschriften nicht generell per Radar kontrolliert und im Überschreitungsfall gebüsst werden (vgl. oben, III.2.2.1). Der VAE45-Fahrer kann bei übersetzter Geschwindigkeit nur im Inzidenzfall wegen Verletzung des Art. 32 Abs. 1 SVG gebüsst werden. Da Mofas generell auf 30 km/h beschränkt sind, bildet das Potential des VAE45, schneller zu fahren, eine latente Gefahr in diesen Zonen.

B. Probleme, Konflikte

In Tempo-30-Zonen können durch schnell fahrende VAE45 ähnlich wie bei Rennvelofahrern Gefahren für Fussgänger, namentlich für Kinder und ältere Personen entstehen. VAE45, die solche Zonen mit übersetzter Geschwindigkeit durchfahren, sind häufig. Fussgängervereinigungen weisen zu Recht auf dieses Gefahrenpotential hin.

C. Empfehlungen

Anpassung des Art. 42 Abs. 4 VRV: Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer, bezüglich signalisierter Höchstgeschwindigkeit jene der Motorfahrzeuge, zu beachten.

Zudem ist in der Ausrüstungsverordnung ein Tachometer für VAE45 neu vorzuschreiben (Art. 178b VTS Abs. 3) und Geschwindigkeitsbegrenzung für Motorfahrräder zu präzisieren (vgl. oben, III.2.2.1)



Planerische Lösung : Verbotstafel mit Zusatz "Zubringerdienst gestattet", an Orten wo VAE45 gefährlich ist.



III.2.5.2 Begegnungszonen (Signal 2.59.5).

A. Geltende Regelung

Art. 22b SSV Begegnungszone

1. Das Signal "Begegnungszone" (2.59.5) kennzeichnet Strassen in Wohn- oder Geschäftsbereichen, auf denen die Fussgänger und Benützer von fahrzeugähnlichen Geräten die ganze Verkehrsfläche benützen dürfen. Sie sind gegenüber den Fahrzeugführern vortrittsberechtigt, dürfen jedoch die Fahrzeuge nicht unnötig behindern.

2. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 20 km/h.

3. Das Parkieren ist nur an den durch Signale oder Markierungen gekennzeichneten Stellen erlaubt. Für das Abstellen von Fahrrädern gelten die allgemeinen Vorschriften über das Parkieren.

B. Probleme, Konflikte

Das VAE25 fährt mit Unterstützung bis 25 km/h während nur 20 km/h zugelassen sind. Kinder dürfen spielen, „Fahrgeräte“ benutzen und haben Vortritt. Ein Problem könnte in der Unterschätzung der Geschwindigkeit durch Kinder und ältere Fussgänger liegen. Das VAE25 ist nicht grundsätzlich gefährlicher als andere Fahrzeuge oder als Velos, die ebenfalls geräuscharm sind und zum Teil schneller als 20km/h fahren.

Die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h kann für VAE45 nicht mit Sanktionen durchgesetzt werden, weil keine Tachopflicht gilt wodurch eine besondere Gefahr entsteht. Man kann Lenker nicht generell büssen, sondern nur beim Unfall wegen "Nichtanpassen der Geschwindigkeit" (oben, III.2.2.1). Damit liegt das höhere Gefahrenpotential darin, dass die höhere Geschwindigkeit leicht erreicht und deshalb nicht angepasst wird. Probleme ergeben sich mit den VAE45 insbesondere, wenn Pendler-Radverbindungen durch solche Zonen geführt werden.

C. Empfehlungen

Um auch die VAE45 generell in Pflicht nehmen zu können, ist in der Ausrüstungsverordnung ein Tachometer neu vorzuschreiben (Art. 178b VTS Abs. 3) und Geschwindigkeitsbegrenzung für Motorfahrräder zu präzisieren (vgl. oben, III.2.2.1)



Planerische Lösung : Verbotstafel mit Zusatz "Zubringerdienst gestattet", an Orten wo VAE45 gefährlich ist.

Informationskampagnen für VAE45.



III.2.5.3 Fussgängerzonen (Signal 2.59.3).

A. Geltende Regelung

Art. 22c SSV Fussgängerzone

1. "Fussgängerzonen" (2.59.3) sind den Fussgängern und Benützern von fahrzeugähnlichen Geräten vorbehalten. Wird ausnahmsweise beschränkter Fahrzeugverkehr zugelassen, darf höchstens im Schrittempo gefahren werden; die Fussgänger und Benutzer von fahrzeugähnlichen Geräten haben Vortritt.

2. Das Parkieren ist nur an den durch Signale oder Markierungen gekennzeichneten Stellen erlaubt. Für das Abstellen von Fahrrädern gelten die allgemeinen Vorschriften über das Parkieren.



Das Velo ist hier nur mit Zusatztafel 5.31. erlaubt. Hier gilt Schritt-Tempo.

Art. 64 Abs. 6 SSV Allgemein verwendbare Zusatztafeln

Die Angabe "Radfahrer" auf einer Zusatztafel umfasst Führer von Fahrrädern und Motorfahrrädern mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis maximal 25 km/h wirkt, sowie die Führer der übrigen Motorfahrräder, sofern deren Motor abgestellt ist.

B. Probleme, Konflikte

VAE25 dürfen mit Motorhilfe durchfahren, sollten aber das Schrittempo beachten, was auch unmotorisierte Velofahrer kaum befolgen. Die Regelung bleibt konfliktbeladen, ist aber für VAE25 nicht problematischer geworden.

Eine Vorschrift, wonach VAE25 in solchen Zonen den Motor auszuschalten hätten, wäre schwer durchzusetzen. Es ist davon abzuraten. Deshalb sollte die Verkehrsplanung, wenn sie die Durchfahrt für Velos mit Zusatztafel erlaubt, prüfen, ob die Zulassung von langsamen Elektrovelos wegen besonderer Unübersichtlichkeit zu Problemen führt.

Wo der Fussgängerschutz dies gebietet, ist im Zweifelsfall das Velo generell auszuschliessen oder an gefährlichen Stellen  (5.33, Fahrrad schieben) zu signalisieren.

Es stellt sich die Frage, ob die VAE45-Lenker das für sie geltende Fahrverbot erkennen und beachten, insbesondere ob sie den Motor bei der Durchfahrt ausschalten. Dies ist für VAE45 beim Befahren von Fussgängerflächen geboten. Die Norm ist schwer durchsetzbar und wird offenbar auch schlecht befolgt, was zu Reklamationen und Vorstössen von Fussgängerorganisationen geführt hat. Die Norm gilt gleichermassen auf Trottoirs mit Fahrradzugang.

C. Empfehlungen

Das derzeitige Regelungssystem für die Integration der VAE25 in diesen Zonen genügt.

Aufklärungskampagnen, dass VAE45 den Motor ausschalten müssen, wenn sie diese Zonen durchfahren, sind unseres Erachtens notwendig. zBsp. VAE45 meiden Fussgängerflächen!

Nötig ist auch, Zusatztafel 5.31  (nur Fahrrad und nicht VAE45, Art. 64 Abs. 6 SSV), bei VAE45-Lenkern bekannt machen.

An gefährlichen Stellen (zBsp Engrnisse, Bahnunterführungen)  (5.33, Fahrrad schieben) signalisieren

Vermeehrt Polizeikontrollen an für Fussgänger gefährlichen Strecken.

Bei der Veloplanung effiziente Alternativrouten für VAE45 einplanen, wenn die Sicherheit das Fahrverbot für Mofa und VAE45 nahelegt.

III.3 Eigene Kategorie VAE schaffen?

Die Anwendung der Verkehrsregeln Fahrrad/Motorfahrrad für VAE25/VAE45 war ein eigenständiger Entscheid, welcher in der Schweiz dem VAE45 mit dem Recht auf Benutzung attraktiver Radverbindungen zu einem beachtlichen Aufschwung verholfen hat. Da aber sowohl vom Fahrverhalten des Fahrzeugs als auch von der sozialen Struktur der Nutzer her erhebliche Unterschiede zwischen Mofa und VAE45 bestehen, stellt sich die Frage, ob in Zukunft eine eigene Kategorie für E-Bikes mit eigenem Symbol und eigenen angepassten Verkehrsregeln geschaffen werden soll. Hierzu ist folgendes zu bedenken :

III.3.1 Die Gleichstellung der VAE25 mit den Fahrrädern ist unproblematisch

Unsere Studie hat gezeigt, dass das Fahrverhalten der VAE25 nur unwesentlich vom Fahrverhalten der Radfahrer abweicht. Die grössten Differenzen sind bei den Steigungen und im Startverhalten nach Stops zu beobachten. Die Unfälle sind nach Auskunft der BfU mit jenen der Radfahrer vergleichbar.

III.3.2 Die Gleichstellung der VAE45 mit Motorfahrrädern schafft geringfügige Probleme

Für die Förderung des VAE45 als Pendleralternative zu Auto und öV ist bei Schaffung direkter "Velo-Bahnen" aus der Agglomeration in die Zentren die Zulassung des VAE45 auf diesen Veloverbindungen von grosser strategischer Bedeutung, was bedingt, neue Anlagen breit genug zu planen, um Überholmanöver für die schnelleren VAE45 zu erleichtern. Die gesetzliche Regelung muss ermöglichen, diese Anlagen mit dem VAE45 mitzubenutzen.

Die vorstehende Analyse zeigt insbesondere nachfolgende **Konfliktpunkte** (Ziff = Kap. oben) :

- III.2.1.3 Tageslicht-Pflicht.
- III.2.2.1 und III.2.5.1 Keine Tachometerpflicht. Diese erübrigt sich bei den Mofas, weil deren Geschwindigkeit technisch auf 30 km/h gedrosselt sein muss.
- III.2.3.1 Betroffenheit des VAE45 durch lärmbedingte Mofa-Fahrverbote.
- III.2.3.2 Verbotsunkennnis bei Einbahnstrasse mit Gegenverkehr gestattet für Fahrrad
- III.2.3.3 Benutzungsobligatorium von Radwegen. Bei engen Verhältnissen entstehen zusätzliche Gefahren durch die höhere Geschwindigkeit.
- III.2.4.1 Gefahrensituation auf Rad- und Fussweg mit getrennten Flächen bei Benutzungsobligatorium.
- III.2.4.2 Gefahrensituation auf gemeinsamem Rad- und Fussweg bei Benutzungsobligatorium.
- III.2.5.2 Geschwindigkeitsproblem in Begegnungszonen, wenn Verbot für Mofa nicht beachtet wird.
- III.2.5.3 Rechtsunsicherheit und Gefährdungspotential in Fussgängerzonen mit "Fahrrad gestattet", indem Motor nicht abgestellt wird.

Mit den zu den jeweiligen Punkten skizzierten Empfehlungen bestehen technische oder rechtliche Lösungsansätze, mit welchen die Konfliktpotentiale infolge der bestehenden Kategorieneinteilung des VAE45 als Motorfahrrad reduziert oder behoben werden können. Mehrere Konfliktsituationen liegen auch auf Bewusstseinsebene. Sie gehen auf die Eigenwahrnehmung des VAE45-Fahrers zurück, sich subjektiv als Radfahrer und nicht als Motorfahrzeuglenker zu fühlen.

Hier liegt der Lösungsansatz im Bereich der Schulung und der Bewusstseinsbildung. Den VAE-Lenkern muss vermehrt bewusst werden, dass die Privilegierung, welche Ihnen das Mitbenutzungsrecht von Mischflächen mit Fussgängern einräumt, gepaart sind mit der Pflicht der Rücksichtnahme auf die schwächeren und langsameren Fussgänger. Die VAE-Lenker müssen sich auf diesen Flächen wie Motorfahrzeuglenker gegenüber Fussgängern verantwortlich fühlen.

Weil die oben genannten Konflikte lösbar sind, überwiegen die Vorteile der Gleichstellung des VAE45 mit dem Mofa :

- Benutzungsrecht der meisten privilegierten Velo-Verbindungen. Diese machen das VAE45 als Pendlerfahrzeug in die Städte besonders effizient und attraktiv.
- Möglichkeiten des Teilfahrverbots mit dreiteiligem Verbotssignal.
- Bei Verbindungen, wo aus Sicherheitsgründen ausserorts eine Trennung vom motorisierten Verkehr gewünscht wird, erscheint die Gleichsetzung mit dem Mofa oft zweckmässig.

III.3.3 Eine Gleichstellung des VAE45 mit "Kleinmotorrädern" rechtfertigt sich nicht.

Die Schweiz unterscheidet sich von der Gesetzgebung der Nachbarländer durch die Zuordnung des VAE45 in die Kategorie des Motorfahrrads. Dies erleichtert die Benutzung von Radwegen. Denn mit der Erfassung des VAE45 als Kleinmotorrad müssten die Radwege für diese Kategorie geöffnet werden. Auch bei Verkehrstrennungen aus Lärmgründen ist die Behandlung des E-Bikes als "Nicht-Motorrad" gerechtfertigt, wenn auch die Gleichsetzung mit dem Mofa zu Problemen führt (oben. Ziff. III.2.3).

Kleinmotorräder sind einspurige Motorfahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 45 km/h, max. 50 cm³ Hubraum oder einer Motorenleistung von höchstens 4 kW.

Sie unterliegen den Verkehrsvorschriften der Motorräder . Geschwindigkeitsmässig sind VAE45 (< 1000W) und Kleinmotorrad (Art. 14 Bst b VTS; <4000W; gelbes Kontrollschild mit schwarzer Schrift, Art. 82 Abs. 1 Bst e VZV) trotz beachtlichem Motorenleistungsunterschied sehr nahe. Sie unterscheiden sich durch die Tretunterstützung. Dies ist aber ein wichtiges Merkmal, da der Lenker beim VAE45 die Geschwindigkeit mit einer sportlichen Leistung verbinden muss, und damit mehr Gefühl für die Geschwindigkeit entwickeln kann.

Bei einer Gleichstellung des VAE45 mit dem Kleinmotorrad müsste das Problem gelöst

werden, wo und wie Radwege  zu benutzen sind. Ausserorts bieten getrennte Radwege infolge der grossen Geschwindigkeitsdifferenz zu 80 km/h auch für VAE45 erheblichen Schutz. Man müsste die Frage stellen, ob die Radwege zumindest ausserorts für Kleinmotorräder zu öffnen wären. Hierzu wäre umso wichtiger, dass Radwege hinreichend breit gebaut werden, zumal sie neu auch für nicht einspurige Räder (Dreiräder, Anhänger, etc.) obligatorisch sind. Unseres Erachtens würden mit der Gleichsetzung mit Kleinmotorrädern mehr Gefahren geschaffen als entschärft.

III.3.4 Die Einführung einer eigenen Kategorie VAE45 rechtfertigt sich nicht

Weil das Fahrverhalten der VAE25 näher bei jenem des Fahrrads ist als bei jenem des VAE45, müsste sich eine eigene rechtliche Fahrzeugkategorie auf das VAE45 begrenzen.

Eine Vermischung mit den modischen Fortbewegungsmitteln, welche im Grenzbereich zwischen Spielzeug und Fahrzeug stehen : Elektro-Trottinett, Segway, Elektro-Einrad, Elektro-Rollbrett etc. kommt erst recht nicht in Betracht. Bei jenen Geräten geht es darum, einen angemessenen Platz zwischen Spielzeug, fussgängerähnlichem Fortbewegungsmittel und Fahrzeug zu finden.

Damit wäre denkbar, das VAE45 als eigenständige Motorfahrzeug-Kategorie zu erfassen und mit eigenem Symbol und eigenen Regeln auszustatten. Hiefür spricht die Möglichkeit, das VAE45 situativ den Regeln der Motorfahrzeuge oder des Fahrradverkehrs zu unterstellen. zBsp. :

- Kein Obligatorium, Radwege zu benutzen
- Verbot, Fussgängerflächen zu befahren
- Durchfahrt bei Teilfahrverboten für Mofas aus Lärmgründen
- Tachometerpflicht

In unserer Untersuchung haben wir nicht hinreichend Merkmale gefunden, welche die Schaffung einer eigenen Kategorie zwingend begründen würden. Bedeutsam ist die Feststellung, dass die unterstützte Spitzengeschwindigkeit von 45 km/h nicht der gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeit in städtischen Situationen entspricht. Zudem besteht ein Risiko im politischen Regelungsprozess, dass bei der Evaluation der einzelnen Regeln, vorallem wenn es um die Mitbenützung von Fussgänger-Mischflächen geht, Normen entstehen, welche die Erstellung neuer eigener VAE45-Bahnen notwendig machen. Dies könnte dazu führen, dass derzeitige "Fahrradprivilegien" für das VAE45 wegfallen, was die Attraktivität des VAE45 als schlankes und umweltfreundliches Pendlerfahrzeug stark reduzieren könnte.

Zudem müssten die neuen Regeln allen Verkehrsteilnehmer bekannt und bewusst gemacht werden. Es müsste ein neues, verständliches Piktogramm "VAE45" geschaffen werden. Dieses müsste schweizweit flächendeckend signalisiert werden, was mit einem hohen Planungs- und Signalisationsaufwand verbunden wäre, der sich als unverhältnismässig erweisen würde, wenn der erwartete VAE45-Boom infolge Attraktivitätsverlust als Pendlerfahrzeug nicht eintreten sollte.

Die Möglichkeit, mit dem VAE45 von den Privilegien der Veloplanung in den Städten zu profitieren, fördert das VAE45 als umweltgerechtes Pendlerfahrzeug, was ein Zahlenvergleich mit dem Ausland zeigt. Damit erweist sich die Schweizer Eigenheit der aktuellen Gesetzgebung, das VAE45 als Mofa zu behandeln, trotz der höheren Geschwindigkeit der VAE45 als zweckmässiger als die europäische Norm. Ein Kategorienwechsel zur Angleichung ans EU-Recht ist nicht angezeigt. Hingegen bleiben Einzelprobleme aus der Gleichstellung E-Bike = Mofa, wie sie in Ziff. III.2 hiavor beschrieben wurden, durch problembewusste Verkehrsplanung zu lösen.

III.3.5 Empfehlungen

Wir erachten es als zweckmässig, das VAE45 in der Fahrzeugkategorie „Motorfahrrad“ zu belassen. Verzicht auf eigene Kategorie, Beibehalten der Einteilung als „Motorfahrrad“ und Differenzierung einzelner Regeln für Motorfahrräder, um den technischen Eigenheiten des Fahrzeugs besser gerecht zu werden.

Berücksichtigung der speziellen Fahrdynamik der VAE45 bei der Planung von Velorouten. Gezielter Einschluss oder Ausschluss des VAE45 je nach Gefahrensituation auf Mischflächen.

Regelbewusstsein der Mofa-Verbote und Gefahrenbewusstsein auf Mischflächen bei VAE45-Fahrern schulen und stärken.

Planerische Umsetzung der Empfehlungen dieser Arbeit zu den einzelnen Konfliktmustern.

III.4 Zusammenfassung der Empfehlungen an die Gesetzgebung

III.4.1 Zu Fahrzeug und Führer

11 Alter und Führerausweis

Am Mindestalter von 14/16 Jahren *Art 6 Abs. 1 Bst f VZV* (16 Jahre oder 14 J mit „M“). für das VAE25 ist festzuhalten. Ein obligatorischer Führerausweis für das VAE25 ab 16 Jahren wird nicht empfohlen.

Die Regelung Ausweis M für das VAE45 ist sinnvoll.

Sensibilisierungskampagnen und fakultative Einführungskurse für Neueinsteiger (Inhalte : Geschicklichkeitsparcours, Bremsen, Theorie über besondere Gefahrensituationen). Die Kurse sollten unseres Erachtens von Fachorganisationen (zBsp. Pro Velo zusammen mit BfU) organisiert und der Besuch von den Händlern mit dem Verkauf eines VAE45 gratis angeboten werden.

12 Helmtragepflicht

Die geltende Regelung beibehalten

13 Licht am Tag

Pflicht zur Benutzung von Taglicht für die VAE45 in *Art. 31. Abs. 5 VRV* zu präzisieren :

Art. 31 Abs. 5 VRV lautet : *Die Abblendlichter oder die Tagfahrlichter sollen bei Motorfahrzeugen auch tagsüber eingeschaltet sein.* Die Vorschrift ist unklar, weil einerseits für Mofas die Regeln der Fahrräder gelten, andererseits aber Mofas übrige Motorfahrzeuge sind. Die Bestimmung könnte ergänzt werden : *Die Abblendlichter oder die Tagfahrlichter sollen bei Motorfahrzeugen, eingeschlossen Motorfahrrädern, auch tagsüber eingeschaltet sein.*

14 Versicherungspflicht

Geltende Regeln beibehalten

III.4.2 Zu Verkehrsregeln

21 Geschwindigkeitskontrolle VAE45

Tachopflicht für Motorfahrräder in VTS (*Art. 178b VTS Abs. 3*; vgl. Motion Lehman, 25.9.2014, abgeschrieben da Ratsaustritt) einführen und Mofas der Geschwindigkeitsbegrenzung unterstellen. Anpassung des Art. 42 Abs. 4 VRV : *Die Führer von Motorfahrrädern sowie die Führer von Elektro-Rikschas mit einer Breite bis 1,00 m haben die Vorschriften für Radfahrer, bezüglich signalisierter Höchstgeschwindigkeit jene der Motorfahrzeuge, zu beachten.*

22 Rechtsfahrgebot für Fahrräder

Das Rechtsfahrgebot ist situativ zu differenzieren. Schnelle Radfahrer sollen die Möglichkeit haben auch in Fahrstreifen innerorts tendenziell zur Mitte rücken, wenn sie sich im Verkehrsfluss mit den Autos befinden, aber grundsätzlich rechts fahren, wenn die Autos deutlich schneller fahren.

