



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**

# Exigences pour la conduite de vélos à assistance électrique

**Anforderungen an das Führen von E-Bikes**

**Requirements for driving e-bikes**

**Büro für Mobilität AG**  
**Daniel Baehler**  
**Anne Baumgartner**  
**Tea Maffioli**

**Observatoire universitaire du vélo et des mobilités actives (OUVEMA),  
Université de Lausanne**  
**Andreia Dinis Pinto**  
**Bengt Kayser**  
**Dimitri Marincek**  
**Patrick Rérat**

**Unité de médecine et psychologie du trafic (UMPT), Centre universitaire  
romand de médecine légale Lausanne-Genève (CURML)**  
**Cristian Palmiere**

**Forschungsprojekt MFZ\_20\_02B\_01 auf Antrag der AG Mensch und  
Fahrzeug**

**September 2024**

**1773**

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)



# Exigences pour la conduite de vélos à assistance électrique

**Anforderungen an das Führen von E-Bikes**

**Requirements for driving e-bikes**

**Büro für Mobilität AG**  
**Daniel Baehler**  
**Anne Baumgartner**  
**Tea Maffioli**

**Observatoire universitaire du vélo et des mobilités actives (OUVEMA),  
Université de Lausanne**  
**Andreia Dinis Pinto**  
**Bengt Kayser**  
**Dimitri Marincek**  
**Patrick Rérat**

**Unité de médecine et psychologie du trafic (UMPT), Centre universitaire  
romand de médecine légale Lausanne-Genève (CURML)**  
**Cristian Palmiere**

**Forschungsprojekt MFZ\_20\_02B\_01 auf Antrag der AG Mensch und  
Fahrzeug**

**September 2024**

**1773**

# Impressum

## Forschungsstelle und Projektteam

### Projektleitung

Daniel Baehler

### Mitglieder

Anne Baumgartner

Andreia Dinis Pinto

Bengt Kayser

Tea Maffioli

Dimitri Marincek

Cristian Palmiere

Patrick Rérat

## Begleitkommission

### Präsident

Kurt Wenger

### Mitglieder

Jacqueline Bächli-Biétry

Markus Dill

Léonard Farine (ab März 2023)

Bernard Favrat

Johannes Hartmann (bis Februar 2023)

Christoph Merkli

Daniel Morgenthaler

Urs Walter

Bettina Zahnd

## Antragsteller

AG Mensch und Fahrzeug

## Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Table des matières

<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>8</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>22</b>
<b>Summary</b> .....	<b>37</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>50</b>
1.1 Structure .....	50
1.2 Démarche et méthodes .....	50
1.2.1 Chapitre 2 : Bases scientifiques .....	51
1.2.2 Chapitre 3 : Catalogue de compétences .....	51
1.2.3 Chapitre 4 : Bases légales et débats politiques .....	52
1.2.4 Chapitre 5 : Synthèse des bases scientifiques et légales .....	52
1.2.5 Chapitre 6 : Entretiens avec des usagers et usagères .....	52
1.2.6 Chapitre 7 : Entretiens avec des expert·e·s .....	53
1.2.7 Chapitre 8 : Synthèse de la partie empirique .....	53
1.2.8 Chapitre 9 : Atelier avec les parties prenantes .....	53
1.2.9 Chapitre 10 : Synthèse intermédiaire .....	53
1.2.10 Chapitre 11 : Concept de formation .....	54
1.2.11 Chapitre 12 : Conclusions .....	54
1.3 Contexte et enjeux de la sécurité à VAE .....	54
1.4 Sécurité cyclable .....	56
1.4.1 Sécurité objective et perçue .....	56
1.4.2 Système de sécurité cyclable .....	57
1.4.3 Accidents de vélo et VAE en Suisse .....	58
1.4.4 Sécurité perçue : presque accidents et sentiment de sécurité .....	66
1.4.5 Vers un changement d'approche de la sécurité cyclable .....	66
<b>2 Bases scientifiques</b> .....	<b>71</b>
2.1 Définitions .....	71
2.1.1 Nomenclature .....	71
2.1.2 Application au VAE .....	72
2.1.3 Caractéristiques de la conduite du vélo .....	73
2.1.4 Spécificités du vélo à assistance électrique .....	74
2.1.5 Différences entre VAE25 et VAE45 .....	74
2.2 Aptitudes physiques et psychiques liées à la conduite .....	75
2.2.1 Aptitudes à la conduite automobile .....	75
2.2.2 Aptitudes au vélo et VAE .....	76
2.3 Capacité momentanée à la conduite .....	77
2.3.1 Alcool, médicaments et stupéfiants .....	77
2.3.2 Distractions et usage du téléphone .....	77
2.4 Qualifications ou compétences nécessaires à la conduite .....	78
2.4.1 Compétence comme un mélange de qualification, d'aptitude et de capacité .....	78
2.4.2 Trois niveaux de « compétences » cyclistes .....	79
2.4.3 Compétences stratégiques .....	80
2.4.4 Compétences liées à la circulation .....	82
2.4.5 Compétences liées au maniement du véhicule .....	85
2.5 Synthèse .....	86

<b>3</b>	<b>Catalogue de compétences .....</b>	<b>87</b>
3.1	Modèles d'apprentissage de la conduite .....	87
3.1.1	Modèle « Goals for driver education » d'apprentissage de la conduite.....	87
3.1.2	Application de la matrice GDE au VAE.....	88
3.2	Catalogue de compétences pour l'apprentissage du VAE .....	90
<b>4</b>	<b>Bases légales et débats politiques .....</b>	<b>93</b>
4.1	Dispositions légales en Suisse .....	93
4.2	Dispositions légales dans les pays voisins, aux Pays-Bas et au Danemark.....	97
4.2.1	Vélos à assistance électrique lents (25 km/h) .....	97
4.2.2	Vélos à assistance électrique rapides (45 km/h) .....	97
4.2.3	Réglementations dans d'autres pays.....	97
4.3	Débats politiques en Suisse.....	98
4.4	Débats politiques en Europe.....	99
<b>5</b>	<b>Synthèse de la littérature et des bases légales .....</b>	<b>100</b>
<b>6</b>	<b>Les usagers et usagères .....</b>	<b>103</b>
6.1	Recrutement des usagers et usagères interviewé·e·s .....	103
6.2	Profils des usagers et usagers interviewé.e.s .....	103
6.2.1	Motivations à l'adoption du VAE .....	105
6.2.2	Processus d'apprentissage.....	106
6.3	Compétences individuelles .....	108
6.3.1	Niveau 1 : Maniement et entretien du véhicule.....	108
6.3.2	Niveau 2 : Maîtrise des situations de circulation .....	111
6.3.3	Niveau 3 : Intentions du trajet .....	116
6.3.4	Niveau 4 : Modes de vie et objectifs de vie .....	117
6.4	Influence de l'infrastructure et des autres usagers et usagères de la route .....	118
6.4.1	Satisfaction générale des infrastructures et aménagements.....	118
6.4.2	Milieu rural .....	119
6.4.3	Cohabitation avec les piéton·ne·s .....	119
6.4.4	Giratoires et carrefours .....	119
6.4.5	Cohabitation avec le trafic motorisé.....	119
6.5	Formation .....	120
6.5.1	Le format e-learning privilégié .....	120
6.5.2	Importance de l'encadrement professionnel.....	120
6.5.3	Appréciation du format en présentiel .....	121
6.5.4	Formations dans des espaces dédiés .....	121
6.5.5	Perspective sur l'absence de formation chez les automobilistes .....	121
<b>7</b>	<b>Les expert·e·s.....</b>	<b>123</b>
7.1	Catalogue de compétences individuelles .....	124
7.1.1	Niveau 1 .....	124
7.1.2	Niveau 2 .....	125
7.1.3	Niveaux 3 et 4 .....	126
7.2	Influence de l'infrastructure et des autres usagers et usagères de la route.....	126
7.3	Âge minimal pour la conduite d'un VAE .....	126
7.4	Méthodes de formation et groupes-cibles à distinguer.....	127
7.4.1	Méthodes .....	127
7.4.2	Groupes-cibles.....	127
<b>8</b>	<b>Synthèse de la partie empirique.....</b>	<b>128</b>
8.1	Comparaison des résultats des entretiens .....	128
8.2	Conclusions des entretiens.....	131
8.3	Catalogue adapté des compétences, capacité et aptitude .....	133
8.4	Méthodes et groupes-cibles pour une formation au VAE .....	135