Den Gefahren beim Rechtsüberholen stehender oder langsam fahrender Kolonnen ist durch eine Aufklärungskampagne auf Gefahren hinzuweisen. Ein Verbot für VAE45 würde kaum auf Akzeptanz stossen und Rechtsunsicherheit gegenüber der Regel für Velos und VAE25 herbeiführen.

Ergänzung Art. 42 Abs. 3 VRV : *Radfahrer dürfen mit gebotener Vorsicht rechts neben einer Motorfahrzeugkolonne vorbeifahren, wenn genügend freier Raum vorhanden ist.*

23 Unterscheidung Velo – Mofa

Überdenken des Signals 2.60, namentlich in Verbindung mit 2.63. Eventuell Aufteilen in Gebot für Fahrräder und Gebot für Motorfahrräder (inkl. VAE45), bzw. Doppeltafel, wenn der Weg (vorallem ausserorts) für beide Kategorien gelten soll.

Bei der Planung von Velorouten, welche nicht primär den Schulkindern, sondern dem Pendelverkehr dienen, auf das Signal 2.14 verzichten und Verkehr mit Signal 2.13 beschränken, ev. kombiniert mit Tempo-30.

24 Das VAE45 auf dem obligatorischen Radweg

Obligatorium aufheben durch Revision des Art. 43 SVG, bzw. Zusatz : *Der Bundesrat umschreibt die Ausnahmen.* Der Bundesrat könnte dann Rennräder auf Trainingsfahrten und VAE45 von der Benutzungspflicht ausnehmen.

Prüfen einer viereckigen Hinweistafel "Radweg" ohne Obligatorium.

25 VAE45 bei Fahrradausnahme zur verbotenen Fahrrichtung und vergleichbaren Ausnahmen

Ergänzen der Signalisation Verbotene Einfahrt mit Zusatztafel 5.30. und 5.31, wo dies erwünscht ist.

Mit Kampagnen Zusatztafel 5.31 (nur Fahrrad und nicht VAE45, Art. 64 Abs. 6 SSV, Kasten) bei VAE-Fahrern bekannt machen.

26 Rad- und Fussweg mit getrennten Verkehrsflächen

Anwenden des Signals 2.63 nur bei Trennung des Radwegs und Fusswegs baulich oder durch Belagsfarbe. Mindestbreiten beachten. Ev. mit häufigen Piktogrammen am Boden die Verkehrsflächenzuweisung verdeutlichen.

Einsatz nur in planerischen Ausnahmesituationen, wenn Fussgänger wichtige Radrouten mitbenützen müssen.

Eine neue Vorschrift, dass VAE25 und VAE45 in diesen Bereichen den Motor ausschalten müssen, erachten wir nicht für zweckmässig. Die Vorschrift würde schlecht akzeptiert und wäre unverhältnismässig.

27 Gemeinsamer Rad- und Fussweg

Einsatz nur in planerischen Ausnahmesituationen.

VAE45 auf diesen Strecken ausschliessen, wenn sie nicht besonders breit und übersichtlich sind.

Schaffen einer gesetzlichen Regelung, welche das VAE45 in solchen Bereichen ausschliesst.

Unübersichtliche Stellen vermeiden oder mit Gefahrensignal markieren.

Schulung und Aufklärungskampagnen.

Eine neue Vorschrift, dass VAE25 in diesen Bereichen den Motor ausschalten müssen, erachten wir nicht für zweckmässig. Die Vorschrift würde schlecht akzeptiert und wäre unverhältnismässig.

28 T30- und Begegnungszonen

In der Ausrüstungsverordnung einen Tachometer neu vorschreiben (*Art. 178b VTS Abs. 3*) und Geschwindigkeitsbegrenzung für Motorfahrräder präzisieren (vgl. oben, III.2.2.1).

Planerische Lösung : Teilfahrverbotssignal 2.14 mit Zusatz "Zubringerdienst gestattet", an Orten wo VAE45 gefährlich ist.

Informationskampagnen für VAE45.

29 Fussgängerzonen

Das derzeitige Regelungssystem für die Integration der VAE25 in diesen Zonen genügt.

Aufklärungskampagnen, dass VAE45 den Motor ausschalten müssen, wenn sie diese Zonen durchfahren, sind unseres Erachtens notwendig. zBsp. VAE45 meiden Fussgängerflächen!

Nötig ist auch, Zusatztafel 5.31 (nur Fahrrad und nicht VAE45, *Art. 64 Abs. 6 SSV*), bei VAE45-Lenkern bekannt machen.

An gefährlichen Stellen (zBsp. Engnisse, Bahnunterführungen) Zusatzsignal 5.33. Fahrrad schieben, stellen.

Vermeehrt Polizeikontrollen an für Fussgänger gefährlichen Strecken.

Bei der Veloplanung effiziente Alternativrouten für VAE45 einplanen, wenn die Sicherheit das Fahrverbot für Mofa und VAE45 nahelegt.

III.4.3 Zur Frage der Fahrzeugkategorie

30 Beibehalten der heutigen Zuteilung

Verzicht auf neue Kategorien. Beibehalten VAE25 als "Fahrrad", und VAE45 als "Motorfahrrad"; Differenzierung einzelner Regeln für Motorfahräder, um den technischen Eigenheiten des Fahrzeugs besser gerecht zu werden.

Verzicht auf Zuordnung des VAE45 zu Kleinmotorrädern

Berücksichtigung der speziellen Fahrdynamik der VAE45 bei der Planung von Velorouten. Gezielter Einschluss oder Ausschluss des VAE45 je nach Gefahrensituation auf Mischflächen.

Regelbewusstsein der Mofa-Verbote und Gefahrenbewusstsein auf Mischflächen bei VAE45-Fahrern schulen und stärken.

IV Annexe IV – Protocoles et formulaires d'enquête (novembre 2015)

IV.1 Contexte

Le bureau Transitec-Ingénieurs Conseils SA, à Lausanne, réalise un mandat de recherche pour le compte de la SVI (Association suisse des ingénieurs et experts en transport). Ce travail doit viser à identifier les enjeux spécifiques au système des vélos à assistance électrique (VAE) et à ses interactions avec les autres modes de transport, afin :

- d'améliorer la prise en compte des VAE dans les projets de planification des transports;
- de permettre au planificateur de distinguer les exigences différentes liées aux VAE de type "lent" (VAE25) et de type "rapide" (VAE45).

Une analyse critique de la littérature et différentes discussions avec des experts du domaine ont permis d'aboutir à la mise en évidence des différents thèmes devant faire l'objet d'une analyse dans le cadre de ce mandat. Parmi ceux-ci, le Groupe de suivi du mandat a identifié trois situations problématiques, devant faire l'objet d'enquêtes sur le terrain. Il s'agit des situations suivantes :

- dépassements VAE45 / VAE25 / vélos;
- choix de l'aménagement / infrastructure;
- conflits aux carrefours.

Les relevés de terrain permettent d'analyser l'attitude des usagers des VAE dans ces situations jugées les plus problématiques et de déterminer les manquements ou les défauts affectant le système VAE pour le cas donné.

IV.2 Lieux à enquêter

Les analyse sur les relevés de terrain sont réalisées dans deux villes distinctes, afin de mettre en évidence les éventuelles différences culturelles de comportement et / ou de structuration des aménagements entre différents contextes. Les villes de Berne et de Genève sont identifiées pour ces relevés, qui présentent toutes deux un potentiel important pour le développement des VAE.

IV.2.1 Genève

La ville de Genève, bien que se prêtant particulièrement à la pratique du vélo en raison de sa topographie et de ses aménagements, reste malgré tout une ville très "voiture" en raison des charges de trafic importantes et de la régulation peu restrictive au trafic motorisé. Quatre lieux ont été identifiés :

- **Quai Gustave-Ador : dépassement / choix de l'aménagement**

Le quai Gustave-Ador est équipé d'une bande cyclable, entre la voie de circulation TIM et le quai piéton. Les cyclistes ont le choix d'utiliser la voie TIM, la bande cyclable ou le quai piéton, mais ne peuvent pas (ou difficilement) passer d'un aménagement à l'autre. Il s'agit d'observer d'une part les dépassements sur la bande cyclable, et d'autre part le choix du cycliste concernant l'aménagement.

- **Pont de la Coulouvrenière : choix de l'aménagement / géométrie et transition**

Le pont de la Coulouvrenière est équipé d'un trottoir mixte des deux côtés du pont. Les cyclistes ont le choix d'utiliser le trottoir mixte ou la voie TIM, mais ne peuvent pas passer d'un aménagement à l'autre. D'autre part le chemin d'accès au trottoir mixte nécessite d'effectuer un "S" pour monter sur le trottoir (manœuvre compliquée). Il s'agit d'observer d'une part le choix de l'aménagement, et d'autre part les manœuvres pour l'accès au trottoir.

- **Rampe de Chancy : dépassement**

La rampe de Chancy est équipée d'une bande cyclable surélevée par une bordure braise. Plutôt étroite et en montée, elle se situe entre la voie de circulation TIM / tram et un mur de soutènement, laissant peu de marges de manœuvre aux cyclistes. Il s'agit d'observer les dépassements, qui devraient être plus marqués entre VAE et vélos traditionnels en raison de la pente.

- **Giratoire St-Georges : conflits aux carrefours**

Ce giratoire est situé au centre-ville à proximité du cimetière de Plainpalais, où les mouvements de tourner-à-gauche des vélos sont susceptibles d'être coupés par les voitures. Il s'agit d'observer si les priorités sont bien respectées.

IV.2.2 Berne

La ville de Berne est déjà fréquentée par un nombre important de vélos et les aménagements cyclables sont bien développés. Quatre lieux ont été identifiés :

- **Kornhausbrücke : dépassement**

Le Kornhausbrücke permet de relier le nord de la ville (côté Wankdorf) et le centre-ville. Il est traversé par des trams et du trafic motorisé, et n'est pas équipé par un aménagement cyclable. Les dépassements des vélos se font entre la barrière séparant le trottoir et les rails du tram, si la place le permet, ou alors le cycliste doit traverser les rails du tram. Il s'agit d'observer d'une part le franchissement des voies du tram lors de dépassement, mais également les conflits avec les trams et les véhicules motorisés.

- **Thunstrasse : choix de l'aménagement**

En premier lieu équipée d'une bande cyclable à la montée, la Thunstrasse est ensuite pourvue d'un trottoir mixte. Les cyclistes ont le choix d'utiliser le trottoir mixte ou la voie TIM, mais ne peuvent pas passer d'un aménagement à l'autre. A noter que l'aménagement permettant d'accéder au trottoir mixte ne pose a priori pas de problème.

- **Kirchenfeldstrasse : dépassement**

La Kirchenfeldstrasse est équipée d'une bande cyclable marquée au sol. Plutôt étroite et en montée, elle se situe entre la voie de circulation TIM et le trottoir piéton. Il s'agit d'observer les dépassements, qui devraient être plus marqués entre VAE et vélos traditionnels en raison de la pente.

- **Loryplatz : conflits aux carrefours**

Ce giratoire, traversé par une ligne de tram, est situé entre le centre-ville et les gares de Stockacker et Europaplatz. De la même manière que pour le giratoire St-Georges à Genève, les mouvements de tourner-à-gauche des vélos sont susceptibles d'être coupés par les voitures. Il s'agit d'observer si les priorités sont bien respectées, ainsi que les conflits éventuels avec les trams.

IV.3 Procédés

IV.3.1 Personnel et matériel

Les relevés sont effectués :

- d'une part à l'aide de caméras, qui permettent notamment de mesurer les vitesses des vélos (au moyen d'un marquage au sol) et les distances (entre les cyclistes et la chaussée, entre usagers lors des dépassements);
- d'autre part à l'aide d'enquêteurs sur le terrain, munis d'un chronomètre et d'un carnet de relevés, qui doivent permettre de préciser certains éléments tels que le type de vélo, le type d'usager, les comportements, etc.

Les relevés "caméras" et "enquêteurs" se complètent, raison pour laquelle ils sont effectués précisément au même endroit. D'autre part, les enquêteurs doivent disposer d'un chronomètre réglé sur l'horloge de la caméra (via un signe pour indiquer l'heure de départ), de manière à pouvoir recouper les informations lors du dépouillement.

IV.3.2 Dates et durées

Genève

Les enquêtes à Genève se sont déroulées le jeudi 24 septembre et le vendredi 25 septembre. Initialement prévues le mardi 23 et le jeudi 24, le mardi a dû être repoussé au vendredi en raison d'une météo défavorable. Les jours d'enquêtes, le temps était ensoleillé.

Le matin, les enquêtes se sont déroulées de 7h à 9h30, et l'après-midi de 16h30 à 19h. Le vendredi soir, en raison du décalage de l'heure de pointe, les enquêtes se sont déroulées de 16h à 18h30. La pose des caméras a été effectuée le mercredi 23 septembre dans la journée, et la dépose le vendredi 25 septembre après les derniers relevés.

Berne

Les enquêtes à Berne se sont déroulées le mercredi 18 novembre et le jeudi 19 novembre. Le mercredi et le jeudi matin le temps était ensoleillé, le jeudi soir le temps était nuageux mais sans pluie.

Le matin, les enquêtes se sont déroulées de 7h à 9h30, et l'après-midi de 16h30 à 19h. La pose des caméras a été effectuée le mardi 17 novembre dans la journée, et la dépose le lundi 23 novembre (selon la disponibilité du responsable).

IV.3.3 Observations à effectuer par les enquêteurs

Dépassements VAE45 / VAE25 / vélos

Objectif : définir quels types de dépassements sont problématiques, pour quels usagers (âge, sexe) et avec quels vélos (VAE25/VAE45) :

- noter le sexe et l'âge approximatif des usagers
- noter le type de vélo (VAE24 ou VAE45)
- noter l'heure **précise** du chronomètre (hh:mm:ss) à laquelle le cas s'est produit
- noter si un dépassement a eu lieu

- en cas de dépassement, noter une appréciation sur le différentiel de vitesse
 - faible (0-5 km/h)
 - moyen (5-15 km/h)
 - élevé (>15 km/h)
- noter le type de dépassement :
 - VAE25/vélo
 - VAE45/vélo
 - VAE45/VAE25
- noter s'il s'agit d'un comportement dangereux et si oui de quel type :
 - déport du VAE (celui qui dépasse) sur la voie TIM en présence d'un autre usager de la route
 - les usagers se sont frôlés
 - les usagers se sont touchés
 - les ou un usager est tombé (noter lequel)
 - autre

Choix de l'aménagement / infrastructure

Objectif : définir quels aménagements sont privilégiés par les usagers des VAE, par quels usagers (âge, sexe) et avec quels vélos (VAE25/VAE45).

- noter le sexe et l'âge approximatif des usagers
- noter le type de vélo (VAE24 ou VAE45)
- noter l'heure **précise** du chronomètre (hh:mm:ss) à laquelle le cas s'est produit
- noter le choix de l'aménagement
- noter la pertinence du choix, en fonction de la progression du VAE sur l'aménagement choisi
- noter si un événement a pu influencer le choix
 - obstacle
 - trafic
 - ...

Conflits aux carrefours

Objectif : définir si la vitesse des VAE est sous-estimée par les autres usagers de la route, par quels usagers (âge, sexe) et avec quels vélos (VAE25/VAE45).

- noter le sexe et l'âge approximatif des usagers
- noter le type de vélo (VAE24 ou VAE45)
- noter l'heure précise du chronomètre (hh:mm:ss) à laquelle le cas s'est produit
- noter le type de mouvement effectué par le cycliste
 - tourne à droite
 - tout droit
 - tourne à gauche
- noter la progression du cycliste dans le giratoire
 - bonne
 - moyenne
 - mauvaise
- noter si un conflit a été constaté et si oui de quel type
 - le cycliste force le passage alors qu'il n'a pas la priorité
 - le cycliste se fait couper la priorité
- noter le véhicule concerné par le conflit

IV.3.4 Répartition des enquêteurs

Genève

Deux enquêteurs sont affectés par poste.

Quai Gustave-Ador : jeudi 24 septembre de 6h30 à 9h30 et de 16h à 19h

- un enquêteur s'occupe d'observer les dépassements et de les dicter
- un enquêteur s'occupe de noter les observations dictées

Pont de la Coulouvrenière : jeudi 24 septembre de 6h30 à 9h30 et de 16h à 19h

- un enquêteur s'occupe d'observer l'aménagement choisi, le passage sur le trottoir mixte et de les dicter
- un enquêteur s'occupe de noter les observations dictées

Rampe de Chancy : mardi 22 septembre de 16h à 19h

- un enquêteur s'occupe d'observer les dépassements et de les dicter
- un enquêteur s'occupe de noter les observations dictées

Giratoire Saint-Georges : mercredi 23 septembre de 6h30 à 9h30

- les deux enquêteurs observent les conflits au carrefour et se partagent les mouvements (deux chacun).

Berne

Deux enquêteurs sont affectés par poste.

Loryplatz : mercredi 18 novembre de 6h30 à 9h30

- les deux enquêteurs observent les conflits au carrefour et se partagent les mouvements.

Kirchenfeldstrasse : mercredi 18 novembre de 16h30 à 19h00

- un enquêteur s'occupe d'observer les dépassements et de les dicter
- un enquêteur s'occupe de noter les observations dictées

Thunstrasse : mercredi 18 novembre de 16h30 à 19h00

- un enquêteur s'occupe d'observer l'aménagement choisi et de les dicter
- un enquêteur s'occupe de noter les observations dictées

Kormhausbrücke : jeudi 19 novembre de 6h30 à 9h30 et de 16h30 à 19h

- les deux enquêteurs observent les conflits au carrefour et se partagent les mouvements.

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Quai Gustave-Ador

Date :/...../.....

Sexe :

☐ Homme☐ Femme

Age :

☐ Enfant (>15 ans)☐ Jeune (15-25 ans)☐ Adulte (25-50 ans)☐ Sénior (<50 ans)

Type de vélo :

☐ VAE25☐ VAE45

Aménagement :

☐ Voie TI☐ Bande cyclable☐ Trottoir

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Dépassements (si constaté)	Choix de l'aménagement
Estimation du différentiel de vitesse entre les usagers : ☐ Faible (0-5 km/h) ☐ Moyen (5-10 km/h) ☐ élevé (>10 km/h) Type de dépassement : ☐ VAE25 / vélo ☐ VAE45 / vélo ☐ VAE45 / VAE25 ☐ Autre : Dangerosité : ☐ Oui ☐ Non ☐ Mitigé Si dangereux, de quel type : ☐ déport du VAE (celui qui dépasse) sur la voie TIM en présence d'un autre usager de la route ☐ les usagers se sont frôlés ☐ les usagers se sont touchés ☐ les ou un usager est tombé (lequel :) ☐ autre :	Pertinence du choix : ☐ bien, le VAE progresse sans difficultés ☐ moyen, le VAE est ralenti ou gêné ☐ mauvais, le VAE est fortement ralenti ou gêné Événement ayant pu influencer le choix : ☐ fort trafic sur l'axe TIM ☐ vélo(s) sur la bande cyclable ☐ vélo(s) sur le trottoir ☐ piétons sur le trottoir ☐ autre obstacle sur le cheminement ☐ autre :

Autre remarque / divers

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Pont de la Coulouvrenière

Date :/...../.....

Sexe :

☐ Homme☐ Femme

Age :

☐ Enfant (>15 ans)☐ Jeune (15-25 ans)☐ Adulte (25-50 ans)☐ Sénior (<50 ans)

Type de vélo :

☐ VAE25☐ VAE45

Aménagement :

☐ Voie TIM☐ Trottoir mixte

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Choix de l'aménagement	Pertinence de la géométrie
Pertinence du choix : ☐ bien, le VAE progresse sans difficultés ☐ moyen, le VAE est ralenti ou gêné ☐ mauvais, le VAE est fortement ralenti ou gêné Événement ayant pu influencer le choix : ☐ fort trafic sur l'axe TIM ☐ vélo(s) sur le trottoir mixte ☐ piétons sur le trottoir mixte ☐ autre obstacle sur le cheminement ☐ autre :	Lisibilité de l'accès au trottoir : ☐ bonne (le cycliste accède directement et sans difficultés sur l'aménagement) ☐ moyenne (le cycliste ralentit un peu mais semble confiant) ☐ mauvaise (le cycliste ralentit fortement et semble peu sûr de lui) Passage sur le trottoir : ☐ sans difficulté ☐ moyen, le VAE est ralenti ou gêné ☐ mauvais, le VAE est fortement ralenti ou gêné Éléments gênants (plusieurs choix possibles) : ☐ la géométrie de l'aménagement est en cause ☐ conflit avec un ou plusieurs autres vélos ☐ conflit avec un ou plusieurs piétons ☐ autre obstacle sur le cheminement (lequel :) ☐ autre :

Autre remarque / divers

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Rampe de Chancy

Date :/...../.....