<b>9</b>	<b>Atelier avec les parties prenantes</b> .....	<b>137</b>
9.1	Discussion des compétences les plus importantes pour faire du VAE .....	137
9.2	Discussion des contenus, méthodes et distinctions pour les modules proposés pour une formation au VAE .....	138
9.3	Discussion des avantages et désavantages d'un permis pour VAE (examen et/ou cours obligatoire).....	139
9.3.1	Option 1 – Statu quo (cours facultatifs existants) .....	139
9.3.2	Option 2 – Examen de théorie spécifique au VAE .....	140
9.3.3	Option 3 – Examen de théorie et pratique spécifique au VAE .....	140
9.3.4	Option 4 – Cours obligatoires (théorie et pratique) mais sans examen.....	140
9.3.5	Autres options .....	141
9.3.6	Résumé des avantages et désavantages des options .....	141
<b>10</b>	<b>Synthèse intermédiaire</b> .....	<b>143</b>
10.1	Avantages et désavantages d'un permis pour les VAE .....	143
10.1.1	Avantages .....	143
10.1.2	Désavantages et incertitudes.....	144
10.2	Groupes cibles à distinguer.....	145
10.3	Conclusion : créer une plateforme de formation volontaire .....	146
<b>11</b>	<b>Concept de formation</b> .....	<b>148</b>
11.1	Cadre du concept.....	148
11.1.1	Bases et destinataires du concept .....	148
11.1.2	Objectifs et approches .....	148
11.2	Plateforme de formation au VAE en ligne.....	149
11.2.1	Organisation, diffusion et rôles des différentes parties prenantes.....	150
11.2.2	Groupes cibles .....	151
11.3	Contenus et méthodes des modules .....	151
11.3.1	Méthodes et formats théoriques.....	152
11.3.2	Méthodes et formats pratiques.....	152
11.3.3	Proposition de modules.....	153
11.3.4	Option : adapter les examens théoriques donnant accès au VAE45 .....	155
11.3.5	Compléter les formations pour autres usagers et usagères de la route .....	155
11.4	Evaluation et perspectives futures .....	155
<b>12</b>	<b>Conclusions</b> .....	<b>156</b>
12.1	Questions de recherche .....	156
12.1.1	Quelles sont la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour rouler en toute sécurité avec un VAE ?.....	156
12.1.2	Comment les compétences de conduite nécessaires sont-elles acquises ? Quelles sont les différences entre la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour les VAE rapides et lents ? Les enfants (à partir de 12 ou 14 ans) et les personnes âgées disposent-ils également de cette capacité, cette aptitude et ces compétences de conduite ou peuvent-ils les acquérir ? .....	157
12.1.3	Quels sont les contenus et les méthodes que devrait contenir une formation à la conduite d'un vélo électrique ? Faut-il des concepts différents pour les enfants, les adultes et les seniors ?.....	158
12.1.4	Du point de vue de la société dans son ensemble, quels sont les avantages et les inconvénients d'un examen de conduite pour les utilisateurs de vélos électriques ? Dans quelle mesure un examen de conduite augmente-t-il la sécurité des utilisateurs de vélos électriques ? .....	160
12.2	Recommandations .....	162
12.3	Futurs besoins de recherche.....	162
	<b>Glossaire</b> .....	<b>165</b>
	<b>Références</b> .....	<b>167</b>
	<b>Clôture du projet</b> .....	<b>176</b>

## Résumé

Cette recherche aborde les exigences nécessaires à la conduite de **vélos à assistance électrique (VAE)**. Les VAE sont des vélos dotés d'une assistance électrique qui s'enclenche lors du pédalage. En Suisse, il en existe deux types : les **VAE25** avec une assistance jusqu'à 25 km/h et les **VAE45** avec une assistance allant jusqu'à 45 km/h et nécessitant une plaque d'immatriculation jaune (cf. Fig. 1). Ils sont aussi appelés de manière abusive vélos électriques<sup>1</sup> ou « e-bikes » dans le langage courant en Suisse, tandis qu'en Allemagne et en Autriche, le VAE25 est officiellement appelé Pedelec et le VAE45 S-Pedelec (pour Speed-Pedelec).

En **Suisse**, les VAE25 sont légalement intégrés à la catégorie des « cyclomoteurs légers », et comptent pour 88% des ventes en 2021. Les VAE45 appartiennent à la catégorie des « cyclomoteurs » et représentent les 12% restants [1].



**Fig. 1** Les VAE45 (à gauche) et les VAE25 (à droite) ne sont souvent distinguables que par la plaque jaune obligatoire pour les VAE45. Source : bfm.

Actuellement, l'utilisation d'un **VAE25** est autorisée sans permis dès 16 ans et à partir de 14 ans avec un permis pour vélomoteurs (catégorie M). L'abaissement de l'âge minimal à 12 ans (à condition d'être accompagné-e par un-e adulte) est en discussion. La Suisse suivrait ainsi l'exemple de l'Autriche<sup>2</sup>, tandis que les autres pays voisins de même que le Danemark et les Pays-Bas n'imposent aucun âge minimum.

Pour les **VAE45**, l'âge minimal est de 14 ans en Suisse et un permis de catégorie M (ou autre) est requis quel que soit l'âge. Comme pour les VAE25, une formation pratique est facultative actuellement. Les pays voisins de la Suisse et les Pays-Bas exigent également un permis de conduire pour ce type de VAE, mais pas le Danemark. En matière d'âge, le Danemark fait également exception, où les VAE45 peuvent être utilisés dès 15 ans tandis que les autres pays voisins et les Pays-Bas situent l'âge minimum à 16 ans. En Suisse, les VAE45 doivent obligatoirement utiliser les pistes cyclables tandis qu'au Danemark, ils ont la possibilité de le faire. Aux Pays-Bas, cette autorisation est accordée uniquement si les usagers et usagères éteignent leur moteur ou roulent à une vitesse adaptée. Dans les pays voisins de la Suisse, les VAE ne sont pas autorisés à emprunter les pistes cyclables, ce qui réduit leur attractivité.

Cette recherche porte sur **l'utilisation quotidienne ou de loisirs des VAE dans la circulation routière** et exclut notamment l'utilisation des VTT à assistance électrique sur les chemins de montagne. Les vélos cargo à assistance électrique ne sont pas non plus

<sup>1</sup> Ce rapport ne traite pas des vélos électriques au sens strict, c'est-à-dire des vélos où le moteur électrique, grâce à un accélérateur, remplace totalement le pédalage. Les analyses et conclusions ne sont donc pas transposables à ce type de deux-roues encore très peu présent en Suisse.