Sexe :

- ☐ Homme
☐ Femme

Age :

- ☐ Enfant (>15 ans)
☐ Jeune (15-25 ans)
☐ Adulte (25-50 ans)
☐ Senior (<50 ans)

Type de vélo :

- ☐ VAE25
☐ VAE45

Aménagements :

- ☐ Bande cyclable
☐ Voie TIM

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Dépassements (si constaté)

Estimation du différentiel de vitesse entre les usagers :

- ☐ Faible (0-5 km/h)
☐ Moyen (5-10 km/h)
☐ élevé (>10 km/h)

Type de dépassement : Dangerosité :

- ☐ VAE25 / vélo ☐ Oui
☐ VAE45 / vélo ☐ Non
☐ VAE45 / VAE25 ☐ Mitigé
☐ Autre :

Si dangereux, de quel type :

- ☐ déport du VAE (celui qui dépasse) sur la voie TIM en présence d'un autre usager de la route
☐ les usagers se sont frôlés
☐ les usagers se sont touchés
☐ les ou un usager est tombé (lequel :)
☐ autre :

Autre remarque / divers

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Giratoire St-Georges

Date :/...../..... **Branche du giratoire :**

Sexe :

- ☐ Homme
☐ Femme

Age :

- ☐ Enfant (>15 ans)
☐ Jeune (15-25 ans)
☐ Adulte (25-50 ans)
☐ Sénior (<50 ans)

Type de vélo :

- ☐ VAE25
☐ VAE45

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Conflits aux carrefours

Mouvement du cycliste :

- ☐ tourne à droite
☐ tout droit
☐ tourne à gauche

Progression dans le giratoire :

- ☐ bonne (aucun conflit constaté)
☐ moyenne (le cycliste est ralenti)
☐ mauvaise (le cycliste doit s'arrêter)

Conflits constatés dans le giratoire :

- ☐ le cycliste force le passage alors qu'il n'a pas la priorité
☐ le cycliste se fait couper la priorité

Autre véhicule concerné dans le conflit :

- ☐ une voiture
☐ un camion
☐ un VAE45
☐ un VAE25
☐ un cycliste
☐ autre :

Autre remarque / divers

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Loryplatz – 18 novembre 2015

Période : HPM

Branche du giratoire : ☐ A ☐ B

Sexe :

Age :

Type de vélo :

☐ Homme☐ Enfant (>15 ans)☐ VAE25☐ Femme☐ Jeune (15-25 ans)☐ VAE45☐ Adulte (25-50 ans)☐ Sénior (<50 ans)☐ Remorque

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Mouvement du cycliste :☐ Direction Effingerstrasse☐ Direction Schlosstrasse☐ Direction Könizstrasse☐ Direction Schwarztörstrasse**Progression dans le giratoire :**☐ bonne (aucun conflit constaté)☐ moyenne (le cycliste est ralenti)☐ mauvaise (le cycliste doit s'arrêter)**Conflits dans le giratoire, si constatés :**☐ le cycliste force le passage alors qu'il n'a pas la priorité☐ le cycliste se fait couper la priorité**Autre véhicule concerné dans le conflit :**☐ une voiture☐ un camion☐ un VAE45☐ un VAE25☐ un cycliste☐ autre :**Autre remarque / divers**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Untersuchung über das Verhalten von E-Bikefahrer – Kirchenfeldstrasse – 18. November 2015

Tageszeit: ASP

Geschlecht :

- ☐ Mann
☐ Frau

Alter :

- ☐ Kind (<15)
☐ junge Erwachsene(15-25)
☐ Erwachsene (25-50)
☐ Senior (>50)

E-Biketyp:

- ☐ E-Bike25
☐ E-Bike45
☐ Anhänger

Führungsart :

- ☐ Radstreifen
☐ Trottoir
☐ Strasse

Durchgangsfahrt :St.....Min.....Sek

Überholung (falls beobachtet wurde)

Überholungsart : Gefährlichkeit :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ☐ E-bike25 / Velo | ☐ Ja |
| ☐ E-Bike45 / Velo | ☐ Nein |
| ☐ E-Bike45 / E-Bike25 | ☐ Mittelmässig |
| ☐ Anderes : | |

Wenn gefährlich, warum :

- ☐ Das E-Bike muss den Radstreifen überschreiten, während es viel Verkehr auf der Strasse gibt
☐ die beiden Teilnehmer fahren ganz nah an einander vorbei
☐ anderes :

Bemerkungen / Hinweise

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Untersuchung über das Verhalten von E-bikefahrer– Thunstrasse – 18. November 2015

Tageszeit: ASP

Geschlecht :

- ☐ Mann
☐ Frau

Alter :

- ☐ Kind (>15)
☐ junge Erwachsene(15-25)
☐ Erwachsene (25-50)
☐ Senior (<50)

E-Biketyp:

- ☐ E-Bike25
☐ E-Bike45
☐ Anhänger

Führungsart :

- ☐ Strasse
☐ gemischtes Trottoir

Durchgangsfahrt :St.....Min.....Sek

Strassenausbauwahl:**Relevanz der Auswahl :**

- ☐ Gut: das E-bike kommt ohne Schwierigkeiten vorwärts
☐ Mittelmässig: das E-Bike muss langsamer fahren oder wird von andere Verkehrsteilnehmern behindert
☐ Schlecht: das E-Bike muss anhalten oder wird von andere Verkehrsteilnehmer schwer behindert

Begebenheit, dieser Wahl beeinflussen könnte:

- ☐ viel motorisierter Verkehr auf der Strasse
☐ Tram
☐ Fussgänger auf dem Trottoir
☐ Velo(s) auf dem Trottoir
☐ Verkehr, der von rechts kommt
☐ anderes :

Bemerkungen / Hinweise

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Enquête sur les comportements à vélos électriques – Kornhausbrücke – 19 novembre 2015

Période : ☐ HPM ☐ HPS

Sexe :

- ☐
- Homme
-
- ☐
- Femme

Age :

- ☐
- Enfant (>15 ans)
-
- ☐
- Jeune (15-25 ans)
-
- ☐
- Adulte (25-50 ans)
-
- ☐
- Senior (<50 ans)

Type de vélo :

- ☐
- VAE25
-
- ☐
- VAE45
-
- ☐
- Remorque

Heure de passage :hh.....mm.....ss

Dépassements (si constaté)

Type de dépassement : Dangerosité :

- | | |
|--|---------------------------------|
| ☐ VAE25 / vélo | ☐ Oui |
| ☐ VAE45 / vélo | ☐ Non |
| ☐ VAE45 / VAE25 | ☐ Mitigé |
| ☐ Autre : | |

Si dangereux, de quel type :

- ☐
- déport du VAE (celui qui dépasse) en présence d'un autre véhicule motorisé
-
- ☐
- déport du VAE (celui qui dépasse) en présence d'un tram
-
- ☐
- doit franchir les rails du tram
-
- ☐
- les usagers se sont frôlés
-
- ☐
- autre :

Autre remarque / divers

.....

.....

.....

.....

.....

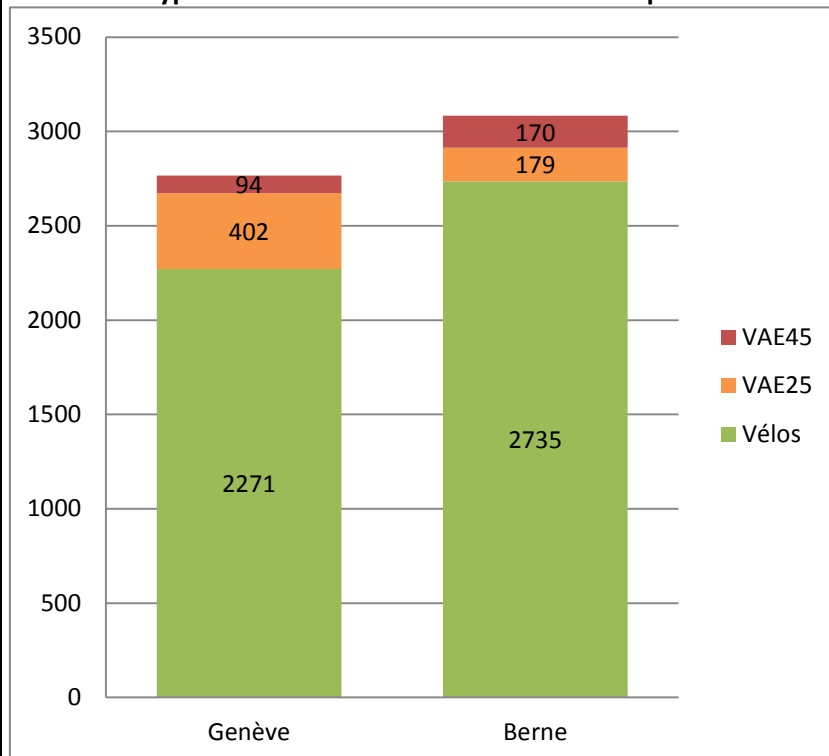
.....

V Annexe V – Résultats détaillés des enquêtes de terrain

Genève et Berne

Thèmes étudiés : Typologie des vélos en fonction du secteur d'enquête, typologie des utilisateurs de VAE, remorques, port du casque

Nombre et type de vélos en fonction de la ville d'enquête



Note : le nombre de vélos+VAE enquêté dépend évidemment des lieux, heures et durées d'enquête (6x2h30 à Genève, 5x2h30 à Berne)

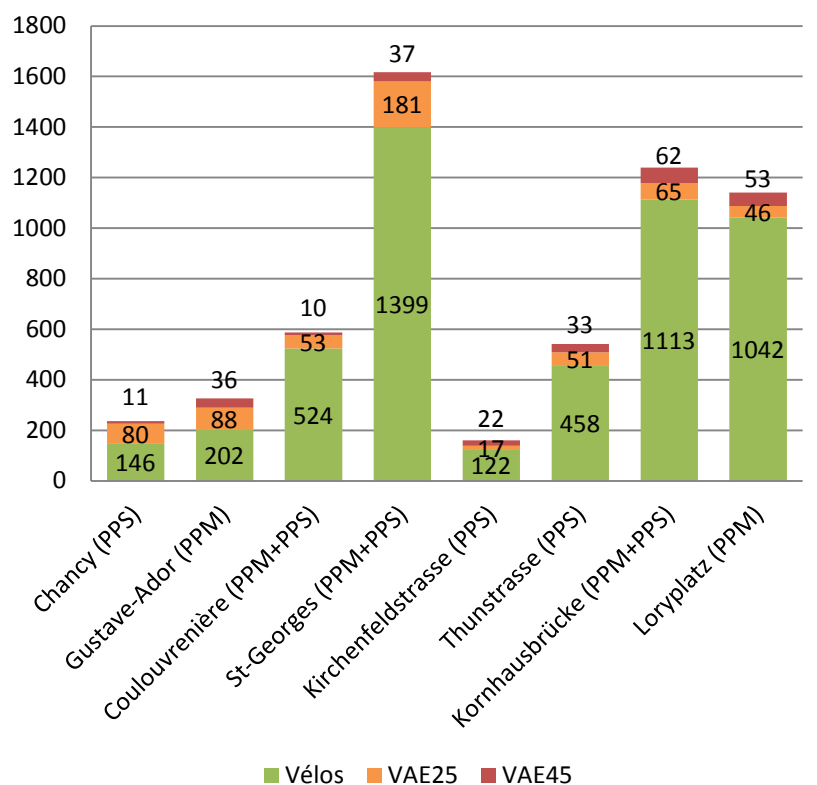
- Le nombre total de vélos+VAE recensés est légèrement plus important à Berne (3'084) qu'à Genève (2'767)
- Le nombre de VAE enquêté est en revanche plus important à Genève (496) qu'à Berne (349)
- A Genève, la proportion de VAE25 est écrasante (80% des VAE) alors que la répartition VAE25/VAE45 est plutôt équilibrée à Berne (respectivement 52% et 48%)

Part des types de vélos en fonction de la ville d'enquête



- A Genève, les VAE sont proportionnellement plus nombreux
- A Genève, la part de VAE25 est la plus élevée avec 15%
- A Berne, la part de VAE45 est la plus élevée avec plus de 5%

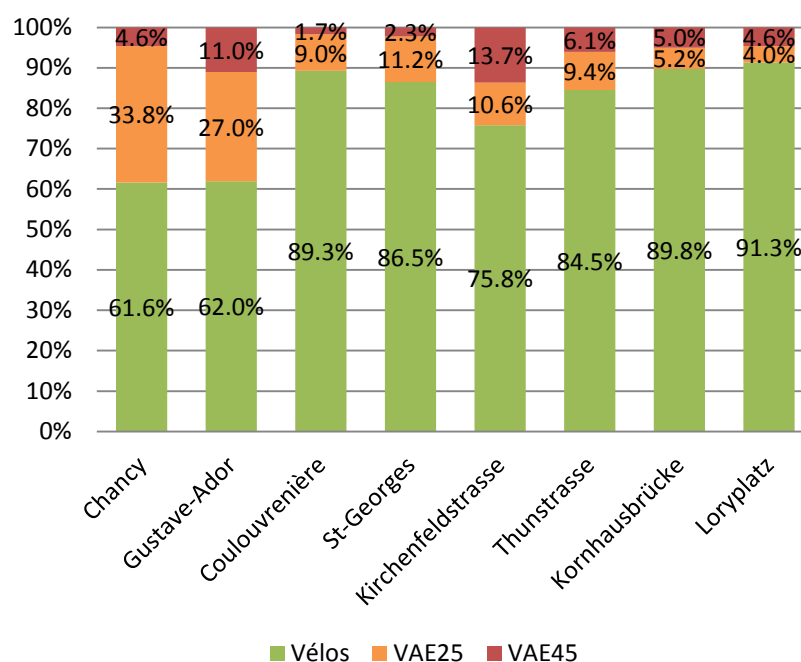
Nombre et type de vélos en fonction du lieu d'enquête



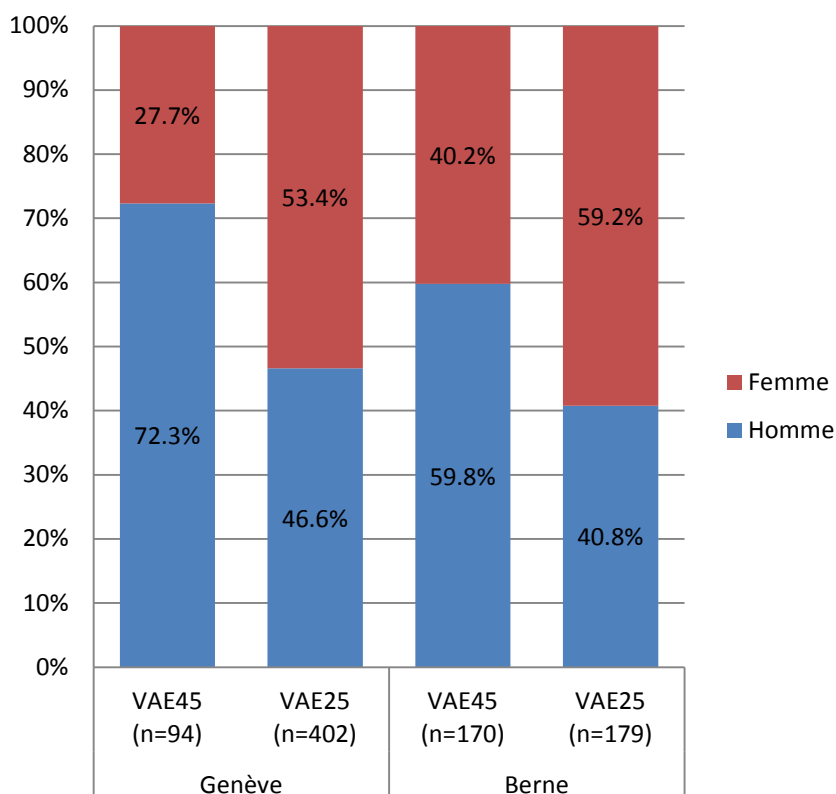
- A Genève, c'est sur le quai Gustave-Ador que le maximum de VAE ont été recensés sur 2h30 (124) (à l'exception du giratoire St-Georges, compté matin et soir)
- A Berne, c'est sur la Thunstrasse avec 84 VAE sur 2h30 (hors giratoire Loryplatz qui totalise 99 VAE sur trois axes d'entrée et Kornhausbrücke, avec 127 VAE sur 5h)

*Note : PPM = période de pointe du matin (7h-9h30)
PPS = période de pointe du soir (16h-18h30 ou 16h30-19h)*

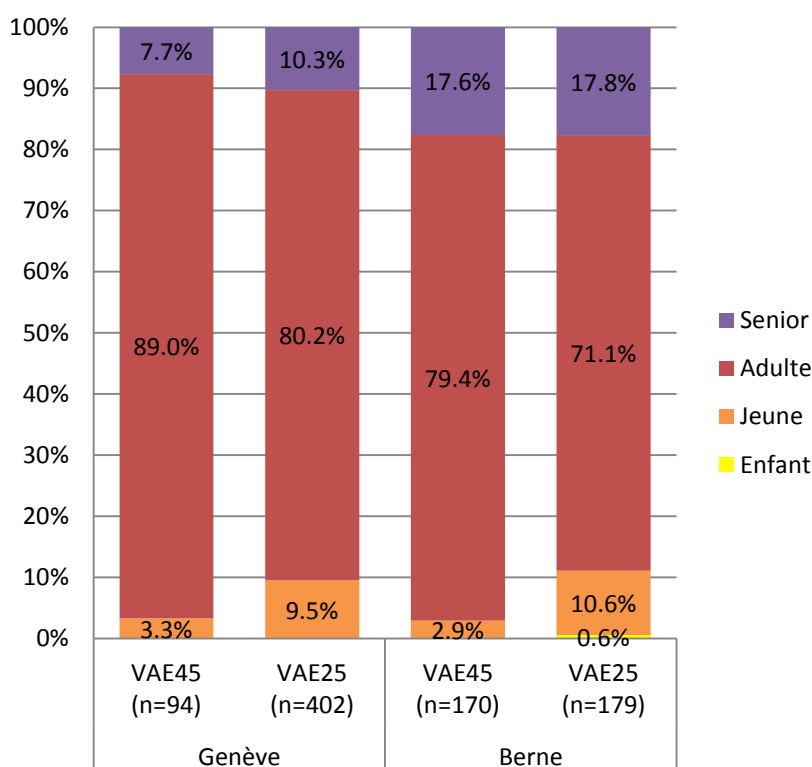
Part des types de vélos en fonction du lieu d'enquête



- C'est à Genève, sur deux axes d'entrée / sortie de ville que le taux de VAE est le plus élevé (38%)
- A Berne, la Kirchenfeldstrasse est fréquentée par 24% de VAE (10% de VAE25 et 14% de VAE45), soit le taux le plus élevé, tous sites confondus
- Au centre-ville de Genève, le taux de VAE est faible (10-13%) avec une majorité de VAE25
- Au centre-ville de Berne, le taux de VAE est également faible (9-10%), avec une part égale de VAE25 et VAE45

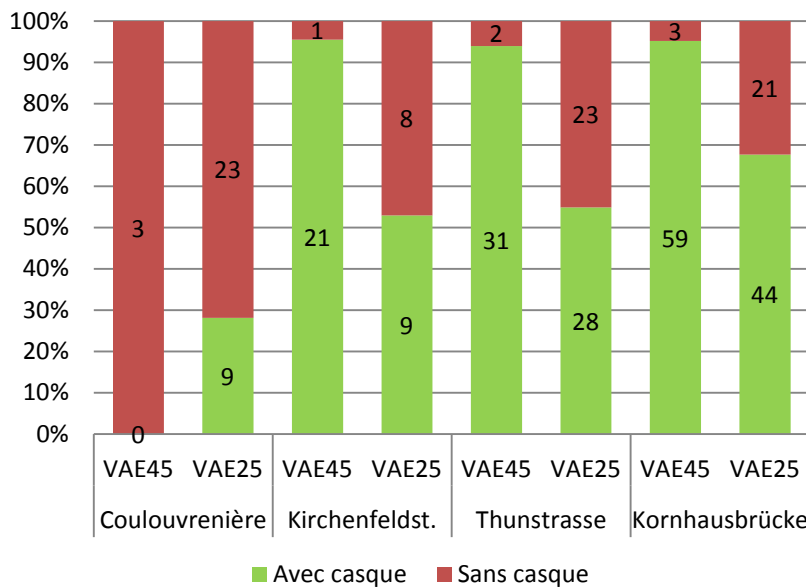
Sexe des utilisateurs de VAE

- Les VAE45 sont nettement plus utilisés par des hommes (60% à 70%)
- Les VAE25 sont légèrement plus utilisés par des femmes (50%-60%)
- Ces données sont confirmées par les statistiques issues de l'étude Ecoplan (tendance à l'échelle nationale)

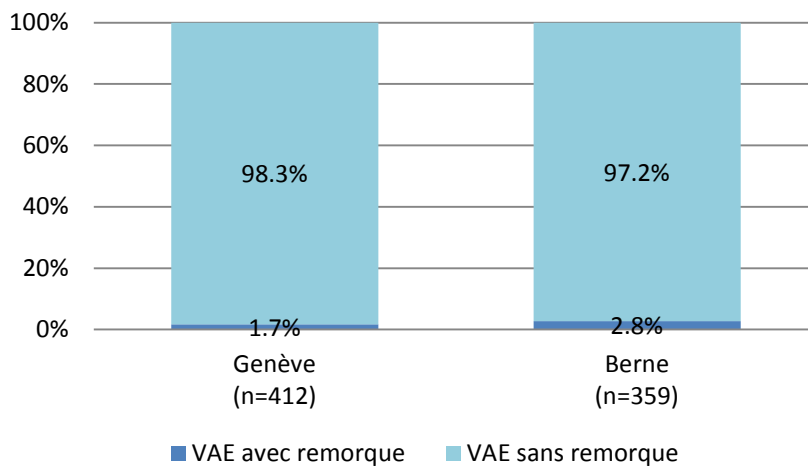
Age des utilisateurs de VAE

- Dans les deux villes, les utilisateurs des VAE sont principalement des adultes (70%-80%)
- La part de seniors est plus élevée à Berne (17-18%) qu'à Genève (8-10%). Aucune différence significative entre VAE25 et VAE45 n'est observée (rappel: enquête réalisée aux heures de pointe)
- La part de jeunes est très faible (3-10% en fonction du type de VAE) et similaire dans les deux villes

Note : information qualitative (âge estimé d'après les observations des enquêteurs)

Port du casque

- Le port du casque a été enquêté dans 4 secteurs (1 à Genève et 3 à Berne)
- A Genève, le faible nombre de VAE enquêtés ne permet pas un échantillon représentatif. Toutefois le port du casque ne semble pas être nécessaire pour 75% des usagers
- A Berne, 95% des usagers de VAE45 et 72% des usagers de VAE25 portent le casque

Remorques

- A Genève, les remorques sur les VAE sont marginales et ont été observées uniquement au centre-ville
- A Berne, malgré un nombre un peu plus important, le taux reste faible
- Dans 70% des cas, la remorque est tirée par un VAE45

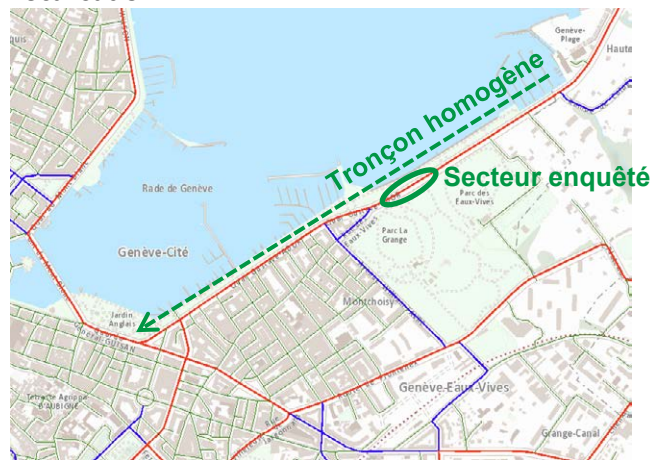
Principaux enseignements

- **C'est à Genève et sur les axes d'entrée / sortie de ville que le taux de VAE est le plus haut** (38% à Gustave-Ador et sur la rampe de Chancy)
- **Au centre-ville, le taux de VAE est faible** dans les deux villes (9-13%)
- **A Genève, la part de VAE25 est écrasante (80%), alors que la répartition VAE25/VAE45 est plutôt équilibrée à Berne** (respectivement 52% et 48%)
- **A Genève, malgré un nombre global de vélos+VAE enquêtés plus faible (2'767 contre 3'084 à Berne), les VAE sont proportionnellement et quantitativement plus nombreux**
- L'utilisateur-type des VAE45 est un homme adulte
- L'utilisatrice-type des VAE25 est une femme adulte
- La part de seniors est plus élevée à Berne (17-18%) qu'à Genève (8-10%). Note : enquête réalisée en ville aux heures de pointe (pendulaires surreprésentés)
- A Berne, 95% des usagers de VAE45 et 72% des usagers de VAE25 portent le casque. A Genève, l'enquête réalisée sur un seul poste semble montrer un très faible port du casque (9 usagers sur 35, soit environ un quart).

Genève – Quai Gustave-Ador

Thèmes étudiés : Choix de l'aménagement / Dépassements

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Vendredi 25 septembre 2015, 7h00 à 9h30

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau primaire, entrée de ville

TJM (2 sens) : 31'400 véh/j

Aménagement (sens entrée de ville) :

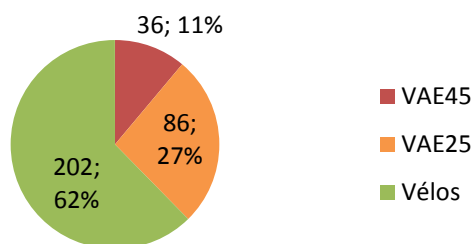
- 2 voies TIM, 1 voie de présélection de tourner-à-gauche
- Piste cyclable unidirectionnelle 1m50 sur trottoir, bordure abaissée
- Trottoir piéton 4m50

Pente : 0% (plat)

Longueur enquêtée : ~100m

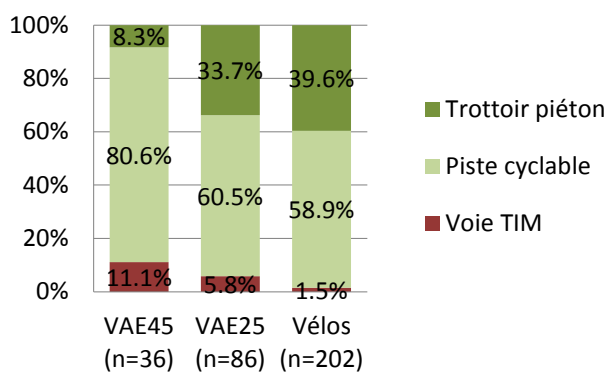
Longueur totale du tronçon homogène : ~1.7km

Part des VAE

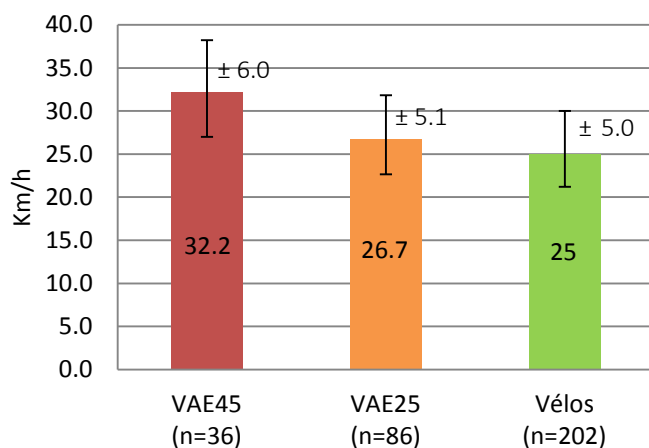


- Nombre total de vélos enquêtés : 324
- Les vélos électriques sont nombreux sur cet axe (38% au total)
- Les VAE45 représentent 28% des vélos électriques enquêtés

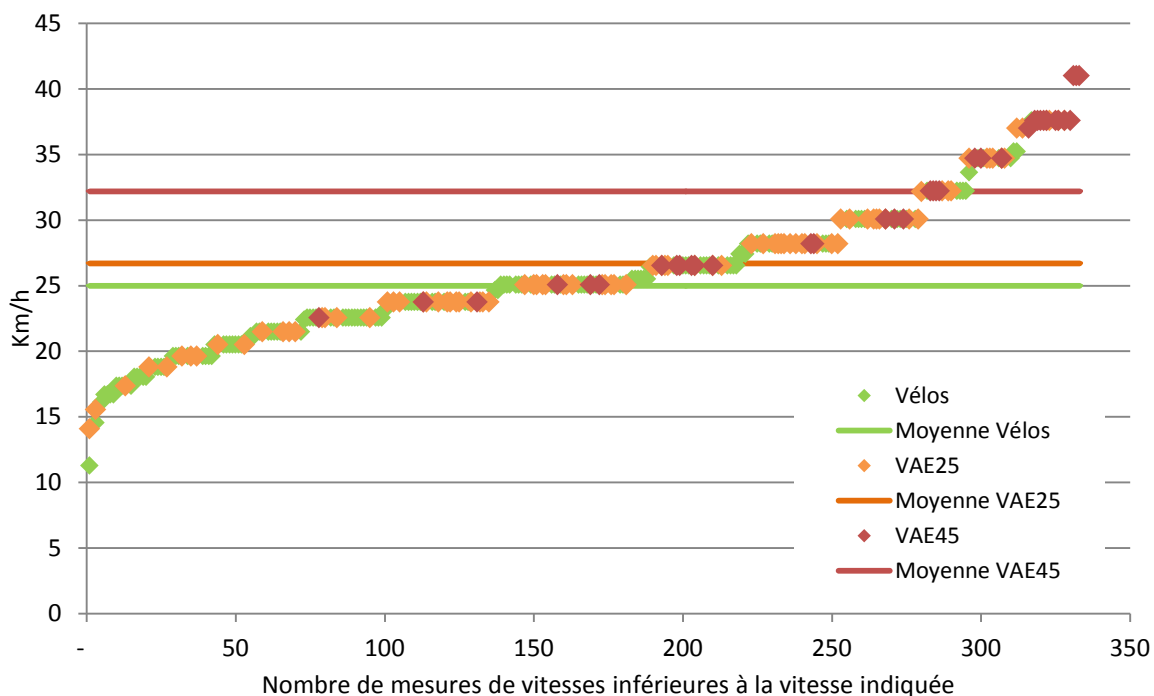
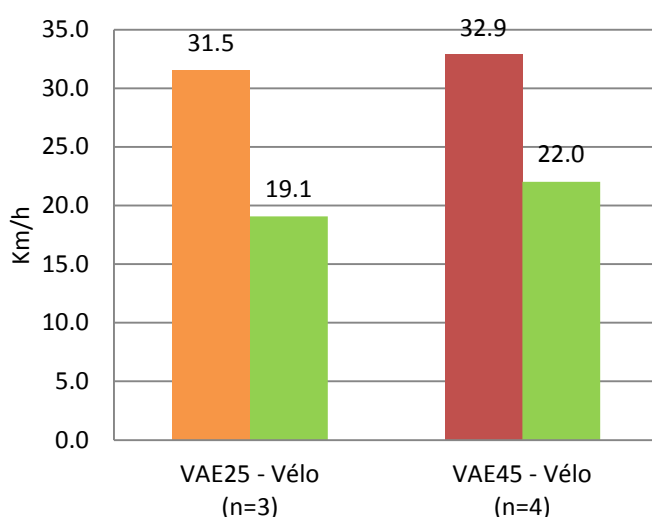
Choix de l'aménagement



- Dans tous les cas, la piste cyclable est privilégiée (~2/3 des usagers)
- Très peu de différence entre VAE25 et vélos, qui utilisent le trottoir piéton d'une manière non négligeable (~1/3 des usagers)
- Les VAE45 sollicitent plus fortement les aménagements rapides (piste et voie TIM pour 9 usagers sur 10)

Vitesses instantanées moyennes

- Sur ce tronçon à plat, les vitesses moyennes des vélos et des VAE25 sont semblables, de l'ordre de 25-27 km/h
- Les VAE45 ont une vitesse moyenne plus élevée de 5 à 7 km/h
- Les écarts-types, de l'ordre de 5 à 6 km/h, sont nettement supérieurs aux différences de vitesse entre VAE25 et vélos. L'écart-type des VAE45 est en outre sensiblement plus haut que celui des VAE25 et vélos.

Courbe classée des vitesses instantanées**Vitesses instantanées moyennes lors des dépassements**

- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE et vélos lors des dépassements est d'environ 10-12 km/h
- Les VAE25 dépassant les vélos ont une vitesse moyenne plus élevée que les VAE25 ne dépassant pas
- Les VAE45 dépassant les vélos ont la même vitesse moyenne que ceux ne dépassant pas

Dépassements observés (VAE) sur le secteur enquêté (100m)

- Peu de dépassements constatés (7 sur 2h30)
- Les VAE45 représentent moins d'un tiers des vélos électriques mais génèrent plus de la moitié des dépassements observés
- Lorsqu'il n'y a pas ou peu de trafic (50% des cas), les VAE utilisent la voie TIM pour dépasser
- Lorsqu'il y a du trafic (50% des cas), les VAE dépassent sur le bord gauche de la bande en frôlant l'autre vélo. Les distances entre le VAE et les vélos sont faibles et rendent la situation potentiellement dangereuse

Dépassements extrapolés sur le tronçon homogène (1'700m)

Ratios calculés (nombre de dépassements par 100m)

	Par vélo	Par heure
VAE45	0.13	1.9
VAE25	0.08	2.8
Vélos	0.04	3.2
Moyenne/total	0.06	7.9

- En extrapolant les vitesses des vélos sur l'ensemble du tronçon homogène (1.7 km), on peut estimer que :
 - un vélo effectue en moyenne 0.5 à 1 dépassement sur ce tronçon
 - un VAE25 effectue en moyenne 1 à 1.5 dépassement (0.5 à 1 sans considérer les VAE25 roulant à plus de 30 km/h)
 - un VAE45 effectue en moyenne 2 à 2.5 dépassements
- Le nombre de dépassements effectués par des VAE sur l'entier du tronçon est estimé à environ 200, soit un dépassement toutes les 1 à 2 minutes

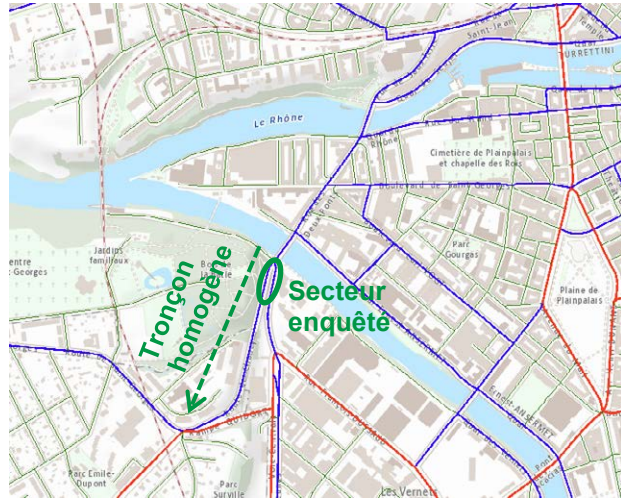
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 38%, dont un tiers de VAE45
- Les infrastructures cyclables sont privilégiées par les VAE
- **Les VAE25 ont un comportement semblable aux vélos pour ce qui est du choix de l'aménagement et pour la vitesse instantanée moyenne**
- Les VAE45 privilégient les infrastructures permettant une vitesse élevée (piste cyclable et voie TIM)
- **Les dépassements sont problématiques dans la moitié des cas, lorsque le trafic est élevé (espace insuffisant sur la piste cyclable)**
- **Les VAE25 roulant en dessous de 30 km/h ne génèrent pas plus de dépassements que les vélos traditionnels** (en moyenne 0.5 à 1 dépassement par VAE25 sur le tronçon homogène). **En revanche, les VAE45 roulent plus vite et génèrent environ 2x plus de dépassements par VAE**

Genève – Rampe de Chancy

Thèmes étudiés : Choix de l'aménagement / Dépassements

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Vendredi 25 septembre 2015,
16h00 à 18h30

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau secondaire, sortie de ville

TJM (2 sens) : 11'000 véh/j

Aménagement (sens sortie de ville) :

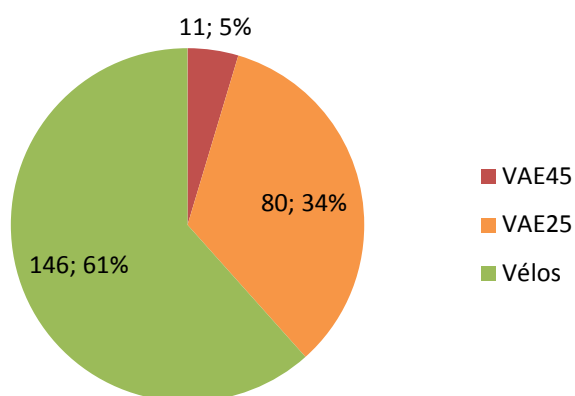
- 1 voie TIM/tram
- Piste cyclable unidirectionnelle 1m50 sur trottoir, bordure abaissée
- Trottoir mixte surélevé 3m (itinéraire conseillé pour le tracé SuisseMobile)

Pente : ~4% (montée)

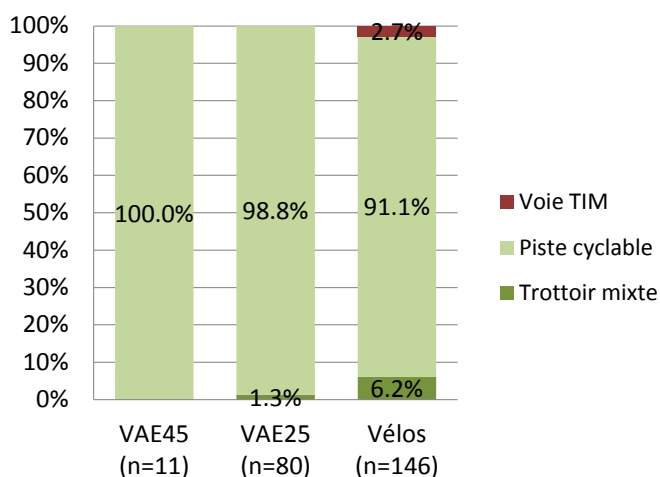
Longueur enquêtée : ~50m

Longueur totale du tronçon homogène : ~630m

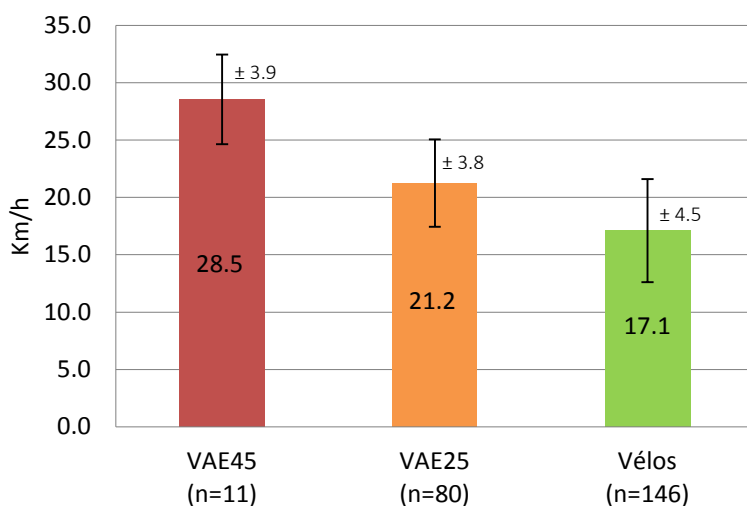
Part des VAE



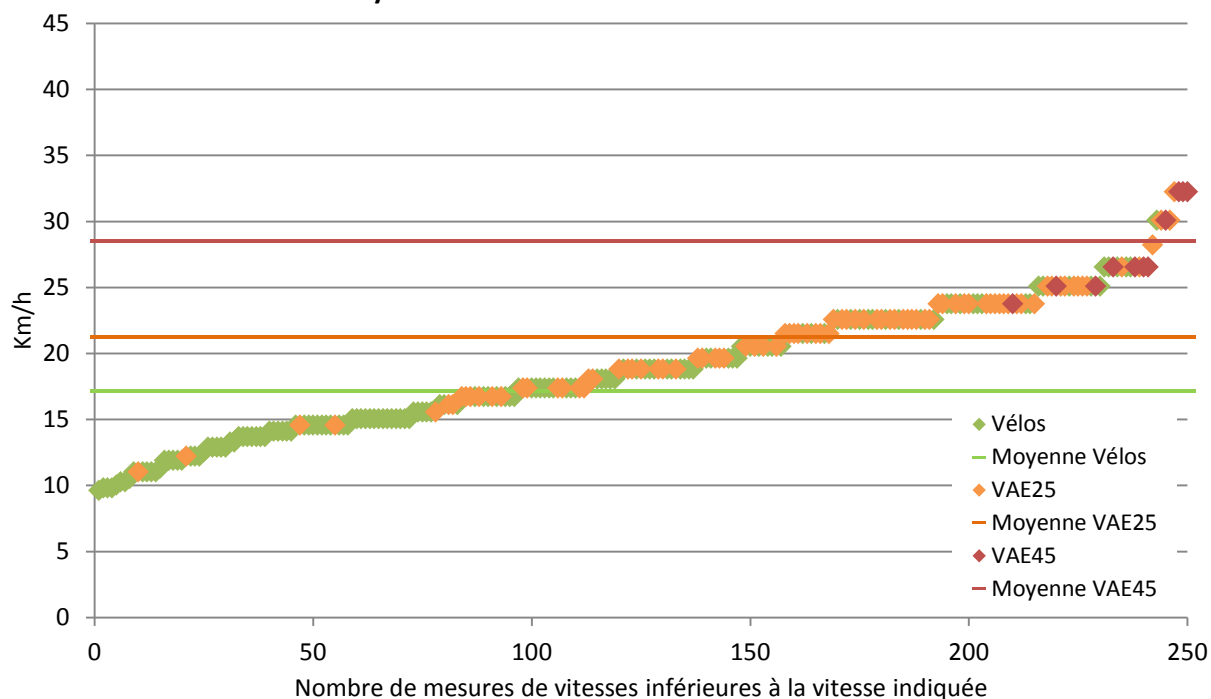
- Nombre total de vélos : 237
- Les vélos électriques représentent 40% du total, avec une faible proportion de VAE45 (1 vélo électrique sur 9)

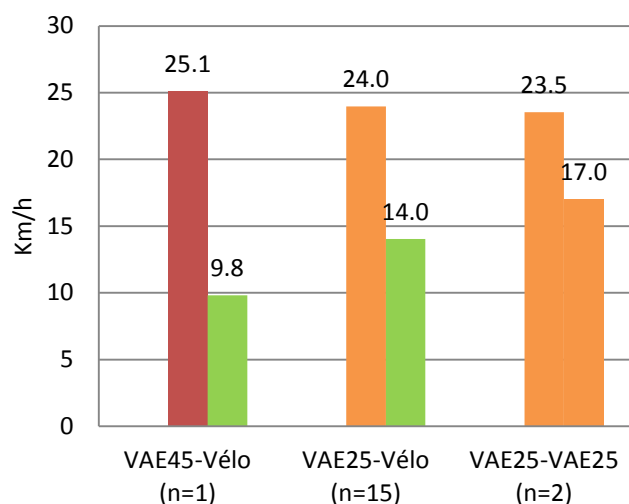
Choix de l'aménagement

- La piste cyclable est privilégiée par la quasi-totalité des usagers
- Quelques vélos utilisent le trottoir mixte (le trottoir mixte permet également de rejoindre le stade du Bois-de-la-Bâtie via un chemin traversant le bois)

Vitesses instantanées moyennes

- Sur ce tronçon en montée, les vitesses moyennes des VAE25 sont plus élevées que celles des vélos, de l'ordre de 4 km/h
- Les VAE45 ont une vitesse moyenne plus élevée de 7 à 9 km/h que les VAE25
- Les écarts-types sont de l'ordre de ± 3.8 à 4.5 km/h, les catégories de cycles se superposent donc en partie. Les VAE45 restent cependant bien différenciés