<sup>2</sup> En Autriche, les jeunes disposant d'un « permis vélo » peuvent utiliser un VAE25 dès 10 ans. En Suisse, les cantons peuvent autoriser les enfants plus jeunes à utiliser des VAE25 sous certaines conditions (p. ex. long trajet scolaire à la campagne).

abordés, car leurs exigences en matière de conduite sont différentes en raison des caractéristiques de poids et de freinage. De nombreux vélos cargos sont en outre dotés de trois roues, ce qui constitue également une différence importante par rapport aux VAE.

## Contexte et enjeux

Tandis que le VAE a d'abord permis de faciliter la pratique du vélo pour les personnes âgées ou dotées de capacités physiques limitées [2], il s'est ensuite diffusé à une population plus jeune [3], [4] pour qui le VAE permet d'élargir le rayon d'action du vélo, gravir des pentes, transporter des charges ou parcourir des distances plus grandes [5]. Ce faisant, le VAE a aussi permis à des individus de reprendre une pratique du vélo, ou de la conserver malgré des changements de situation personnelle (avancée en âge, transport d'enfants, problèmes de santé, etc.) [6].

La pratique du VAE offre de nombreux **avantages**, parmi lesquels l'activité physique [7], [8], [9], une capacité de déplacement efficace et sans nuisances, un plaisir et une facilité d'utilisation grâce à son assistance électrique [10], et des co-bénéfices comme la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des économies sociétales grâce à une meilleure santé publique [24].

La pratique croissante de VAE s'accompagne d'une augmentation des **accidents** (chutes, collisions)<sup>3</sup>. Le nombre total de victimes de collisions et de chutes impliquant un VAE (personnes tuées, blessées graves ou blessées légères) a augmenté entre 2015 et 2021 de 176% [11], ce qui correspond cependant à l'augmentation des **ventes** de VAE. Un effet d'âge est observé : En 2021, 33% des usagers et usagères de VAE grièvement blessé-e-s et 67% des tué-e-s avaient plus de 64 ans [12]. Les statistiques d'accident de 2014 à 2018 indiquent que plus de la moitié des accidents de VAE ayant entraîné des dommages corporels graves (56% des VAE25 et 54% des VAE45) impliquent une seule personne, tandis que 40% sont des collisions impliquant plusieurs usagers et usagères de la route [13]. Dans ce contexte, les intersections et les voies de circulation sur lesquelles les cyclistes à VAE partagent l'espace avec le trafic individuel motorisé sont particulièrement importantes. Les personnes circulant à VAE ne sont pas responsables dans la majorité des collisions les impliquant, particulièrement dans les giratoires [13]. L'infrastructure, ainsi que les autres usagers et usagères de la route, jouent donc un rôle central dans la prévention des accidents [13]. Néanmoins, l'augmentation du nombre de collisions et de chutes à VAE nécessite d'agir, en particulier auprès des seniors qui sont plus vulnérables que d'autres groupes d'usagères et usagers.

Le poids plus élevé des VAE par rapport aux vélos classiques laisse supposer que les accidents impliquant des VAE pourraient avoir des conséquences plus graves que les chutes et collisions impliquant des vélos classiques. Une comparaison n'est toutefois pas possible actuellement : d'une part, les chiffres relatifs à l'exposition en fonction de l'âge et du type de VAE font défaut. D'autre part, une grande partie des accidents de vélo, surtout les moins graves, ne sont pas déclarés – jusqu'à 90% selon le BPA [13].

## Système de sécurité à VAE

Même si cette recherche focalise sur les compétences individuelles, il est important de rappeler que la **sécurité routière** ne dépend pas uniquement de celles-ci. Les personnes se déplaçant à vélo constituent un de trois éléments du système de sécurité routière qui comprend les individus, l'environnement (et notamment les infrastructures) et les véhicules (avec leur équipement).

De manière générale, nous observons, notamment dans les pays du Nord de l'Europe, un changement d'approche dans le domaine de la **sécurité routière**. Il s'agit du passage d'une vision de la sécurité visant à attribuer la responsabilité à l'individu, à une **approche systémique** (« **safe system** ») [22], [14]. Dans cette dernière, les conditions de circulation et les infrastructures doivent offrir un niveau de sécurité suffisant et tolérer les erreurs de

<sup>3</sup> Le terme « accident » est interdit d'usage par la revue British Medical Journal car il implique une action due au hasard et l'absence de causalité – nous privilégions utiliser le mot « incident » ou des termes plus précis : collision, chute, etc.

tous les types d'usagers et usagères afin de réduire les risques de chute et de collision et d'en minimiser les conséquences.

Ce changement d'approche nécessite un élargissement du débat sur la sécurité cyclable au-delà des milieux et disciplines de la sécurité routière, et de dépasser la conception de la sécurité « objective » pour prendre également en compte la sécurité perçue par les cyclistes. La sécurité renvoie ainsi à la fois à la sécurité « objective », à savoir des accidents de la route, mais également à la **sécurité perçue**, qui reflète l'ensemble des situations dangereuses prises en compte ou non dans les statistiques (chutes, collisions, presque-accidents, sentiment d'insécurité, situations inconfortables).

Poursuivant les réflexions d'une précédente étude sur la sécurité cycliste [13], nous adoptons également ce changement d'approche qui se traduit par le passage d'une approche individuelle de la sécurité, où l'individu assume les risques inhérents au vélo, à une approche sociétale, où la pratique du vélo est considérée comme positive et encouragée. En se basant sur ces constats, l'équipe de projet propose un **système de sécurité à VAE** reprenant ces différents éléments : les compétences des cyclistes nécessaires à la conduite d'un VAE dépendent des comportements des autres usagers et usagères de la route, du territoire (des infrastructures cyclables existantes et des règles de la circulation), ainsi que de l'équipement du VAE (p.ex. un système d'assistance au freinage) et de l'équipement personnel de protection comme le casque (cf. Fig. 2). Ce travail de recherche se concentre sur les « compétences individuelles des cyclistes à VAE » telles qu'elles sont encadrées en rouge dans la Fig. 2. Cependant, il est important d'agir aussi sur le structurel car les infrastructures ont un impact plus élevé sur la sécurité que le comportement et l'équipement individuel [15].

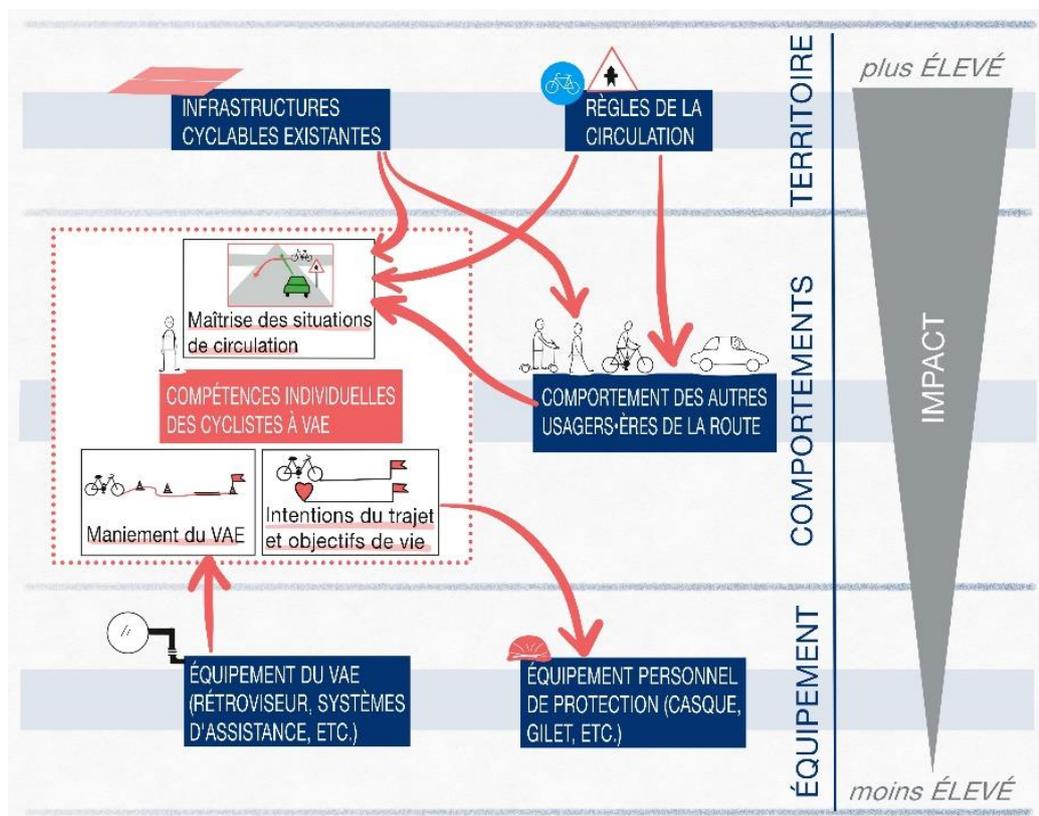


Fig. 2 Système de sécurité à VAE. Source : bfm.

### Aptitude, capacité et compétences nécessaires pour conduire un VAE

Plusieurs types d'exigences concernant les individus peuvent être identifiés pour la conduite d'un VAE, sur la base de la terminologie de la Loi fédérale sur la circulation routière (LCR) utilisée pour les véhicules à moteur.

Premièrement, l'**aptitude à la conduite**, c'est-à-dire l'ensemble des conditions psychiques et physiques générales auxquelles un individu doit satisfaire pour conduire de façon sûre un véhicule dans la circulation routière, qui doivent exister de manière stable.

Deuxièmement, la **capacité de conduire**, c'est-à-dire l'état psychique et physique momentané d'une personne, la rendant capable de conduire de façon sûre un véhicule dans la circulation routière (l'incapacité de conduire correspondant à un état transitoire à court terme, lié par exemple à la consommation d'alcool ou d'une autre substance psychotrope).

Troisièmement, la possession des **qualifications** nécessaires, c'est-à-dire les **compétences** acquises par un individu et le rendant capable de conduire un véhicule à moteur de façon sûre au sein de la circulation routière. Elles sont acquises via l'assimilation de connaissances théoriques et pratiques. Concernant le VAE, on peut distinguer trois compétences : celles de type stratégique (quel but, quel trajet), la maîtrise de situations de circulation dans le trafic, et le maniement du VAE.

## Objectifs et démarche

L'objectif de cette recherche est de définir quelles sont les exigences pour la conduite d'un VAE (25 ou 45) en limitant les risques de chute ou collision. Les **questions de recherche** suivantes ont été à l'origine de ce projet :

- Quelles sont la capacité<sup>4</sup>, l'aptitude et les compétences (ou qualifications) de conduite nécessaires pour rouler avec un VAE ?
- Quelles sont les différences entre la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour les VAE25 et VAE45 ?
- Comment les compétences de conduite nécessaires sont-elles acquises ?
- Les enfants (à partir de 12 ou 14 ans) et les personnes âgées disposent-ils/elles de cette capacité, cette aptitude et ces compétences de conduite ou peuvent-ils/elles les acquérir ?
- Quels sont les contenus et les méthodes d'une formation pour les VAE ?
- Faut-il des concepts différents pour les enfants, les adultes et les seniors ?
- D'un point de vue sociétal, quels sont les avantages et les désavantages d'un examen de conduite pour les usagers et usagères de VAE ?
- Dans quelle mesure un examen de conduite augmente-t-il la sécurité des usagers et usagères de VAE ?

Pour répondre à ces questions de recherche, nous avons eu recours à différentes méthodes. Nous avons d'abord **analysé la littérature scientifique et grise** ainsi que les **bases légales** et les **débats politiques** concernant le VAE en Suisse et dans d'autres pays européens. Comme il existe encore peu de recherches portant spécifiquement sur les compétences nécessaires à la conduite des VAE, une bonne partie des études considérées traitent des vélos conventionnels. En outre, il manque des études sur les compétences relatives aux VAE45, un type de vélo plus répandu en Suisse que dans les autres pays étudiés. Sur cette base, nous avons établi une première version d'un catalogue de compétences nécessaires pour rouler à VAE en sécurité qui a servi de fondement à deux séries d'**entretiens**.

D'une part, nous avons interrogé 16 **cyclistes à VAE expérimenté-e-s** et 12 **nouveaux usagers et nouvelles usagères de VAE**. Ces 12 personnes ont été rencontrées deux fois – juste après l'achat et six mois plus tard – afin de les suivre dans l'acquisition des compétences de conduite d'un VAE. Les personnes rencontrées constituent un échantillon varié en termes d'âge, de sexe, d'usages, de type de VAE (25 ou 45) et de contexte territorial (Suisse romande et alémanique). L'objectif de ces interviews semi-directifs était d'identifier les compétences particulièrement importantes pour les cyclistes utilisant un

<sup>4</sup> Pour les définitions, voir également le glossaire en annexe du rapport.

VAE et le processus d'apprentissage (rôle d'expériences antérieures, etc.) notamment en comparant les personnes expérimenté·e·s et novices.

Ces entretiens ont mis en avant un apprentissage progressif, soulignant l'importance de l'expérience personnelle, notamment la possibilité d'essayer ou d'emprunter un VAE, ainsi que les conseils et les expériences partagés par des ami·e·s ou des connaissances, renforcée par des essais en magasin permettant une meilleure compréhension des caractéristiques des vélos. De manière générale, l'apprentissage de la conduite à VAE s'acquiert rapidement et les premiers essais dans un milieu sécurisé revêtent une importance particulière. L'anticipation émerge comme une compétence clé, que ce soit pour gérer la recharge de la batterie, adapter sa tenue vestimentaire ou anticiper les comportements des autres usagers et usagères, en particulier les automobilistes. Malgré cet apprentissage, les entretiens ont également révélé que la circulation dans les giratoires et carrefours reste un problème, soulignant le besoin d'une infrastructure adaptée et sécurisée pour favoriser une conduite sereine à VAE

D'autre part, nous avons mené des entretiens avec 25 **expert·e·s** issu·e·s des deux grandes régions linguistiques et de domaines pertinents pour les questions traitées (notamment psychologie et médecine du trafic, enseignement de cours VAE, sécurité routière et vente de VAE). Les expert·e·s ont été interrogé·e·s sur l'aptitude, la capacité et les compétences nécessaires à la conduite d'un VAE, sur l'âge minimal et sur les contenus et méthodes pour une formation.

Dans ces entretiens, les expert·e·s ont souligné que les VAE se distinguent relativement peu des vélos mécaniques, à part d'un poids plus important qui influence le maniement. Avec le développement de nouvelles technologies (ABS, etc.), les compétences nécessaires pour conduire un VAE diminuent. Les expert·e·s ont aussi relevé que les VAE45 atteignent (quasiment) la vitesse du trafic motorisé à l'intérieur des localités, ce qui demande surtout de plus anticiper des situations et les comportements d'autrui. Les expert·e·s ont également confirmé que l'infrastructure – ainsi que la cohabitation avec les autres usagers et usagères de la route qui en découle – joue un rôle crucial.

La partie empirique a ensuite fait l'objet d'une **synthèse intermédiaire** dans laquelle le catalogue de compétences a été adapté et complété par l'aptitude et la capacité. De plus, les grandes lignes du concept de formation ont été proposées (contenus des modules, méthodes et formats, groupes cibles).