Courbe classée des vitesses moyennes instantanées

Vitesses instantanées moyennes lors des dépassements

- Un seul dépassement entre VAE45 et vélo a été observé, avec un différentiel de vitesse élevé (15.3 km/h)
- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE25 et vélos lors des dépassements est d'environ 10 km/h
- Les VAE25 dépassant les vélos ont une vitesse moyenne légèrement plus élevée que les VAE25 ne dépassant pas

Dépassements observés (VAE) sur le secteur enquêté (50m)

- Une vingtaine de dépassements constatés sur le secteur en 2h30, soit un dépassement toutes les 7-8 minutes
- 15 dépassements sur 20 sont effectués par des VAE25 dépassant des vélos
- Un seul dépassement VAE45/vélo a été observé, en raison du faible nombre de VAE45 sur ce tronçon
- Lorsqu'il n'y a pas ou peu de trafic (75-80% des dépassements), les VAE utilisent la voie TIM pour dépasser
- Lorsqu'il y a du trafic (20-25% des dépassements), les VAE dépassent sur le bord gauche de la bande en frôlant l'autre vélo (si la place le permet), ou attendent qu'il n'y ait plus de trafic pour dépasser



Dépassements extrapolés sur le tronçon homogène (630m)

Ratios calculés (nombre de dépassements par 100m)

	Par vélo	Par heure
VAE45	0.20	0.9
VAE25	0.12	3.7
Vélos	0.06	3.2
Moyenne/total	0.09	7.8

- En extrapolant les vitesses des vélos sur l'ensemble du tronçon, on peut estimer que :
 - un vélo effectue en moyenne 0 à 0.5 dépassement
 - un VAE25 effectue en moyenne 0.5 à 1 dépassement
 - un VAE45 effectue en moyenne 1 à 1.5 dépassements
- Le nombre de dépassements effectués par des VAE sur l'entier du tronçon est d'environ 80, soit un dépassement toutes les 2 minutes

Note : les vitesses étant mesurées au début du tronçon, elles peuvent être légèrement surestimées, notamment pour les vélos traditionnels, pour l'entier du tronçon (plus le vélo avance sur la montée, plus il est susceptible de ralentir en raison de la fatigue)

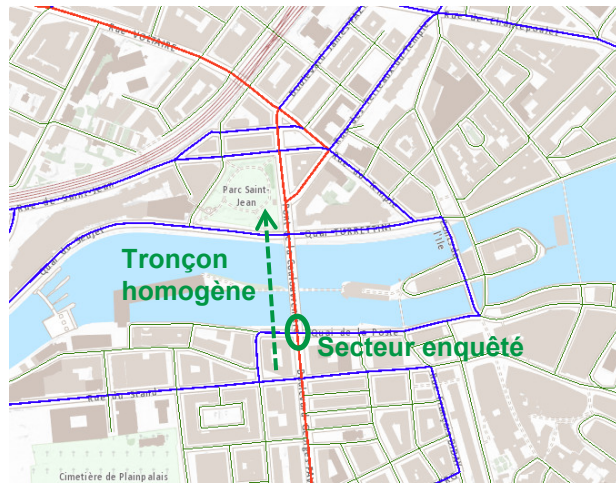
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 40%, dont 1 sur 9 est un VAE45
- La piste cyclable est privilégiée par la quasi-totalité des usagers
- En raison de la pente, les VAE25 roulent en moyenne plus vite que les vélos (4-5km/h de différence) et cela engendre donc plus de dépassements que sur le plat
- En moyenne, les VAE dépassent 1 vélo sur le tronçon de 630m
- Les dépassements sont problématiques dans les cas où le trafic est important (peu fréquent sur cet axe, 20 à 25% des cas)
- Malgré la pente, le différentiel de vitesse moyenne entre VAE25 et vélo (4 km/h) reste 3x moins élevé que celui entre VAE45 et vélo (presque 12 km/h)

Genève – Pont de la Coulouvrenière

Thème étudié : Choix de l'aménagement

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Jeudi 24 septembre 2015, de 7h à 9h30 et de 16h30 à 19h00

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau primaire, centre-ville (direction Cornavin)

TJM (2 sens) : 30'400 véh/j

Aménagement (direction Cornavin) :

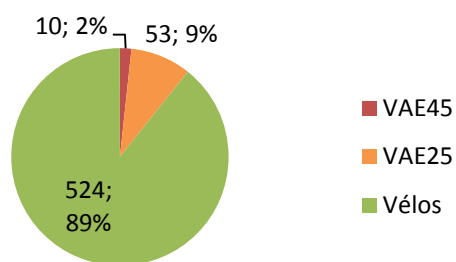
- 1 voie TIM
 - 1 voie en site propre tram/bus
 - Trottoir mixte 4m
- Pour accéder au trottoir mixte, il faut effectuer un léger "S" et contourner un îlot

Pente : ~1-2% (très légère montée)

Longueur enquêtée : ~30m

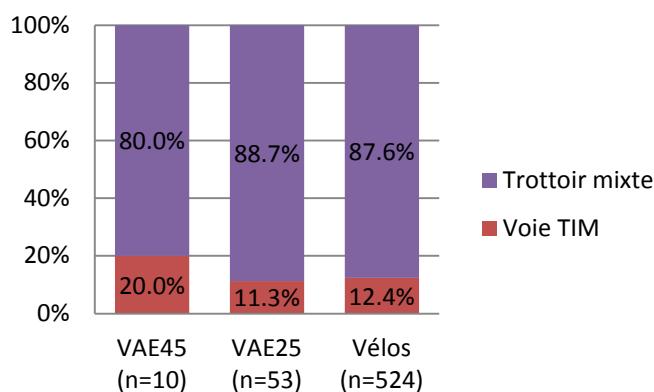
Longueur totale du tronçon homogène : ~150m

Part des VAE

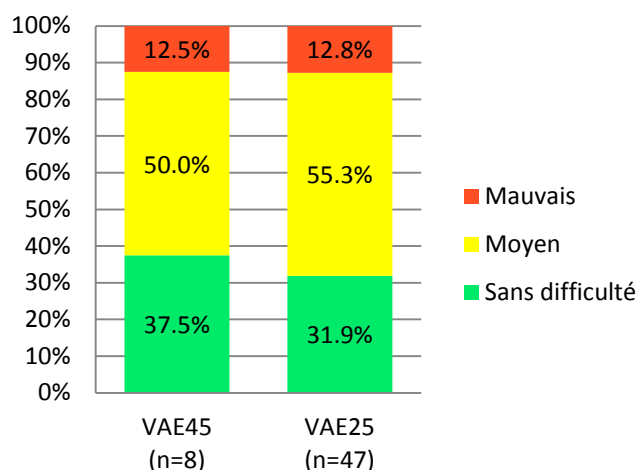


- Nombre total de vélos : 587
- Les VAE ne représentent que 11% des vélos sur cet axe

Choix de l'aménagement

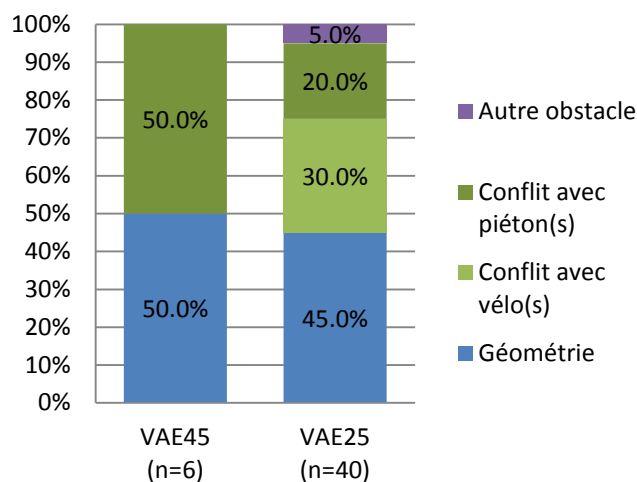


- Le trottoir mixte est privilégié par 87% des usagers
- La part des VAE45 choisissant la voie TIM est toutefois plus importante que pour les autres vélos (~20%), indiquant que les VAE45 privilégient les aménagements rapides
- Il est à noter qu'emprunter le trottoir mixte permet d'éviter le feu à la fin du pont (le trottoir mixte continue sur la rue Terreaux-du-Temple)

Qualité de l'accès au trottoir mixte

- Les deux types de VAE semblent avoir les mêmes difficultés d'accès au trottoir mixte
- Moins de 40% des VAE accèdent au trottoir mixte sans difficultés
- 12% ont réellement des difficultés à accéder au trottoir mixte (dans 5 cas sur 7 en raison de conflits avec des piétons)

Note : il s'agit d'un critère spécifique, basé sur l'observation qualitative des enquêteurs.

Éléments gênants (n=46)

- Dans les cas où l'accès au trottoir mixte a été jugé "Moyen" ou "Mauvais", la raison principale est liée à la géométrie de l'aménagement
- Les conflits avec les piétons ou d'autres vélos sur le trottoir sont également identifiés dans 50% des cas

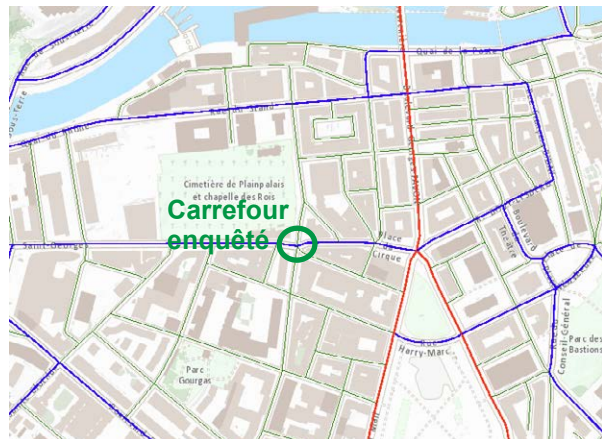
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 11%, dont 9% de VAE 25 et 2% de VAE45, indiquant qu'**au centre-ville, l'utilisation de VAE est plus faible qu'en entrée d'agglomération**
- La piste mixte est privilégiée par la quasi-totalité des usagers, mais elle permet également d'éviter le feu au carrefour suivant
- Dans ce cas, **la géométrie n'est clairement pas adaptée aux VAE**. Si l'enquête ne permet pas de savoir si la géométrie pose aussi problème aux vélos traditionnels, on peut admettre que le poids des VAE rend le passage du "S" plus difficile que pour un vélo
- La cohabitation avec les autres usagers est également parfois problématique, lorsque la densité de piétons augmente (heures de pointes notamment)
- Globalement, **l'aménagement d'un trottoir mixte et les conditions d'accès délicates à ce dernier ne sont pas favorables aux VAE**, mais permettent de modérer la vitesse des cycles sur le trottoir. En revanche, **l'avantage offert en fin de tronçon** (itinéraire direct vers la rue Terreaux-du-Temple) **est supérieur à l'obstacle que l'aménagement pourrait constituer pour les VAE**.

Genève – Giratoire St-Georges

Thème étudié : Conflits aux carrefours

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Jeudi 24 septembre 2015, de 7h à 9h30 et de 16h30 à 19h00

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau secondaire, centre-ville (Rue St-Georges)

TJM (Rue St-Georges, 2 sens) :

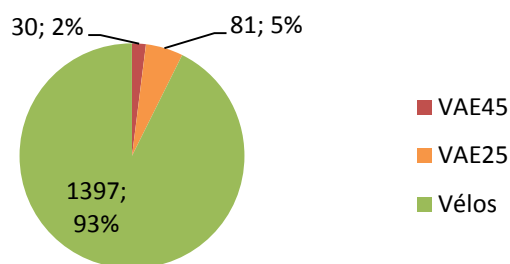
10'400 véh/j

Aménagement :

Giratoire à 5 branches, dont 5 entrées et 4 sorties

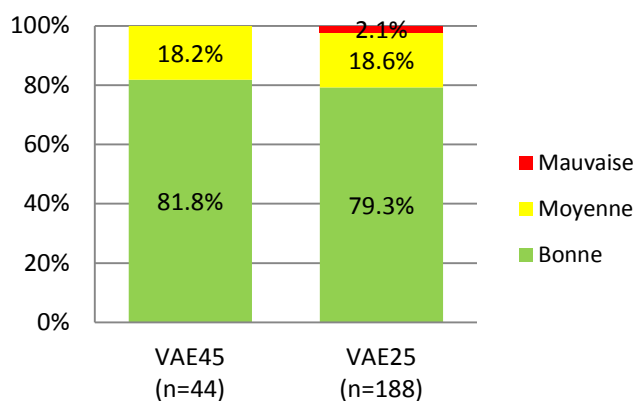
Pente : ~0% (plat)

Part des VAE



- Nombre total de vélos : 1617
- Les VAE ne représentent que 7% des vélos empruntant ce giratoire

Progression des VAE dans le giratoire



- D'une manière générale les VAE n'ont que peu de problèmes de progression dans le giratoire
- Les problèmes de progression observés sont principalement dus au trafic à l'intérieur du giratoire

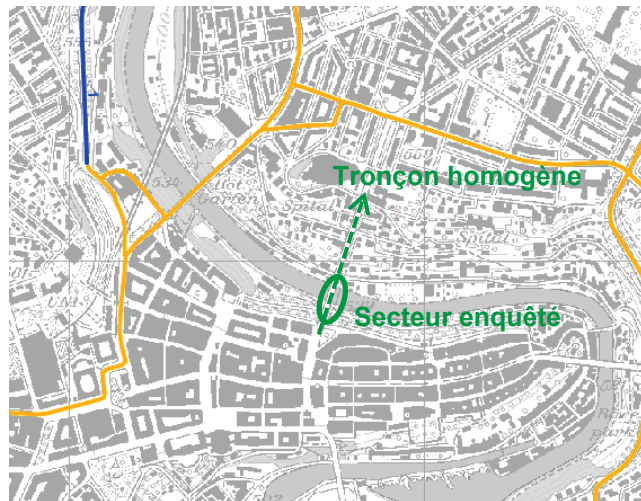
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 7%, dont 5% de VAE 25 et 2% de VAE45, indiquant qu'au centre-ville, l'utilisation de VAE est plus faible qu'en entrée d'agglomération
- D'une manière générale **les VAE n'ont pas de problèmes de progression dans le giratoire** (dans 80% des cas la progression est jugée "bonne")
- **Les problèmes de progression sont dus au trafic à l'intérieur du giratoire**
- En outre, la configuration du giratoire pose des difficultés : 23-25m de diamètre, pastille franchissable formée d'un marquage au sol (parfois non respectée), visibilité faible et charges de trafic élevées. **Les conflits sont donc fréquents entre les usagers** (usager forçant le passage, dépassement dans le giratoire, trajectoire "coupant" la pastille centrale, visibilité des vélos "cachés" par les bus, etc.). Toutefois la densité du trafic engendre des vitesses ralenties en entrée de giratoire, minimisant l'impact des conflits.
- Cette enquête **n'a pas permis de montrer une éventuelle différence de comportement des automobilistes** (respect de la priorité) **entre VAE et vélos.**

Berne – Kornhausbrücke

Thème étudié : Dépassements

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Jeudi 19 novembre 2015, 7h00 à 9h30 et 16h30 à 19h

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau secondaire, sortie de ville

TJM (2 sens) : 8'400 véh/j

TJM vélo estimé (2 sens) : 3'500 vélos/jour

Aménagement (sens sortie de ville) :

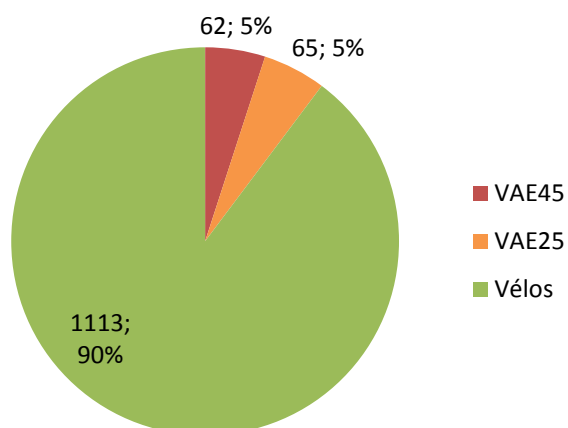
- 1 voie mixte TIM/Tram large (~4m)
- Trottoir piéton (~2m) surélevé et séparé de la route par une barrière

Pente : ~1-2% (légère montée)

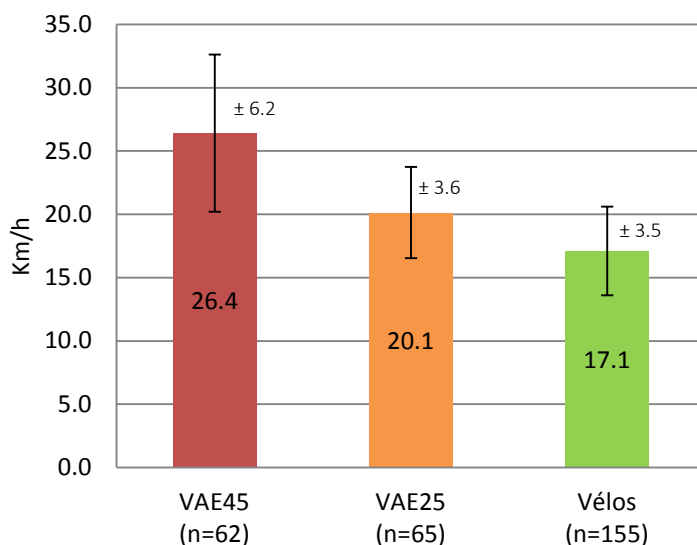
Longueur enquêtée : ~50m

Longueur totale du tronçon homogène : ~370m

Part des VAE

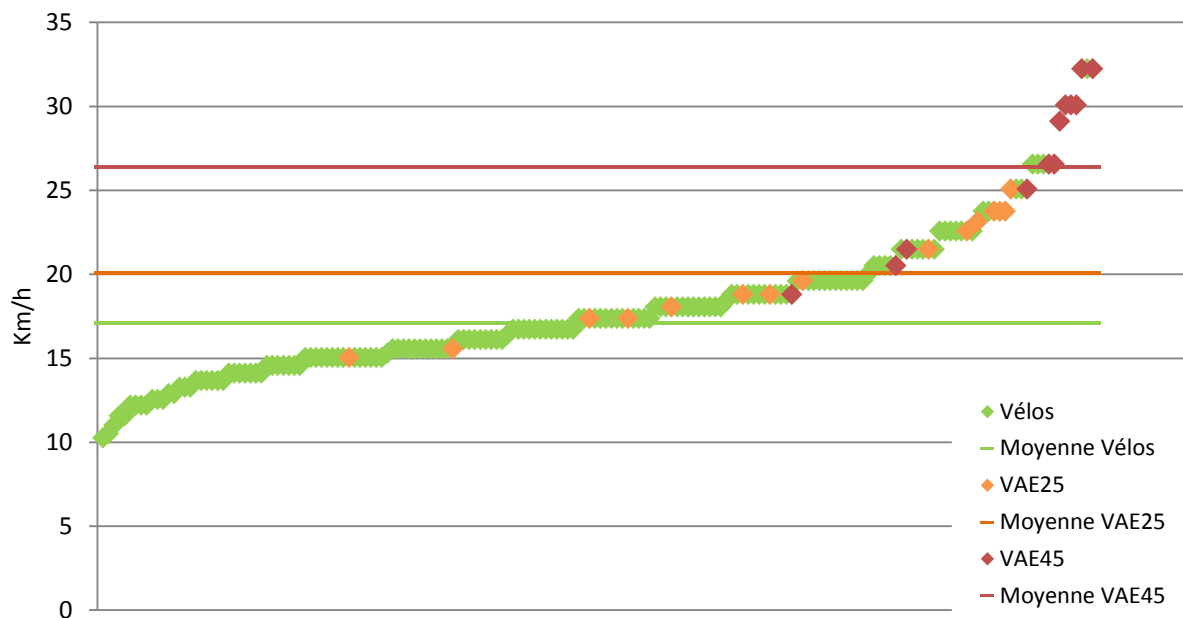
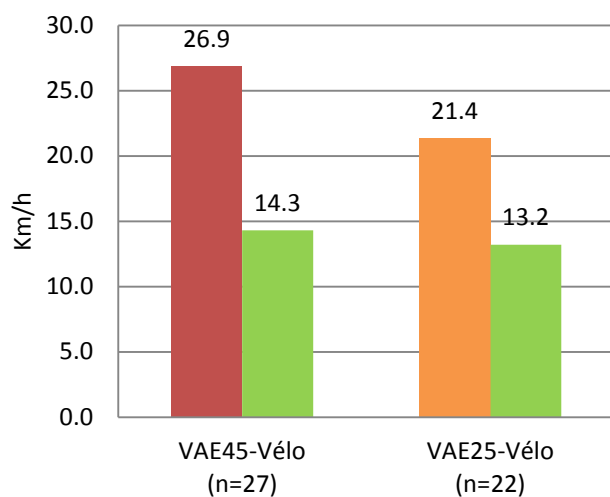


- Nombre total de vélos (sur 5h) : 1240
- Les vélos électriques sont peu nombreux sur cet axe (10% au total)
- Les VAE45 représentent 50% des vélos électriques recensés

Vitesses instantanées moyennes

- Sur ce tronçon en légère montée, les vitesses moyennes des VAE25 sont légèrement supérieures à celles des vélos (3 km/h de différence)
- Les VAE45 ont une vitesse moyenne plus élevée des VAE25 de 6 à 7 km/h
- Les écarts-types sont de l'ordre de 3.5 à 6 km/h, les catégories de cycles sont donc relativement différenciées en fonction de la vitesse

Note : pour les vélos, les mesures de vitesse ont porté sur une heure (7h-8h, 155 vélos soit 14%)

Courbe classée des vitesses instantanées**Vitesses instantanées moyennes lors des dépassements**

- Les vélos se faisant dépasser ont une vitesse plus faible que la moyenne (3-4 km/h)
- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE45 et vélos lors des dépassements est élevé (d'environ 12-15 km/h)
- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE25 et vélos lors des dépassements est d'environ 8-10 km/h

Dépassements observés (VAE) sur le secteur enquêté (50m)


- Une cinquantaine dépassements constatés en 5h (soit un dépassement toutes les 3 minutes), dont 22 entre VAE25 et vélos (45%), et 27 entre VAE45 et vélos (55%) indiquant qu'à proportion égale, les VAE45 dépassent plus que les VAE25 (+20-25%)
- Dans 30% des dépassements, la situation a été jugée dangereuse ou mitigée par l'enquêteur, en raison du faible écart entre les cyclistes ou du faible écart entre la roue du VAE qui dépasse et le rail du tram. Un conflit avec un autre véhicule a été constaté dans 3 cas seulement et uniquement avec des VAE45
- Dans 25% des cas, le VAE a du franchir le rail du tram pour dépasser
- Un accident a été constaté (un VAE25 dépassant un vélo s'est coincé la roue dans le rail du tram en se rabattant et a chuté)
- La distance à disposition entre la barrière du trottoir et le rail du tram (~2m) ne semble pas adaptée (pas assez large pour dépasser systématiquement sans franchir le rail)

Dépassements extrapolés sur le tronçon homogène (370m)

Ratios calculés (nombre de dépassements par 100m)

	Par vélo	Par heure
VAE45	0.27	3.5
VAE25	0.19	2.7
Vélos	0.12	18.0
Moyenne/total	0.13	24.2

- En extrapolant les vitesses des vélos sur l'ensemble du tronçon (échantillon sur 60 minutes, le matin entre 7h et 8h), on peut estimer que :
 - un vélo effectue en moyenne 0 à 0.5 dépassement
 - un VAE25 effectue en moyenne 0.5 dépassement
 - un VAE45 effectue en moyenne 0.5 à 1 dépassement
- Le nombre de dépassements estimé sur l'entier du tronçon est d'environ 90 en 1h, soit un dépassement toutes les 40 secondes. Parmi ceux-ci, 15% sont effectués par des VAE45 et 11% sont des VAE25.

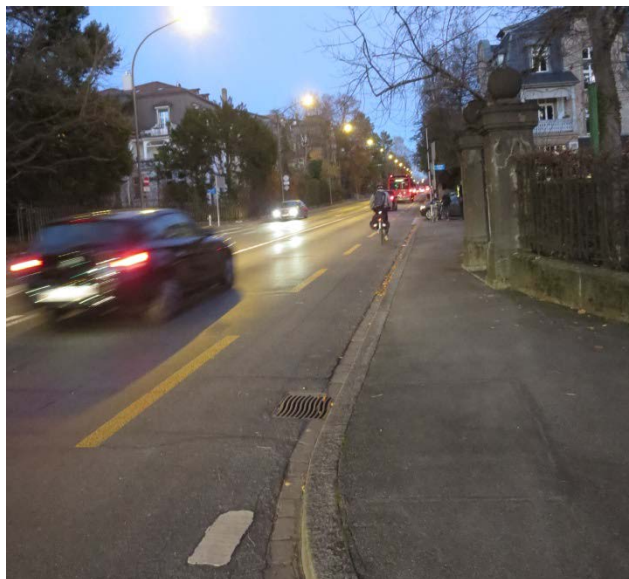
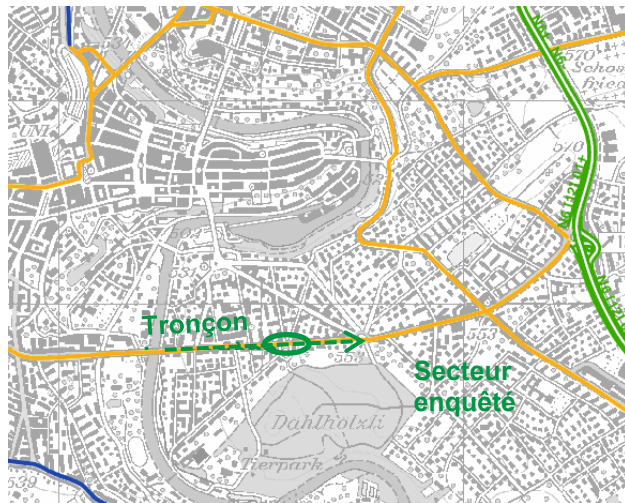
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 10%, dont la moitié de VAE45
- **Les dépassements sont problématiques en raison de l'espace insuffisant entre la barrière du trottoir et le rail du tram**
- Les véhicules motorisés empêchent les dépassements car l'espace sur la chaussée est insuffisant. Toutefois **les conflits sont peu nombreux car les charges de trafic sont modérées**
- A cet endroit les dépassements sont potentiellement dangereux à cause des rails du tram. **Les VAE amplifient les situations dangereuses car ils provoquent plus de dépassements.**
- **Proportionnellement, les VAE45 génèrent plus de dépassements que les VAE25 (+20-25%)**

Berne – Kirchenfeldstrasse

Thèmes étudiés : Choix de l'aménagement / Dépassements

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Mercredi 18 novembre 2015, 16h30 à 19h00

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau primaire
(Hauptverkehrsstrasse), sortie de ville

TJM (2 sens) : 17'900 véh/j

TJM vélo estimé (2 sens) : ~1'500 vélos/jour

Aménagement (sens sortie de ville) :

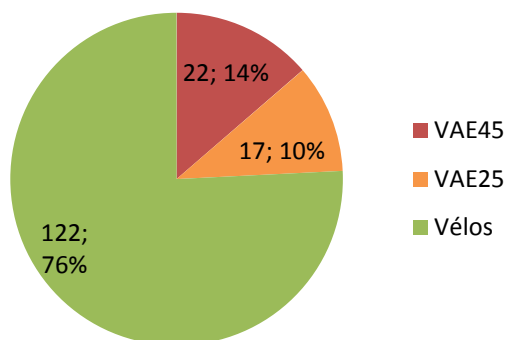
- 1 voie TIM
- Bande cyclable 1m50
- Trottoir 1m50

Pente : ~4.5% (montée)

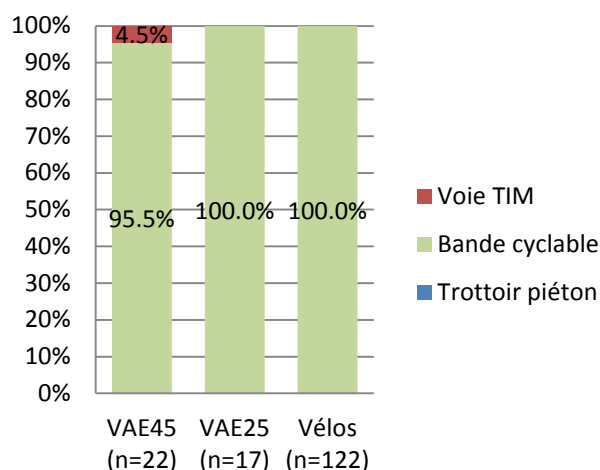
Longueur enquêtée : ~50m

Longueur totale du tronçon homogène : ~900m

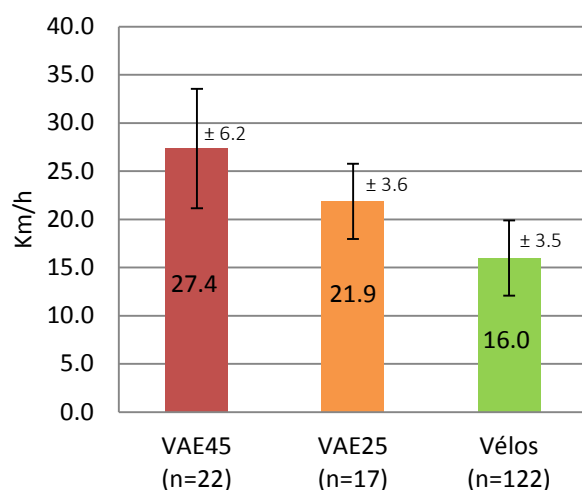
Part des VAE



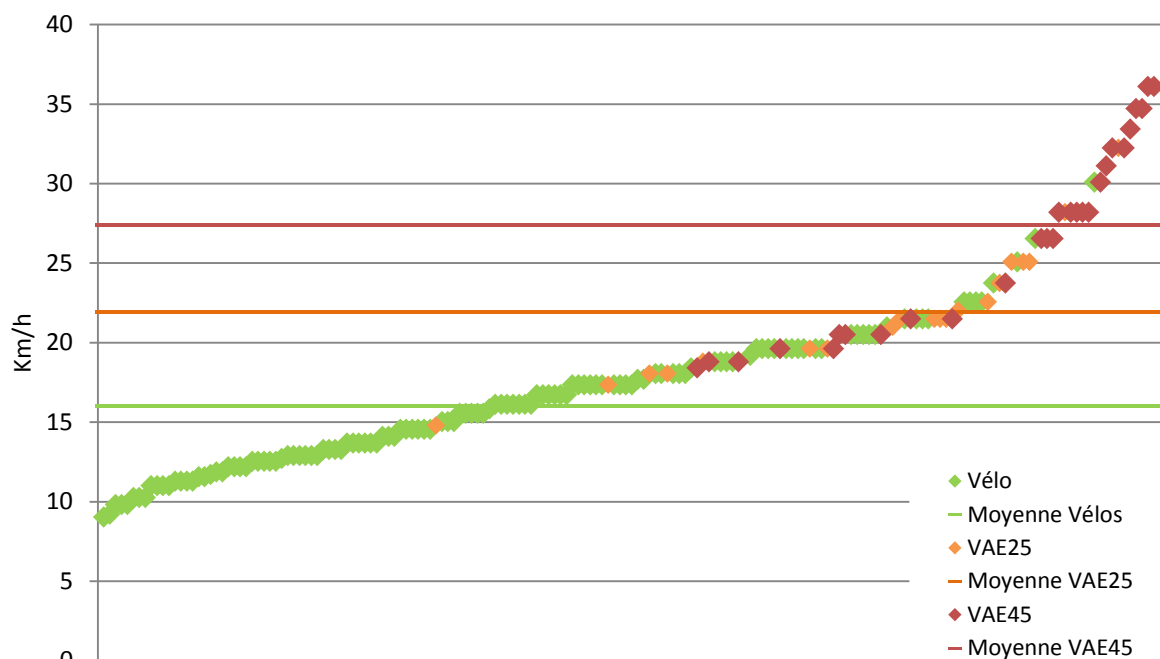
- Nombre total de vélos : 161
- Les vélos électriques représentent 24% du total
- La part de VAE45 (14%) est légèrement plus élevée que la part de VAE25 (10%)

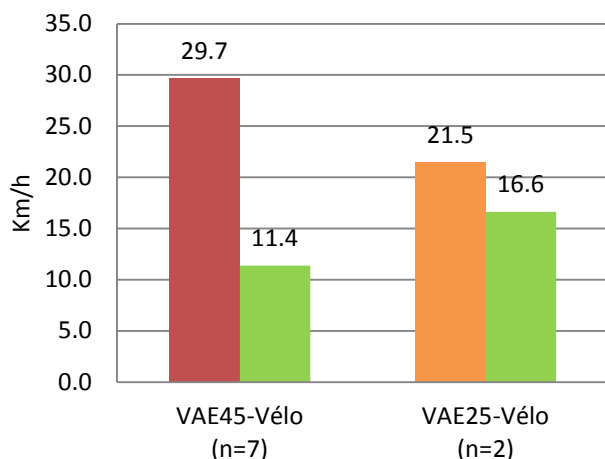
Choix de l'aménagement

- La bande cyclable est privilégiée par tous les usagers
- Un seul VAE45 roulait sur la voie TIM

Vitesses instantanées moyennes (km/h)

- Sur ce tronçon en montée, les vitesses moyennes des VAE25 sont plus élevées que celles des vélos, de l'ordre de 6 km/h
- Les VAE45 ont une vitesse moyenne plus élevée de 5 à 6 km/h que les VAE25
- Les écarts-types sont de l'ordre de ± 4 à 6 km/h, les catégories de cycles sont donc relativement différenciées en fonction de la vitesse

Courbe classée des vitesses instantanées moyennes

Vitesses instantanées moyennes lors des dépassements


- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE45 et vélos lors des dépassements est élevé (environ 18 km/h)
- Le différentiel de vitesse moyen entre VAE25 et vélos lors des dépassements est beaucoup plus faible (environ 5 km/h), mais seuls deux dépassements de ce type ont été constatés

Dépassements observés (VAE) sur le secteur enquêté (50m)


- Une dizaine de dépassements constatés en 2h30, soit un dépassement toutes les 15 minutes
- 7 dépassements sur 10 sont effectués par des VAE45 dépassant des vélos
- Sur cet axe à fort trafic, dans la moitié des cas, les dépassements sont gênés par le trafic
- Lorsqu'il n'y a pas ou peu de trafic, les VAE utilisent la voie TIM pour dépasser
- Lorsqu'il y a du trafic, les VAE dépassent soit sur le bord gauche de la bande si la place le permet (donc si le vélo dépassé roule suffisamment à droite – situation potentiellement dangereuse), ou attendent qu'il n'y ait plus de trafic pour dépasser

Dépassements extrapolés sur le tronçon homogène (900m)

Ratios calculés (nombre de dépassements par 100m)

	Par vélo	Par heure
VAE45	0.17	1.5
VAE25	0.11	0.7
Vélos	0.05	2.2
Moyenne/total	0.07	4.4

- En extrapolant les vitesses des vélos sur l'ensemble du tronçon, on peut estimer que :
 - un vélo effectue en moyenne 0 à 0.5 dépassement
 - un VAE25 effectue en moyenne 0.5 à 1 dépassement
 - un VAE45 effectue en moyenne 1 à 1.5 dépassement
- Le nombre de dépassements total estimé sur l'entier du tronçon (900m) durant 2h30 est d'environ 100, soit un dépassement toutes les 90 secondes. Parmi ceux-ci, environ 36% sont effectués par des VAE45 et environ 17% sont effectués par des VAE25.

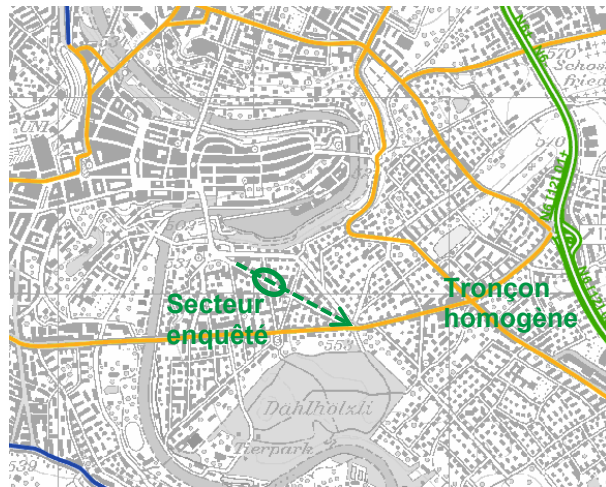
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 24%, dont près de la moitié sont des VAE45
- La bande cyclable est privilégiée par la quasi-totalité des usagers
- **En raison de la pente, les VAE45 roulent en moyenne plus vite que les VAE25 (5-6 km/h de différence), qui roulent eux-mêmes plus vite que les vélos (également 6 km/h de différence) et cela engendre donc plus de dépassements que sur le plat**
- **La différence de vitesse moyenne entre VAE45 et vélo est élevée (11-12 km/h)**
- **Les dépassements sont problématiques dans les cas où le trafic est important (50% des cas)**
- **Les VAE45 effectuent proportionnellement plus de dépassement que les VAE25, qui eux-mêmes en font plus que les vélos.** Le nombre de dépassement moyen par type de vélo est donc proportionnel à la vitesse moyenne.

Berne – Thunstrasse

Thème étudié : Choix de l'aménagement

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Mercredi 18 novembre 2015, 16h30 à 19h00

Météo : Beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau secondaire (Übergangsnetz), sortie de ville

TJM : 4'100 véh/j

Aménagement (sens sortie de ville, direction Thunplatz) :

- 1 voie mixte TIM / Tram
- Trottoir mixte 4m

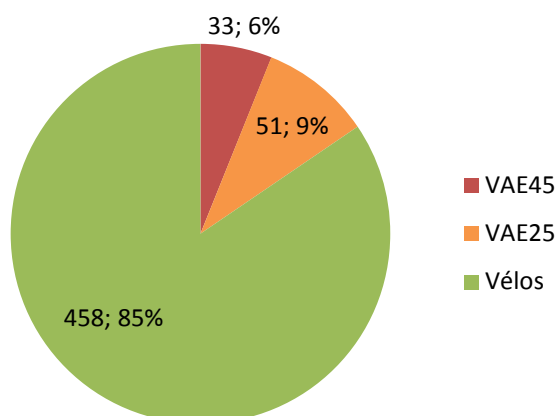
L'accès au trottoir mixte est plutôt aisé

Pente : ~3% (montée)

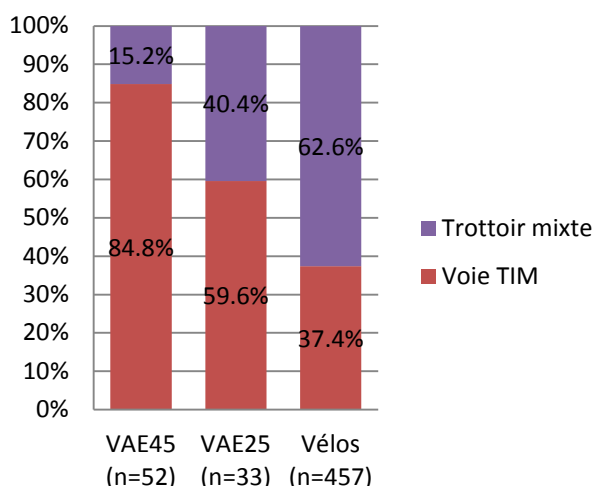
Longueur enquêtée : ~40m

Longueur totale du tronçon homogène : ~340m

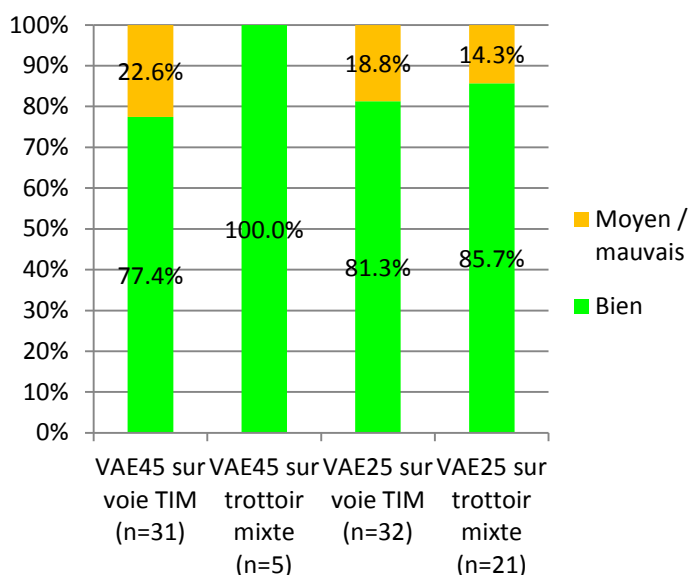
Part des VAE



- Nombre total de vélos : 542
- Les VAE représentent 15% des vélos sur cet axe
- Les VAE25 sont légèrement plus nombreux que les VAE45

Choix de l'aménagement

- La part des VAE45 choisissant la voie TIM est beaucoup plus importante que pour les autres vélos (~85%), indiquant que les VAE45 privilégient les aménagements rapides
- Les VAE25 sont également plus nombreux à emprunter la voie TIM (~60%)
- Seuls les vélos empruntent majoritairement le trottoir mixte (~63%), ce qui permet d'en déduire que l'aménagement du trottoir n'est pas adapté aux VAE à cet endroit (auto-régulation en raison de la quantité non négligeable de piétons ?)

Pertinence du choix en fonction de l'aménagement (n=89)

- D'une manière générale les choix d'aménagement des VAE semblent pertinents
- 10-15% des VAE empruntant la voie TIM sont gênés par des véhicules motorisés (voitures ou trams).
- Les VAE45 empruntant le trottoir mixte le font a priori par choix (pas de fort trafic sur la voie TIM, ni de piétons sur le trottoir) mais seuls 5 VAE45, soit 14%, ont choisi cette option
- 40-45% des VAE25 empruntant le trottoir mixte ont pu être influencés par le fort trafic circulant sur la voie TIM ou la présence d'un tram à l'arrêt à ce moment-là.

Note : il s'agit d'une analyse subjective, basée sur les observations des enquêteurs.