Un **atelier avec les parties prenantes** s'est déroulé fin novembre 2023. Les participant·e·s étaient les expert·e·s interrogé·e·s ainsi que d'autres représentant·e·s d'organisations pertinentes. L'atelier a eu pour objectif, dans une première partie, de permettre une réflexion critique sur une première version d'un catalogue de compétences ainsi que sur les premiers éléments d'un concept de formation sur les compétences individuelles nécessaires à la conduite d'un VAE en sécurité. Dans une deuxième partie, les avantages et désavantages d'un permis de conduire pour VAE ont été discutés.

Ces différents éléments ont amené à trois résultats principaux qui sont présentés par la suite : un **catalogue de compétences, capacité et aptitude** ; une analyse des **avantages et désavantages d'un permis** pour VAE ; ainsi qu'un **concept de formation à la conduite de VAE** (cf. Fig. 3).

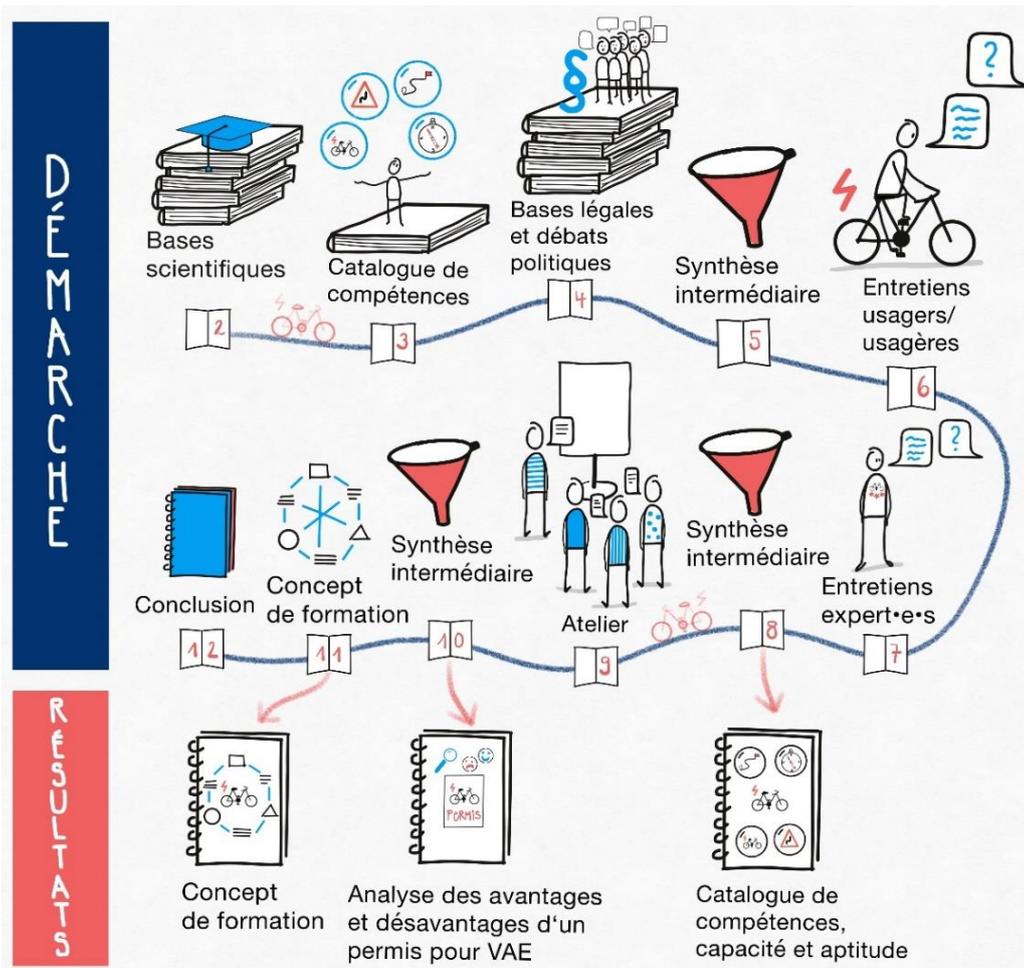


Fig. 3 Démarche et résultats de la recherche. Source : bfm.

## Catalogue de compétences, capacité et aptitude à la conduite d'un VAE

Afin d'établir un catalogue des compétences, capacité et aptitude nécessaires pour rouler de façon sûre à VAE, nous nous sommes basé·e·s sur un modèle d'apprentissage de la conduite appelé « **Goals for Driver Education** » (GDE) [16] qui a été développé par un consortium européen et qui sert de base à la formation des automobilistes dans plusieurs pays. Ce modèle postule que l'éducation à la conduite doit prendre en considération non seulement la maîtrise du véhicule et des situations de trafic, mais aussi un niveau hiérarchique supérieur, correspondant aux objectifs en lien avec la conduite, et dans la vie plus généralement, des personnes concernées. En Suisse, ce modèle a déjà fait l'objet d'une application au VAE dans le contexte de cours facultatifs par le BPA. Ce document a également servi de trame de base pour développer le catalogue de compétences, capacité et aptitude de cette recherche.

La base nécessaire pour circuler à vélo ainsi qu'à VAE est de disposer à la fois d'un état physique et psychique momentané (capacité) et général (aptitude) adéquats. Selon les expert·e·s interrogé·e·s, ces deux états ne se distinguent guère des exigences pour la conduite d'autres véhicules et leur contenu a donc été repris des définitions en vigueur pour ceux-ci [17], [18], [19].

**L'aptitude** à la conduite d'un VAE comporte trois composantes : physique, cognitive, et psychique. La **composante physique** correspond aux exigences médicales minimales mentionnées dans la loi en vigueur, concernant notamment les facultés visuelles, l'appareil locomoteur, le système cardio-respiratoire, le système nerveux, et le système endocrinien. Nous y avons ajouté une particularité du vélo : savoir garder l'équilibre. La **composante cognitive** correspond aux fonctions cérébrales responsables entre autres de l'orientation,

de la mémoire et de la réactivité. La **composante psychique** correspond entre autres à la perception de la réalité et à l'adaptation du comportement à la situation concrète.

La **capacité** à la conduite d'un VAE correspond aux caractéristiques d'une personne au moment même de se déplacer et comprend trois éléments : ne pas être sous l'influence de substances ; ne pas être dans un état émotionnel qui ne permette pas de se concentrer sur la conduite ; et, enfin, ne pas être distrait-e par des tâches effectuées simultanément.

Les **compétences** nécessaires pour conduire un VAE sont divisées en quatre niveaux. Alors que les deux premiers niveaux de compétences concernent concrètement le **maniement du VAE** (niveau 1) et son **utilisation dans le trafic** (niveau 2), les deux autres sont plus abstraits et portent sur l'**organisation individuelle des trajets** (niveau 3), et la **prise de conscience des facteurs influençant le comportement de conduite** (niveau 4). Les niveaux 1 et 2 peuvent ainsi être qualifiés de **niveaux d'exécution** et les niveaux 3 et 4 de **niveaux directeur**.

Pour les niveaux 3 et 4, les entretiens ont montré qu'il n'y a que peu de spécificités du VAE, et que les compétences requises sont les mêmes pour tout moyen de transport. Cependant, il est important de noter que sur l'infrastructure routière actuelle, circuler à VAE représente un risque plus élevé que rouler en voiture (notamment en raison de l'absence de carrosserie protégeant les cyclistes, de la sous-estimation de leur vitesse de la part des autres usagers et usagères de la route, du manque d'infrastructures cyclables, etc.). Les niveaux 3 et 4 représentent donc une base importante pour se déplacer en sécurité. Le développement de ces aspects dépasse toutefois le cadre de ce projet et nécessite des recherches ultérieures pour mieux définir comment les opérationnaliser, les aborder et les enseigner.

Quant aux niveaux 1 et 2, les cyclistes ainsi que les expert-e-s interrogé-e-s ont affirmé qu'il existe un grand nombre de compétences qui diffèrent peu voire pas du tout d'un vélo mécanique. C'est pourquoi nous avons regroupé ces compétences en deux types : celles qui s'appliquent à tout type de vélo et celles qui sont différentes pour les VAE25 et/ou les VAE45.

En outre, le catalogue de compétences comprend les trois colonnes proposées par la matrice GDE. La première détaille les différents **savoirs et compétences**. La deuxième aborde l'**évaluation du risque** lié à chaque compétence et la dernière l'**auto-évaluation** qui consiste à considérer sa propre propension au risque que représente chaque élément de compétence.

Tous les aspects relatifs aux compétences, à la capacité et à l'aptitude sont nécessaires pour conduire un VAE et ont été intégrés dans un catalogue sous forme de tableau (version simplifiée, cf. Tab. 1). Pour tenir compte de l'importance et de l'interdépendance entre les compétences individuelles nécessaires et les autres éléments du système de sécurité cyclable qu'ont confirmé les entretiens menés, nous avons relevé en orange dans le tableau les compétences qui dépendent de l'**infrastructure** et/ou des **autres usagers et usagères** et/ou de l'**équipement (technologique) du VAE**.

**Tab. 1** Version simplifiée du catalogue de compétences, capacité et aptitude à la conduite d'un VAE, orange = compétences qui dépendent de l'infrastructure et/ou des autres usagers et usagères et/ou de l'équipement (technologique) du VAE (version détaillée cf. chapitre 8.3)

<b>Compétences</b>	4) Mode de vie et objectifs	Connaître et savoir gérer les risques liés à l' <b>influence de sa personnalité</b> sur son comportement de conduite et disposer de stratégies pour les minimiser		Evaluation du risque	Auto-évaluation
		Connaître et savoir gérer les risques liés à son <b>besoin de reconnaissance et d'appartenance à un groupe</b> et sa <b>propension à des comportements à risque</b> et disposer de stratégies pour les minimiser			
	3) Intentions du trajet	Connaître et savoir estimer l' <b>influence des circonstances</b> sur le niveau de risque d'un trajet et disposer de stratégies pour minimiser les risques			
		Connaître et savoir estimer l' <b>influence des facteurs de planification</b> sur le niveau de sécurité d'un trajet et disposer de stratégies pour les minimiser			
	2) Maîtrise des situations de circulation	<b>Compétences similaires aux vélos sans assistance électrique :</b>	<b>Compétences spécifiques aux VAE :</b>		
Connaître et respecter les <b>règles générales de circulation</b> et connaître le risque de ne pas les suivre		Connaître et respecter les <b>règles qui s'appliquent en particulier aux VAE (25 et 45)</b> et connaître le risque de ne pas les suivre			
Comportement de conduite dans les <b>carrefours giratoires et tourne-à-gauche</b> <b>Observer et filtrer des informations visuelles</b> Adopter un <b>comportement partenarial</b> et notamment à l'égard des usagers et usagères plus vulnérables Maintenir les <b>marges de sécurité</b> Vérifier de ne pas se trouver dans l' <b>angle mort</b> d'un véhicule Adopter une « <b>conduite défensive</b> »		<b>Vigilance envers la sous-estimation</b> de la vitesse et les refus de priorité <b>Anticipation de la sous-estimation de la vitesse</b> du VAE par les automobilistes <b>Adaptation de la vitesse</b> aux conditions météorologiques			
1) Maniement et entretien du véhicule	<b>Savoir rouler et garder l'équilibre</b> ; développer des <b>automatismes</b> <b>Contrôler régulièrement son vélo</b> <b>Gérer l'entretien mécanique de son vélo</b> (soi-même ou en déléguant à un-e professionnel-le) <b>Équiper son vélo pour l'hiver</b> <b>Choisir ses vêtements</b> adaptés aux conditions Porter correctement des <b>équipements de sécurité</b>	Connaître et savoir gérer les <b>propriétés, caractéristiques physiques et limites du VAE</b> et les risques en cas de les ignorer Savoir <b>gérer la batterie</b>			
<b>Capacité</b>	Ne <b>pas conduire un VAE en état d'ébriété</b> ou sous l'influence de <b>médicaments psychotropes</b> ou de <b>stupéfiants</b> Ne pas conduire un VAE sous <b>stress, émotions fortes</b> ou <b>fatigue</b> Ne pas être distrait par l'accomplissement d'autres <b>tâches simultanées</b>				
<b>Aptitude</b>	<b>Bases physiques</b> : vue, ouïe et force, équilibre et absence de maladies neurologiques, cardiovasculaires, du métabolisme, des organes respiratoires, de la colonne vertébrale et de l'appareil locomoteur <b>Bases psychiques</b> : absence de troubles psychiques avec des effets importants sur la perception de la réalité, l'acquisition et le traitement de l'information, la réactivité, ou l'adaptation du comportement à la situation ; absence de dépendance à l'égard d'une substance <b>Bases cognitives</b> : absence de troubles des fonctions cérébrales perturbant la conscience, l'orientation, la mémoire, l'intellect, la réactivité				

Nous avons également traité la question du **rôle de l'âge** sur l'aptitude, la capacité et les compétences lors des entretiens menés. Selon la majorité des expert.e-s, des enfants à

partir de 12 ans et des personnes âgées peuvent tout autant posséder l'aptitude de rouler à VAE. Qui sait utiliser un vélo mécanique sait aussi utiliser un VAE25 et dans la plupart des cas également un VAE45. Comme nous l'avons vu au cours de cette étude, pour les enfants, il n'est pas possible de définir un âge précis, mais il apparaît que dès l'âge de 10 à 12 ans, l'on dispose des bases physiques (notamment de la taille) et cognitives pour se déplacer à vélo ou VAE dans le trafic. Les bases psychiques et la capacité momentanée à se déplacer à VAE sont indépendantes d'un certain âge. Quant aux compétences, un enfant ou une personne âgée qui sait se déplacer à vélo peut facilement acquérir les compétences nécessaires pour utiliser un VAE25. Pour le VAE45, il faut posséder un peu plus de force pour le manœuvrer ainsi qu'un équilibre et une réactivité plus marqués vu la vitesse plus élevée, mais cela ne peut pas être clairement associé à un certain âge. Une distinction des groupes d'âge par rapport à leur accès au VAE ne paraît donc pas nécessaire. Sur la base des entretiens menés, un changement des règles en vigueur concernant l'âge minimal – à savoir 14 ans après avoir suivi un examen théorique (avec l'abaissement proposé par le Conseil fédéral à 12 ans, accompagné d'un-e adulte) – ne s'impose pas.

### Avantages et désavantages d'un permis pour VAE

Dans le cadre de l'atelier avec les parties prenantes, quatre options de régler l'utilisation d'un VAE avec un permis ont été discutées. En plus de la situation actuelle (un permis « vélomoteur » ou autre exigé pour les VAE45 et pour les VAE25 entre 14 et 16 ans, ainsi que des cours sur inscription volontaire), il s'agit de trois manières d'introduire un permis de conduire spécifique aux VAE :

- maintien de la situation actuelle (statu quo)
- un examen théorique obligatoire spécifique aux VAE
- un examen théorique et pratique obligatoire spécifique aux VAE
- un cours théorique et pratique obligatoire, mais sans examen

Les avantages et désavantages mentionnés par les expert-e-s lors de l'atelier pour ces trois nouvelles options se ressemblent en grande partie, c'est pourquoi nous les traitons ici de manière groupée. Les avantages et désavantages se réfèrent à l'influence de l'introduction d'une telle mesure en Suisse sur la société en comparaison avec la situation actuelle. Ils comprennent donc tous les aspects possibles, notamment relatifs à la sécurité routière, à la santé publique ou aux coûts.