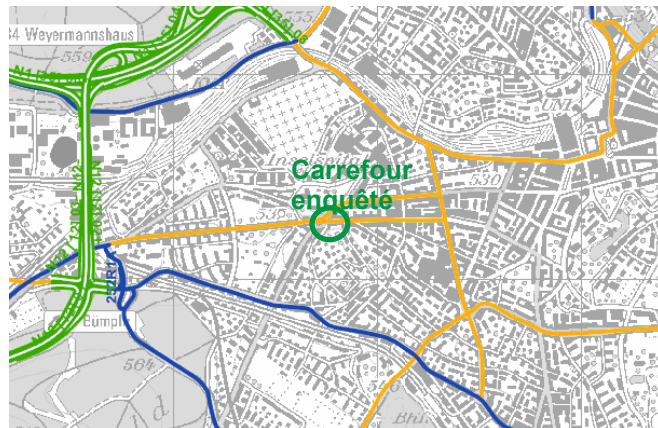
Principaux enseignements

- La part de VAE est de 15%, dont 2 sur 5 sont des VAE45
- **Le trottoir mixte est privilégié par une majorité de vélos (63%)**
- Dans ce cas, **le trottoir mixte n'est pas privilégié par les VAE** (40% de VAE25 et 15% de VAE45). La faible visibilité et la présence régulière des piétons sur celui-ci ne permettent pas des vitesses satisfaisantes pour les VAE.
- Seuls 10 à 15% des VAE empruntant la voie TIM sont gênés par des véhicules motorisés, **le trafic modéré de cet axe peut donc également inciter les VAE à rester sur la voie TIM**
- Une minorité d'utilisateurs de VAE semble toutefois préférer le trottoir mixte, sans qu'une raison le justifie (pas de fort trafic sur la voie TIM, ni de piétons sur le trottoir)
- Globalement, **l'aménagement d'un trottoir mixte fortement fréquenté par les piétons dans un secteur à trafic modéré ne présente pas d'intérêt pour les VAE.**

Berne – Giratoire Loryplatz

Thème étudié : Conflits aux carrefours

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Mercredi 18 novembre 2015, 7h à 9h30

Météo : beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau primaire

TJM (Schlossstrasse, 2 sens) :

9'100 véh/j

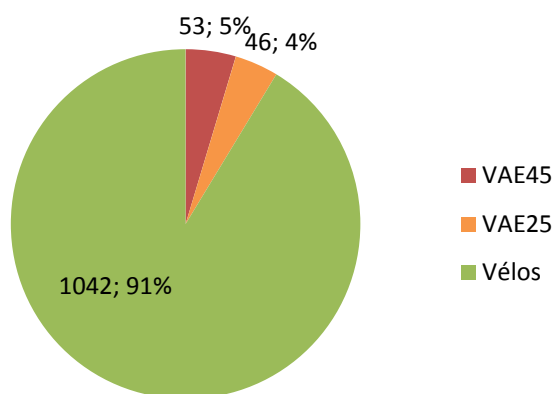
TJM vélo estimé (Schlossstrasse, 2 sens) : 1'500 vélos/jours

Aménagement :

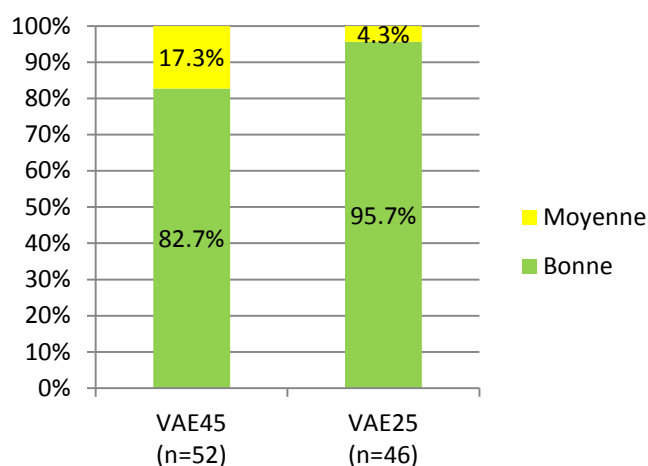
Giratoire à 4 branches, dont 3 entrées et 4 sorties, traversé par une ligne de tram

Pente : ~0% (plat)

Part des VAE



- Nombre total de vélos : 1141
- Les VAE ne représentent que 9% des vélos empruntant ce giratoire
- La part de VAE45 est plus élevée que la part de VAE25 (54% contre 46%)

Progression des VAE dans le giratoire (n=98)

- D'une manière générale les VAE n'ont pas de problèmes de progression dans le giratoire
- La progression des VAE45 semblent toutefois plus souvent compromise que celle des VAE25. En effet, en raison de leur vitesse plus élevée, ils sont plus souvent ralentis par le trafic à l'intérieur du giratoire

Principaux enseignements

- La part de VAE est de 9%, dont plus de la moitié de VAE45
- D'une manière générale **les VAE n'ont pas de problèmes de progression dans le giratoire** (dans 85-90% des cas la progression est jugée "bonne")
- **La progression des VAE45 semblent toutefois plus souvent compromise que celle des VAE25. En effet, en raison de leur vitesse plus élevée, ils sont plus souvent ralentis par le trafic à l'intérieur du giratoire**
- Les fortes charges de trafic ainsi que le passage du tram ont tendance à ralentir les circulations à l'intérieur du giratoire. **Les conflits sont donc fréquents entre les usagers** (usager forçant le passage, dépassement dans le giratoire, visibilité des vélos "cachés" par les bus, etc.). Toutefois la densité du trafic ainsi que le passage régulier du tram engendre des vitesses ralenties en entrée de giratoire, minimisant l'impact des conflits.
- Cette enquête n'a **pas permis de mettre en évidence une différence de comportement des automobilistes** (respect de la priorité) **entre VAE et vélos.**

Berne – Schanzenbrücke (données Sigmaplan/Verkehrsteiner)

Thèmes étudiés : Vitesses et dépassements

Localisation



Aménagement (sens montée) :

- 1 voie TIM
- Bande cyclable unidirectionnelle 1.60-1.75 m

Aménagement (sens descente) :

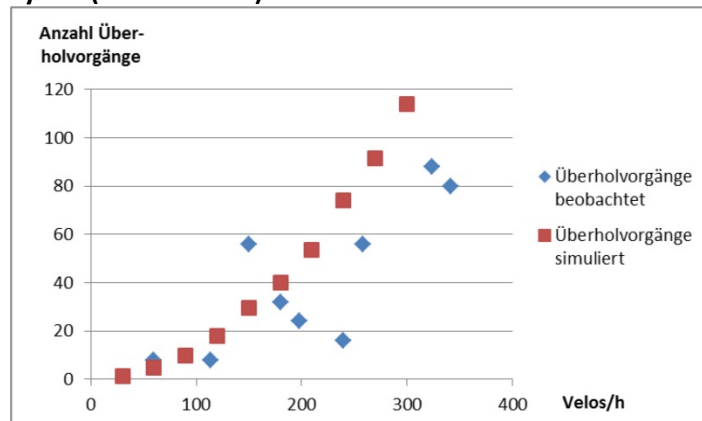
- 1 voie TIM
- 1 voie bus+vélors 3.20 m

Pente : 5.6%

Longueur enquêtée : ~100m

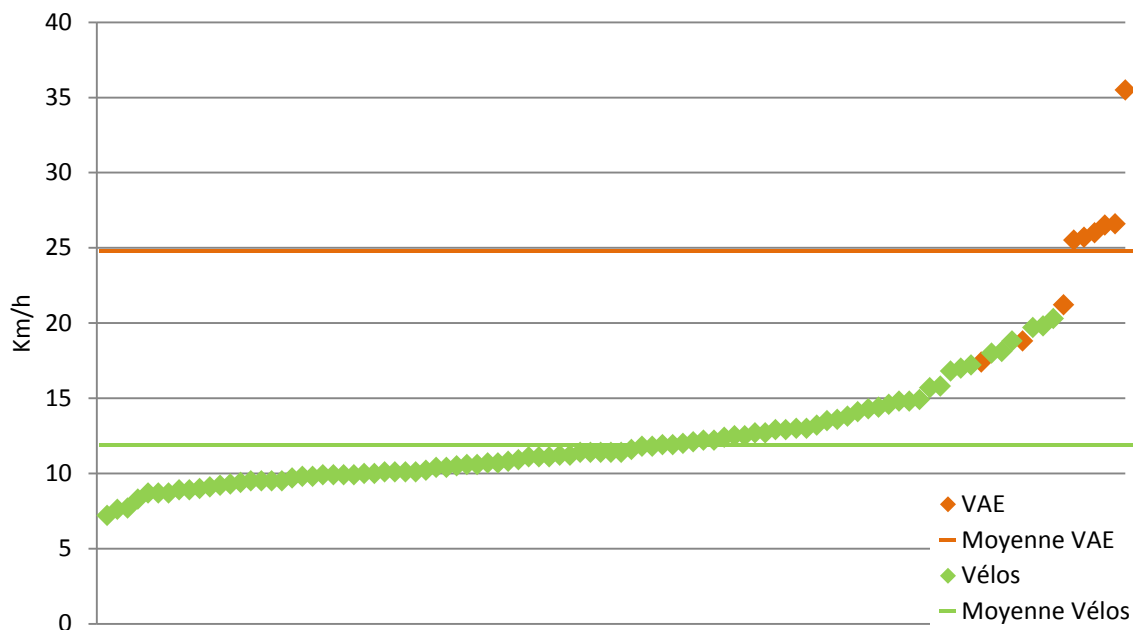
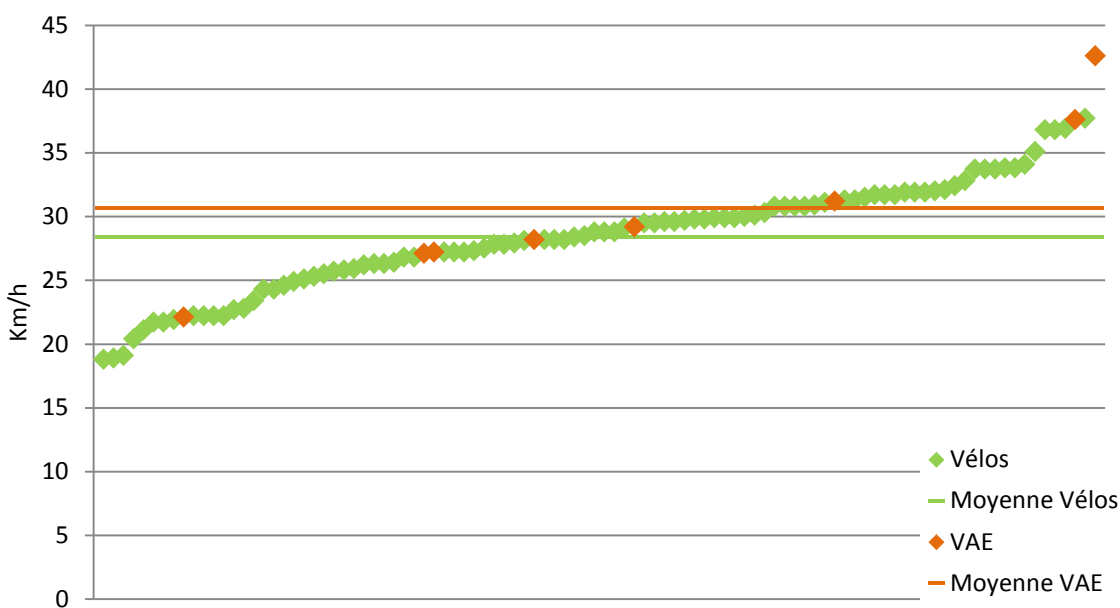
Note : pas de distinction entre VAE45 et VAE25 lors des mesures de vitesse

Nombre de dépassements en fonction de la densité de cycles (sens montée)



- Le nombre de dépassements mesuré semble directement proportionnel au trafic cycliste (pas de données relatives aux VAE).
- Une simulation réalisée par le bureau Sigmaplan semble indiquer qu'il s'agit plutôt d'une fonction exponentielle (différence entre dépassements "théoriques" et dépassements "réels", car les conditions de circulation ne permettent pas toujours d'effectuer un dépassement souhaité)

Note : les observations ont été réalisées sur des périodes de 10 minutes, pour lesquelles le nombre de vélos et de dépassement a été extrapolé sur une heure

Courbe classée des vitesses instantanées (sens montée)**Courbe classée des vitesses instantanées (sens descente)****Principaux enseignements, sens montée :**

- le nombre de dépassements est directement proportionnel au nombre de vélos (entre 15 et dépassements pour 100 vélos). Il s'agit cependant du nombre de dépassements mesurés; le nombre de dépassements "potentiels" (y compris ceux non effectués en raison de la densité du trafic) étant probablement plus élevé, en particulier pour les densités de vélos élevées
- la vitesse moyenne à la montée est de **11.9 km/h pour les vélos** et de **24.8 km/h** pour les VAE
- parmi les 9 vélos électriques enquêtés, **7 roulaient plus vite que l'ensemble des vélos**
- la plupart des vélos électriques roulent à une vitesse de 25 à 27 km/h, soit **5 à 7 km/h plus vite que les vélos les plus rapides**

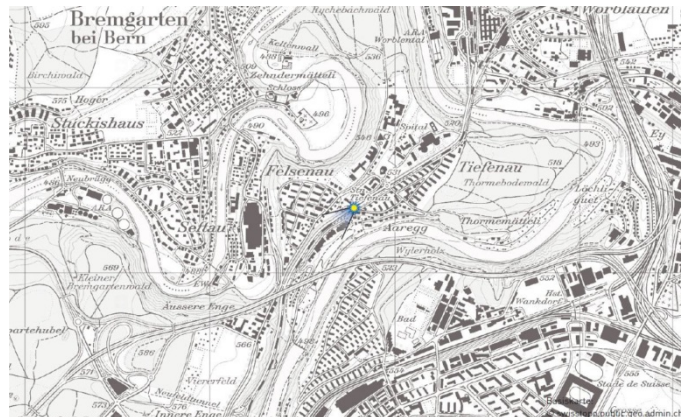
Principaux enseignements, sens descente :

- à la descente, les vitesses moyennes sont sensiblement équivalentes entre les VAE (30.7 km/h) et les vélos (28.4 km/h)
- les VAE sont aléatoirement distribués dans la courbe des vitesses

Berne – Tiefenau – Radweg (données Sigmaphan/Verkehrsteiner)

Thème étudié : Vitesses

Localisation



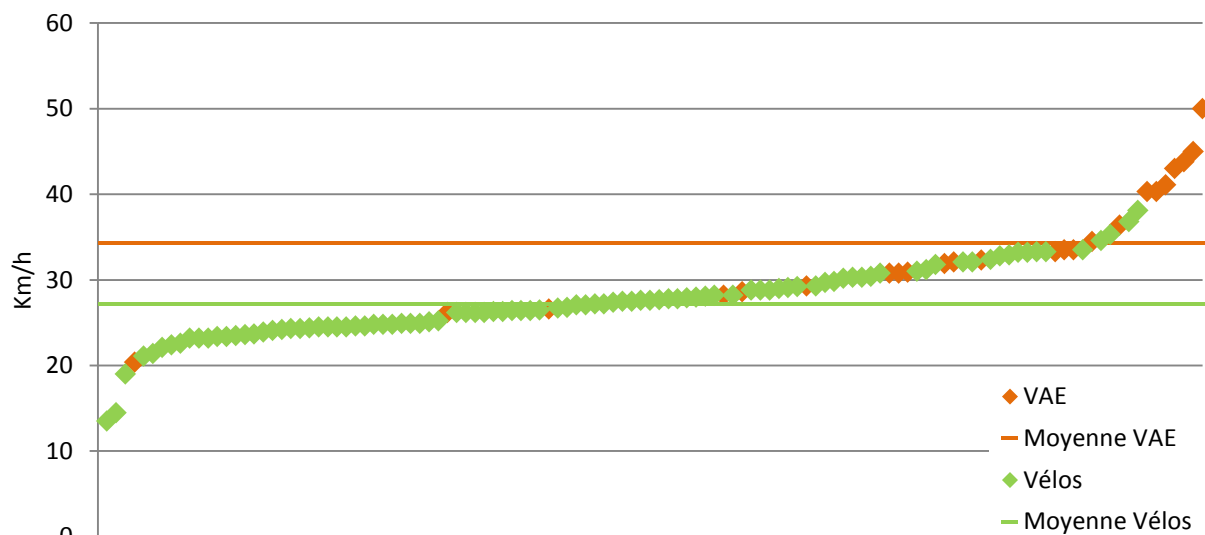
Aménagement (sens entrée de ville) :

- 1 voie TIM
- Piste cyclable unidirectionnelle séparée par un muret, largeur 2.95 m (largeur utilisable 2.55 m)

Pente : -0.5% (très légère descente, imperceptible par l'usager)

Note : pas de distinction entre VAE45 et VAE25 lors des mesures de vitesse

Courbe classée des vitesses instantanées



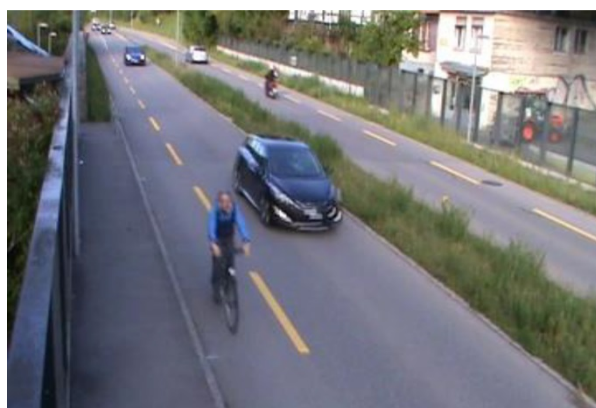
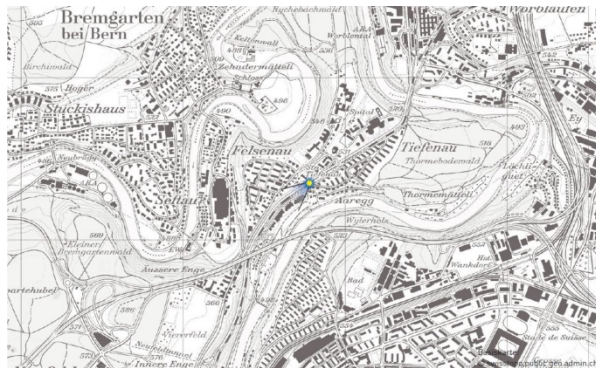
Principaux enseignements

- la vitesse moyenne des VAE est de **34.3 km/h**, celle des vélos de **27.1 km/h**
- la moitié des VAE enquêtés, soit 12 VAE, circulent à plus de 33 km/h. Il est vraisemblable qu'il s'agisse de VAE45
- les VAE circulant à moins de 33 km/h sont répartis le long de la courbe des vitesses : leur vitesse n'est pas sensiblement différente de celle des vélos

Berne – Tiefenau – Radstreifen (données Sigmaphan/Verkehrsteiner)

Thème étudié : Vitesses

Localisation



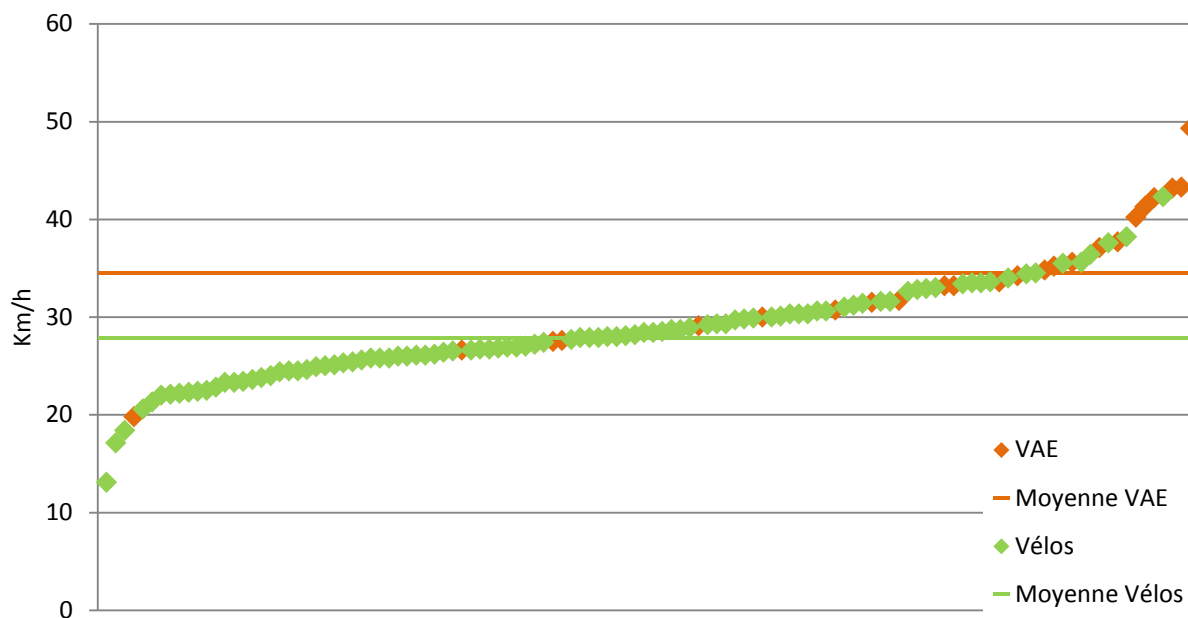
Aménagement (sens entrée de ville) :

- 1 voie TIM
- Bande cyclable unidirectionnelle
largeur 1.50 m

Pente : ~0% (plat)

*Note : pas de distinction entre VAE45 et VAE25
lors des mesures de vitesse*

Courbe classée des vitesses instantanées moyennes



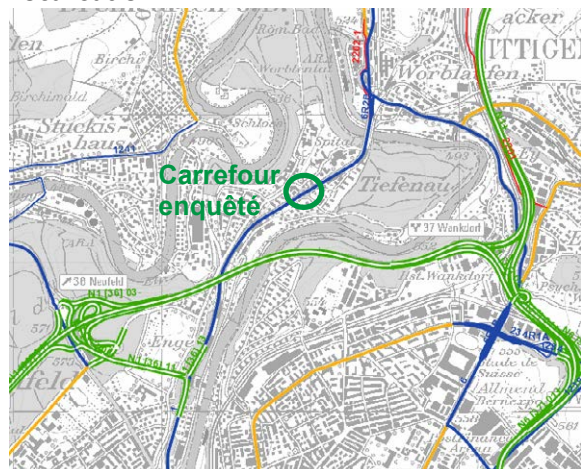
Principaux enseignements

- la vitesse moyenne des VAE est de **34.5 km/h**, celle des vélos de **27.9 km/h**
- plus de la moitié des VAE enquêtés, soit 13 VAE, circulent à plus de 33 km/h. Il est vraisemblable qu'il s'agisse de VAE45
- les VAE circulant à moins de 33 km/h sont répartis le long de la courbe des vitesses : leur vitesse n'est pas sensiblement différente de celle des vélos