Au niveau des **avantages** d'un permis, deux arguments majeurs ont été avancés par les expert-e-s :

- D'une part, il permettrait de s'assurer que toute personne circulant à VAE dispose de **connaissances de base** sur comment rouler et se comporter dans le trafic et sur l'infrastructure actuellement en place en Suisse. Une obligation permettrait aussi d'atteindre toutes les personnes qui ne participeraient jamais à un cours facultatif.
- D'autre part, une offre obligatoire permettrait plus facilement d'assurer une certaine **qualité des contenus de cours**, soit directement, soit à travers des questions posées ou des compétences pratiques à démontrer lors d'examens.

D'autres avantages potentiels d'un permis pour VAE serait :

- Une légitimation accrue des usagers et usagères de VAE grâce à l'obtention d'un permis.
- Un traitement harmonisé par rapport aux autres moyens de transport motorisés nécessitant tous un permis.

Cependant, la question de savoir quel serait l'**effet sur la sécurité routière** d'un permis et d'une formation harmonisée reste ouverte. Sur la base de notre travail empirique ainsi que de la littérature, nous ne pouvons pas estimer s'il y aurait réellement un effet positif sur le nombre de chutes et de collisions qui permettrait de diminuer les coûts (également sociaux) de ces derniers.

En plus de ces incertitudes, les expert-e-s ont relevé toute une série de **désavantages** liés à l'introduction d'un permis spécifique aux VAE :

- A commencer par l'aspect qui était au cœur de ce projet de recherche : les **compétences nécessaires** pour utiliser un VAE. L'introduction d'un permis pour toute personne utilisant un VAE irait à l'encontre du constat que ces compétences sont très similaires au vélo mécanique pour lequel aucun permis n'est requis. Cela vaut en particulier pour les VAE25. Il n'y a cependant pas de raison d'abroger la règle actuelle exigeant que les jeunes de moins 16 ans passent un examen théorique, tant que l'éducation routière n'est pas harmonisée et davantage développée au sein de l'école obligatoire. Il est important de maintenir cette exigence afin de garantir l'acquisition de connaissances des règles de la circulation pour se déplacer dans le trafic. Pour le VAE45, un permis (M ou B) et donc un examen théorique général sur le code de la route est déjà nécessaire pour tout le monde<sup>5</sup>.
- D'autres désavantages ou incertitudes comprennent les **coûts financiers et administratifs** associés à la mise en place d'un tel permis (tant pour les autorités que pour les personnes devant passer un permis).
- Une **diminution de l'attractivité** du VAE, qui irait à l'encontre des avantages sociétaux du VAE, notamment en termes de santé publique, très positifs, même en tenant compte des risques, des chutes et des collisions. Bien qu'actuellement aucun pays comparable n'ait introduit un tel examen, il semble probable que celui-ci réduirait l'attractivité du VAE.
- Face au **bénéfice du droit acquis** (>1.35 million de VAE sont actuellement en circulation[1]), il se poserait aussi des questions de **faisabilité** d'un tel changement de système et de **communication** car pour les VAE25, la Suisse se distinguerait ainsi de ses pays voisins et de l'Union européenne. Il est donc difficile de concevoir une solution où l'utilisation du VAE est rendue plus compliquée, en particulier pour toutes les personnes qui en ont acquis un dans les conditions actuelles.

Les informations récoltées dans le cadre de cette étude ne nous permettent donc pas de conclure que les avantages de l'introduction d'un permis dépasseraient les désavantages. Cependant, le système actuel basé sur des cours facultatifs et un examen théorique (pour les VAE25 entre 14 et 16 ans et dans tous les cas pour les VAE45) présente un **potentiel d'amélioration** pour contrer la hausse des accidents à VAE.

## Concept de formation : créer une plateforme attractive de formation facultative pour la conduite de VAE

Sur la base des conclusions de notre travail empirique, nous proposons de **repenser la situation actuelle** avec un concept renouvelé de formation facultative mais recommandé au VAE. Il vise à augmenter la sécurité des cyclistes à VAE sans introduire un nouveau permis ou une formation obligatoire. Il s'agit ainsi de donner envie de faire du vélo soutenant et accompagnant les individus, de sorte que chacun-e se sente concerné-e et encouragé-e à participer à un cours VAE.

### Cadre de la plateforme de formation

#### Permettre aux usagers et usagères d'acquérir les compétences nécessaires

L'**objectif** de ce concept de formation est de proposer des pistes pour des outils didactiques permettant d'acquérir les compétences nécessaires pour la conduite d'un VAE. Ainsi, il vise à augmenter la sécurité routière et à diminuer le nombre d'accidents (en particulier ceux qui n'incluent pas d'autres usagers ou usagères) dans le contexte d'infrastructures cyclables lacunaires qui existent aujourd'hui en Suisse et qui nécessitent certaines compétences individuelles supplémentaires pour y rouler sans se mettre en danger.

#### Inscrire la démarche dans une approche de promotion et d'empowerment

En partant du constat qu'il y a un intérêt écologique, social et sanitaire à promouvoir le vélo sous toutes ses formes, ce concept de formation s'inscrit dans une **approche de**

<sup>5</sup> Plusieurs études suisses avec de grands échantillons montrent d'ailleurs aussi que plus de 90% des usagers et usagères du VAE25 ont un permis [20], [21], [22], [23].

**promotion du vélo** et plus particulièrement d'encouragement et d'empowerment. Une formation à la pratique du VAE qui aura du succès doit aller de pair avec la promotion du vélo respectivement du VAE et donner envie de la suivre.

### Réunir les différentes offres et initiatives sur une plateforme de référence

Aujourd'hui, il existe de multiples campagnes de prévention et sensibilisation ainsi que des offres de cours de conduite de VAE très dispersées dû aux nombreuses institutions qui les proposent. Les rendre visible sur une plateforme de référence permettra de regrouper tous les contenus existants et ainsi renforcer leur visibilité et donc leur utilité. La plateforme sera donc le fruit d'une **collaboration** entre les différent-e-s acteurs et actrices du milieu. L'OFROU, ou un organe mandaté, en assurera la coordination et le bon fonctionnement. Les institutions publiques de prévention, mais aussi les employeurs, les associations du domaine de la mobilité et les assurances sont d'autres partenaires multiplicateurs à intégrer. Quant au financement de cette plateforme, il pourrait provenir du Fonds de la sécurité routière (FSR) car elle représente une mesure adaptée à son mandat légal pour promouvoir la sécurité routière.

### S'assurer que les coûts ne constitueront pas un frein à se former à faire du VAE

De manière générale, une plateforme en ligne représente une offre attractive et abordable permettant de suivre une formation plus conséquente tout en assurant des contenus de qualité. Pour **inciter à la participation aux cours pratiques**, différentes solutions sont à explorer : offrir un bon pour suivre un cours lors de l'achat d'un VAE ou lors de l'immatriculation d'un VAE45 (ou à l'inverse, exempter de frais d'immatriculation si un cours est suivi), distribuer des bons pour un service au magasin de vélo à la fin d'un cours, ou encore proposer des cours entièrement gratuits pour les participant-e-s.