Berne – Giratoire Tiefenau (relevés vidéos Sigmoplan/Verkehrsteiner)

Thème étudié : Conflits aux carrefours

Localisation



Date et heure de l'enquête :

Jeudi 7 mai 2015, 7h15 à 8h15 et 17h à 18h

Météo : beau temps

Niveau hiérarchique de l'axe :

Réseau primaire

TJM (Tiefenaustrasse, 2 sens) :

18'000 véh/j

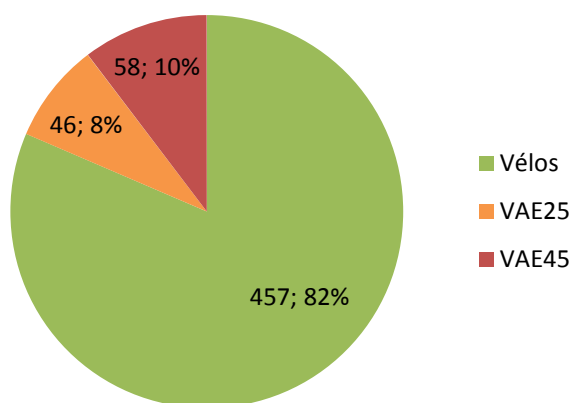
Aménagement :

Giratoire à 4 branches

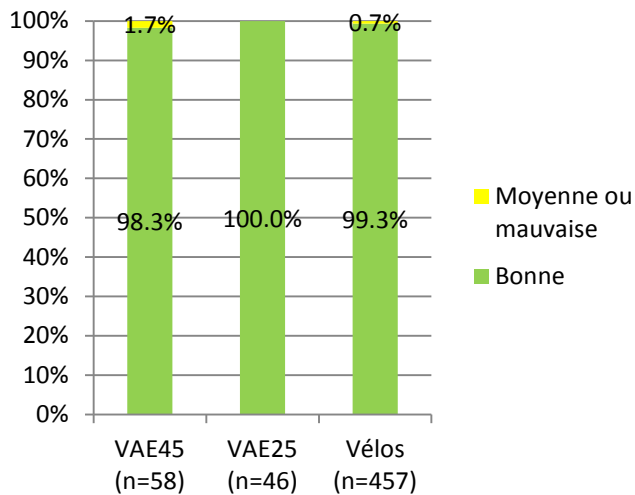
Pente : ~0% (plat)



Part des VAE



- Nombre total de vélos : 561
- Les VAE représentent 18% des vélos empruntant ce giratoire
- La part de VAE45 est légèrement plus élevée que la part de VAE25 (10% contre 8%)

Progression des VAE dans le giratoire

Le vélo dépasse le van blanc et coupe la priorité à la voiture

- Les VAE et les vélos n'ont pas de problèmes de progression dans le giratoire
- Au total, parmi les 561 vélos et VAE observés, la progression a été jugée "moyenne" ou "mauvaise" dans 4 cas
- Dans deux cas (un vélo et un VAE45), le vélo ne s'est pas inséré correctement dans le giratoire (dépassement d'une voiture attendant pour entrer dans le giratoire et insertion entre deux véhicules)
- Dans un cas, une voiture circulant dans l'anneau a cédé le passage à un vélo
- Dans un cas, le vélo a forcé le passage alors qu'il n'avait pas la priorité

Principaux enseignements

- La part de VAE est de 18%, dont plus de la moitié de VAE45
- D'une manière générale **les VAE et les vélos n'ont pas de problèmes de progression dans le giratoire** (dans 99% des cas la progression est jugée "bonne")
- Les circulations à l'intérieur du giratoire sont fluides et peu de conflits sont constatés.
- Cette enquête n'a **pas permis de mettre en évidence une différence de comportement des automobilistes** (respect de la priorité) **entre VAE et vélos.**

Glossaire

Terme	Signification
vélo	dans ce rapport et sans précision, la mention « vélo » se réfère au vélo traditionnel, sans assistance électrique
VAE	vélo à assistance électrique
VAE25	vélo à assistance électrique « lent », avec assistance jusqu'à 25 km/h et puissance maximale de 500 W
VAE45	vélo à assistance électrique « rapide », avec assistance jusqu'à 45 km/h et puissance maximale de 1'000 W
2RM	deux-roues motorisés
TIM	transports individuels motorisés
TP	transports publics
HPM	heure de pointe du matin
HPS	heure de pointe du soir
PPM	période de pointe du matin
PPS	période de pointe du soir
TJM	trafic journalier moyen

Bibliographie

Notes :

- les études de référence principales présentées au chapitre 1.6 sont marquées d'un astérisque (*)
- les études étrangères sont référencées en grisé

Législation et réglementations

- [1] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1994), « **Trafic des deux-roues légers. Bases** », *SN 640 060*
- [2] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1996), « **Stationnement. Conception des aménagements de stationnement pour vélos** », *SN 640 066*
- [3] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2001), « **Projets, bases. Distances de visibilité** », *SN 640 090b*
- [4] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1992), « **Profil géométrique type. Dimensions de base et gabarit des usagers de la route** », *SN 640 201*
- [5] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2010), « **Carrefours. Conditions de visibilité dans les carrefours à niveau** », *SN 640 273a*
- [6] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1992), « **Installations de feu de circulation. Temps intervert** », *SN 640 838*
- [7] Confédération suisse (1958), « **Loi fédérale du 19 décembre 1958 sur la circulation routière (LCR) / Strassenverkehrsgesetz (SVG)** », *RS 741.01*, www.admin.ch.
- [8] Confédération suisse (1962), « **Ordonnance du 13 novembre 1962 sur les règles de la circulation routière (OCR) / Verkehrsregelnverordnung (VRV)** », *RS 741.11*, www.admin.ch.
- [9] Confédération suisse (1979), « **Ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière (OSR) / Signalisationsverordnung (SSV)** », *RS 741.21*, www.admin.ch.
- [10] Confédération suisse (1979), « **Ordonnance sur l'assurance des véhicules (OAV) / Verkehrsversicherungsverordnung (VVV)** », *RS 741.31*, www.admin.ch.
- [11] Confédération suisse (1995), « **Ordonnance du 19 juin 1995 concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers (OETV) / Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS)** », *RS 741.41*, www.admin.ch.
- [12] Confédération suisse (1976), « **Ordonnance du 27 octobre 1976 réglant l'admission des personnes et des véhicules à la circulation routière (OAC) / Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr (VZV)** », *RS 741.51*, www.admin.ch.
- [13] Confédération suisse (1995), « **Ordonnance du 19 juin 1995 sur la réception par type des véhicules routiers (ORT) / Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen (TGV)** », *RS 741.511*, www.admin.ch.
- [14] City of Boulder, Colorado, USA (2014), « **Electric-assisted bicycles policy review** ».
- [15] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Köln (2010), « **Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA** ».
- [16] GoPedelec! (2012), « **Legal aspects of pedelecs** ».
- [17] Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (2010), « **Merkblatt Zweiradverkehr** »
- [18] Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (2011), « **Merkblatt Sicht an Knoten und Ausfahrten** »
- [19] Kanton Bern, Tiefbauamt (2014), « **Anlagen für den Veloverkehr** », Arbeitshilfe
- [20] Kanton Zürich, Tiefbauamt und Kantonspolizei (2012), « **Anlagen für den leichten Zweiradverkehr des Kantons Zürich** »
- [21] Mobilité piétonne Suisse (2016), « **FAQ – Vélos sur le trottoir – Que faire ?** ». mobilitepietonne.ch
- [22] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Liste des prescriptions les plus importantes concernant l'admission et le service de cyclomoteurs électriques suite à la révision de l'OTEV de 2012** ».
- [23] PRESTO, « **Vélos électriques – Législation. Fiche-action** ».
- [24] ProVelo Suisse (2014), « **Dispositions légales applicables aux vélos à assistance électrique (VAE), à compter du 1er janvier 2014** ».

Potentiel des vélos électriques

- [25] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (2004), « **Elektro-Zweiräder. Auswirkung auf das Mobilitätsverhalten** ».
- [26] *Ecoplan und Institut für Marketing und Unternehmensführung Universität Bern (2014), « **Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz** », im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE.
- [27] Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung ILS, Dortmund (2013) : « **Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr** ».
- [28] Kairos wirkungsforschung & entwicklung gmbh (2010), « **Landrad. Neue Mobilität für den Alltagsverkehr in Voralberg** ».
- [29] Mobycon (2013), « **PRO-E-BIKE. Promoting electric bikes and scooters for delivery of goods and passenger transport in urban areas. Current situation analysis** », WP 2; D.2.1. IEE project contract N°: IEE/12/856/SI2.644759.
- [30] Observatoire Universitaire de la Mobilité OUM (2009), « **Usagers, usages et potentiel des vélos à assistance électrique. Résultats d'une enquête menée dans le canton de Genève** ».
- [31] PRESTO Guide politique cyclable (2010), « **Vélos à assistance électrique – VAE** ».
- [32] République et canton de Genève, Direction Générale de la mobilité (2012), « **Les comptages vélos 2011. Rapport technique** ».
- [33] Riehle E.-B. (2012), « **Cargo Bikes as transportation vehicles for urban freight traffic. Study on European business examples to estimate the parameters and potentials for German cities** », Master Thesis, TU Dortmund University, Faculty of Spatial Planning.
- [34] Velosuisse (2016), « **Marché suisse de la bicyclette 2015 : vue d'ensemble** », www.velosuisse.ch.
- [35] M. W. (2011), « **Zum Einfluss des Habitus auf den Modal Split. Die Wahrnehmung von Potenzial und Grenzen von Verkehrsmitteln bei Pedelecbesitzern im Projekt Landrad** », Masterarbeit, Universität Wien.
- [36] 6t, « **Usages et usagers du VAE en Europe** ».

Comportement des utilisateurs et accidentologie

- [37] Afstudeerscriptie Verkeerskunde. Lenten G., Stockmann B. (2010), « **Elektrische fietsen en verkeersveiligheid. Een verkennend onderzoek door middel van literatuur, deskundigen en gebruikers** », Regionaal Orgaan voor de Verkeersveiligheid in Overijssel, Hogeschool Windesheim.
- [38] *Bureau de prévention des accidents bpa (2015), « **E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse** », bfu-Report Nr. 72.
- [39] Bureau de prévention des accidents bpa (2015), « **Rapport SINUS 2014. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2014** ».
- [40] Dozza M. et al (2013), « **e-BikeSAFE: A Naturalistic Cycling Study to Understand how Electrical Bicycles Change Cycling Behaviour and Influence Safety** », Proceedings, International Cycling Safety Conference 2013, 20-21 November 2013, Helmond, The Netherlands.
- [41] Dill J., Rose G (2012), « **E-bikes and Transportation Policy : Insights from Early Adopters** », Transportation Research Board 91th Annual Meeting, Washington DC, US, January 22-26, 2012.
- [42] ETH Zürich – Chair of Geoinformation Engineering, ElectricFeel Mobility Systems GmbH (2013), « **Is there a usage difference between Biking and E-Biking ?** »,.
- [43] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft GDV, Gehlert T. et al. (2014), « **Pedelec-Naturalistic Cycling Study** », Forschungsbericht Nr. 27, im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV).
- [44] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft GDV, Unfallforschung der Versicherer, Berlin (2012), « **Unfallforschung kompakt. Sicherheitstechnische Aspekte schneller Pedelecs** ».
- [45] Hacke, Ulrike (2013), « **Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit** », Folienvortrag auf dem 3. Nationalen Radverkehrskongress am 13. und 14. Mai 2013 in Münster.
- [46] Hindawi Publishing Corporation, Papoutsis S. et al (2014), « **E-Bike Injuries: Experience from an Urban Emergency Department—A Retrospective Study from Switzerland** », Department of Emergency Medicine, University Hospital and University of Bern, Switzerland.
- [47] Österreichischer Verkehrssicherheitsfonds (2014), « **SEEKING – safe e-biking. Eine wissenschaftliche Untersuchung des Fahr(erInnen)verhaltens von E-Zweirädern unter besonderer Berücksichtigung von Verkehrssicherheitsaspekten** ».
- [48] Touring Club Suisse TCS (2013), « **E-bike – Bicyclette électrique. La nouvelle manière de pratiquer le vélo** ».
-

-
- [49] Yao L. and Wu C. (2011), « **Traffic safety of E-Bike riders in China : safety attitudes, risk perception, and aberrant riding behaviours** », In Proceedings of the Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB '11).
-

Adaptation des infrastructures

-
- [50] Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin (2011), « **Pedelecs, Radfahren mit Elektrounterstützung – Integration ins Verkehrssystem** », Forschung Radverkehr – Analysen A-2/2011.
-
- [51] Fietsberaad (2013), « **Feiten over de elektrische fiets** », Fietsberaadpublicatie 24, versie 1.
-
- [52] GoPedelec! (2012), « **Best Practices with Pedelecs** ».
-
- [53] GoPedelec! (2013), « **Final publishable report** ».
-
- [54] Kontextplan AG (extraits reçus en mai 2016), « **Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten (Velobahnen) in Städten und Agglomerationen** », Office fédéral des routes OFROU, mandat de recherche SVI 2014/006.
-
- [55] *Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Verkehr, Bau und Landesentwicklung, Schwerin. ISUP Ingenieurbüro für Systemberatung und Planung GmbH (2011), « **Auswirkungen aus der Nutzung von Pedelecs für die Radverkehrsplanung und die dort geltenden Standards unter Einbeziehung der neuen ERA 2010** ».
-
- [56] Mobycon – Region of Copenhagen (2014), « **Electric Bicycle Report** ».
-
- [57] Schaufenster Elektromobilität - Projekt eRadschnellweg (2013), « **eRadschnellweg Göttingen** », Auftaktveranstaltung am 22.05.2013 im Ratssaal des Neuen Rathauses.
-
- [58] *Sigmaplan AG, verkehrsteiner AG, Ingenieurbüro Ghielmetti, Dipl. ing. Jean-Louis Frossard GmbH (2016), « **Grundlagen für die Dimensionierung von sicheren Veloverkehrsanlagen** », Office fédéral des routes OFROU, mandat de recherche VSS 2010/207.
-
- [59] Thiemann-Linden, Jörg (2012), « **Mehr Fahrräder auf den Straßen. Ausblick auf kapazitätsorientierte Radverkehrsplanung** », In: Verkehrszeichen, Jg. 28, Heft 1/2012, S. 7–12.
-

Clôture du projet



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU

RECHERCHE DANS LE DOMAINE ROUTIER DU DETEC

Version du 09.10.2013

Formulaire N° 3 : Clôture du projet

établi / modifié le : 13.4.2017

Données de base

Projet N° : SVI 2014/003

Titre du projet : Vélos électriques - effets sur le système de transports

Echéance effective : Avril 2017

Textes :

Résumé des résultats du projet :

Le plus grand potentiel du développement des VAE porte sur les déplacements pendulaires d'une distance comprise entre 5 et 15 km. C'est là que son impact sur le système de transport sera le plus important. Le développement du VAE, en permettant un report modal depuis le trafic motorisé aux heures de pointe, contribue donc clairement à soulager des infrastructures aujourd'hui surchargées et doit en ce sens être favorisé. Les enjeux liés aux VAE sont à différencier selon qu'il s'agit de VAE25 ou de VAE45, les caractéristiques et les enjeux liés à l'un ou l'autre type étant très différents. Les VAE25 sont considérés comme des cycles, ce qui est cohérent avec l'utilisation qui en est faite et le comportement qui est observé, notamment en termes de vitesses (sauf exception en particulier à la montée). La catégorisation des VAE45 comme cyclomoteur a clairement contribué au développement de ce type de vélos, et est donc à maintenir. Dans les autres pays européens, les VAE45, considérés comme des motocycles légers, ne connaissent pas du tout le même essor. L'augmentation du nombre de VAE, mais aussi du nombre de cycles en général, nécessite de prévoir des aménagements cyclables plus généreux afin d'améliorer les conditions de sécurité. Il s'agit notamment, sur les axes fortement fréquentés par les cycles/VAE, de permettre les dépassements en toute sécurité, sans nécessité d'empiéter sur la surface réservée au trafic motorisé. La mise en place d'infrastructures appropriées nécessite une quantification des flux de VAE, qui est aujourd'hui quasiment inexistante et doit être développée, tant à l'échelle nationale que locale. La mise en place d'infrastructures appropriées, tant pour leur dimensionnement que pour la définition du régime s'y appliquant, nécessite avant tout une clarification du système juridique qui, actuellement, pose de nombreux problèmes d'application et n'est compréhensible ni pour les utilisateurs ni pour les planificateurs. Il s'agit en particulier des règles relatives aux VAE45 et des points suivants :

- actualisation de la catégorie « cyclomoteurs » auxquels sont rattachés les VAE45
- clarification de l'utilisation des pictogrammes "vélos" et "cyclomoteurs" pour les obligations et pour les interdictions
- révision de l'obligation d'utilisation des pistes cyclables
- réflexion concernant les règles de cohabitation avec les piétons
- mesures complémentaires pour les VAE45 (contrôle de la vitesse, éclairage, ...).

Le cadre juridique révisé doit être plus lisible et améliorer la sécurité des usagers, tout en conservant les avantages accordés à ce jour aux VAE25 et VAE45. Partant du constat que les accidents les plus fréquents liés aux VAE sont liés à des pertes de maîtrise et à une sous-estimation des vitesses de circulation des usagers, les mesures de formation, de sensibilisation et de communication doivent être renforcées, aussi bien auprès des usagers des VAE que des autres usagers de la route.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU

Atteinte des objectifs :

Objectifs atteints :

- analyse complète du système VAE et mise en évidence des problèmes et enjeux ainsi que de leur évolution possible à terme
- réalisation d'enquêtes de terrain permettant de:
 - quantifier ponctuellement les flux de VAE dans le trafic
 - quantifier ponctuellement les vitesses instantanées effectives
 - comprendre les interactions entre les différents éléments du système
 - objectiviser les différences entre VAE45, VAE25 et vélos
- formulation de recommandations pour mieux répondre aux enjeux et problèmes mis en évidence

Déductions et recommandations :

- nécessité de revoir la législation relative aux VAE, notamment pour les VAE45
- nécessité de revoir les normes techniques (VSS) et les recommandations
- nécessité de mieux sensibiliser les planificateurs aux enjeux des VAE
- nécessité de mettre en place un monitoring
- ...

Publications :

SVI 2014/003 "Vélos électriques - effets sur le système de transport" - Transitec Ingénieurs-Conseils SA, Wyssavo, HEIG-VD et Ecoplan, rapport final, avril 2017
Résumé en trois langues (allemand, français, anglais)
Projet d'aide-mémoire

Chef/cheffe de projet :

Nom : Renard

Prénom : Aline

Service, entreprise, institut : Transitec Ingénieurs-Conseils SA

Signature du chef/de la cheffe de projet :



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU

RECHERCHE DANS LE DOMAINE ROUTIER DU DETEC

Formulaire N° 3 : Clôture du projet

Appréciation de la commission de suivi :

Evaluation :

Die vorliegende Forschungsarbeit beinhaltet wertvolle Grundlagen, um die Herausforderungen, die sich durch die zunehmende Verbreitung von E-Bikes stellen, anzugehen.
Die detailliertere Auswertung früherer Erhebungen veranschaulichten zum ersten Mal das grosse Potential der E-Bikes (insbesondere der schnellen) für die Entlastung des Verkehrssystems. Weiter wichtig ist insbesondere die klare Differenzierung zwischen normalen und schnellen E-Bikes, die gestützt auf Umfragen und Beobachtungen gemacht wurde. Die Erkenntnis, dass normale E-Bikes quasi wie normale Velos behandelt werden können, die schnelleren aber eine klar andere Kategorie darstellen, ist wertvoll für die verkehrspolitische und rechtliche Diskussion. Die Erkenntnisse des Berichts bestätigen, dass der Qualität und der Dimensionierung der Veloinfrastruktur künftig eine noch eine höhere Bedeutung zukommt.

Mise en oeuvre :

Der Bericht ist eine sehr gute Grundlage für die laufende Überprüfung der Normierung und die nötige Anpassung der rechtlichen Grundlagen. Die Ergebnisse werden in die entsprechenden Arbeiten einfließen.

Besoin supplémentaire en matière de recherche :

Im Hinblick auf eine qualitativ bessere Veloinfrastruktur sind neue Ansätze der Veloführung insbesondere auch in Knoten zu suchen und erproben.

Influence sur les normes :

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit dienen der inhaltlichen Revision der SN 640 060 und weiterer Normen zum Veloverkehr sowie der Aktualisierung des Strassenverkehrsgesetzes und der zugehörigen Verordnungen.

Président/Présidente de la commission de suivi :

Nom : Walter

Prénom : Urs

Service, entreprise, institut : Bundesamt für Strassen

Signature du président/ de la présidente de la commission de suivi :

Index des rapports de recherche en matière de route

L'index actuel des rapports publiés dernièrement peut être téléchargé sur notre site www.astra.admin.ch (Services > Recherche en matière de routes > Downloads > Formulaires).

Liste des publications SVI

La liste des travaux de recherche de la SVI peut être téléchargée sous www.svi.ch (Recherche > Rapports de recherche / liste des publications).