### Tenir compte des besoins des différents groupes cibles

De manière générale, une telle plateforme s'adresse à l'ensemble des usagers et usagères de VAE. Les contenus doivent ainsi tenir compte des besoins des groupes cibles. En effet, les entretiens ont démontré qu'il n'est pas toujours évident de distinguer clairement des groupes, mais que certaines tendances se dessinent et que les différences résident davantage dans les méthodes ou le traitement de ces groupes que dans les compétences qui se différencieraient. Il convient ainsi de distinguer les jeunes (d'environ moins de 25 ans), les adultes et les seniors (de 65 ans et plus environ). Cependant, d'autres distinctions peuvent être également pertinentes : les personnes sans permis de conduire ou l'ayant obtenu il y a longtemps ou encore les personnes peu respectivement très expérimentées à vélo / VAE.

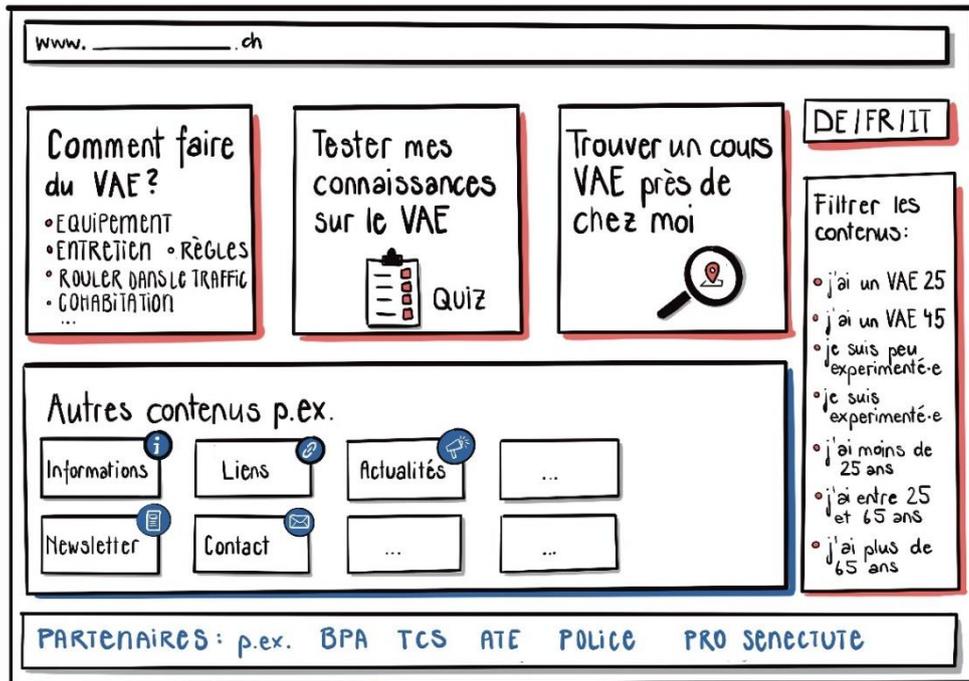
Les seniors étant surreprésenté-e-s dans les accidents graves par rapport à leur part dans la population, nous proposons de mettre un accent sur ce groupe cible. Il s'agit par exemple de les sensibiliser à la plus grande vulnérabilité du corps avec l'âge ainsi qu'aux types de VAE et d'équipement les plus adaptés. Pour définir les offres et conseils pertinents pour atteindre les seniors, il sera important de tenir compte des offres existantes et de définir des stratégies de communication adaptées afin de toucher l'ensemble de cette classe d'âge.

## Contenus et réalisation de la plateforme et des formations

### Créer des contenus de qualité sur la base du catalogue de compétences

Pour parvenir aux objectifs mentionnés, nous proposons la création d'une **plateforme en ligne de formation modulaire** au VAE. Concrètement, cette plateforme regroupe des **contenus théoriques** variés (existants sur d'autres sites ou à créer sous forme attractive, notamment de vidéos) ainsi que des **renvois aux offres de cours pratiques** (cf. Fig. 4). Les contenus de la plateforme se basent sur le catalogue de compétences, capacité et aptitude. Nous avons proposé **une liste de modules** des différents savoirs (savoir-faire et savoir-être également) à acquérir (cf. chapitre 11.3.3). La proposition détaille le contenu des modules et, le cas échéant, le groupe cible auquel ils s'adressent en particulier, ainsi

que leur format (théorie / pratique etc.). Il faut en effet des **méthodes et formats** à la fois de théorie et de pratique pour acquérir les compétences nécessaires pour faire du VAE.



**Fig. 4** Interface de la plateforme de formation. Source : bfm.

Pour la **théorie**, deux formes principales sont proposées. D'une part, la plateforme proposera du « e-learning » : des contenus statiques (textes et images) et des vidéos. Les différents modules se composeront à la fois d'une partie « informative » que d'une forme d'évaluation pour tester son savoir. Cela permettra aussi de mieux inclure les deux aspects de l'évaluation du risque et de l'auto-évaluation qui font partie du catalogue de compétences. D'autre part, des cours en présentiel devront aussi contenir des parties théoriques. Ces contenus **pratiques** peuvent également prendre différentes formes : allant de l'observation du trafic et des autres usagers et usagères, à la mise en pratique dans un espace protégé que ce soit dans une cour d'école ou aire de sport, voire un jardin de la circulation, ou encore sur l'infrastructure routière, dans la circulation.

Il faudra aussi s'assurer que les canaux proposés permettront d'atteindre tou-te-s les seniors, mais nous partons du principe qu'aujourd'hui, leur accès à des contenus en ligne est aussi répandu que pour d'autres groupes d'âge.

### Donner envie d'utiliser les contenus et de suivre les cours

En plus de s'assurer de proposer des contenus de qualité sur une base scientifique, il faut aussi s'assurer qu'ils soient attractifs et donnent envie d'être utilisés et suivis. Pour la **théorie**, l'idée est de créer du contenu interactif, ludique et attrayant où les participant-e-s sont actifs et actives dans l'apprentissage, à l'instar de jeux vidéo voire de simulations de réalité virtuelle. Les formes d'évaluation interactives comme des quiz ou des questionnaires pourront être accompagnées par un système d'inscription et d'attestation avec des récompenses (symboliques, voire matérielles, p.ex. des tirages au sort). Les contenus **pratiques** devront aussi avoir des formats plus attractifs pour attirer des personnes aujourd'hui réticentes à les suivre. Il faudra aller au-delà de cours « classiques » qui offrent un cadre plutôt scolaire et développer une offre de type « sorties accompagnées » lors desquelles les contenus seront transmis de manière subtile et ludique au cours d'une balade à VAE.

### Développer une stratégie de communication ciblée

Une **campagne de communication** au niveau national est nécessaire afin de faire connaître la plateforme, de développer davantage les cours volontaires et de recommander à chaque usager et usagère d'en suivre un lors de ses débuts à VAE. Elle devra faciliter la « normalisation » de la participation aux cours, afin que le fait de suivre un cours ne constitue plus une exception pour des groupes de personnes (notamment les plus « vulnérables », à l'exemple des seniors). Comme proposé ci-dessus, il faudra veiller à inscrire ces messages dans une campagne plus globale de promotion du VAE pour atteindre l'objectif voulu.

### Considérer les magasins de vélo et ateliers de réparation comme des partenaires

Les **magasins et ateliers de réparation de VAE** jouent un rôle central. Leurs employé-e-s représentent des interlocuteurs et interlocutrices clés pour les usagers et usagères : il existe une relation de confiance permettant d'atteindre les cyclistes à VAE de manière plus ciblée que par des campagnes de communication plus générales. La contribution des marchands et des ateliers de réparation de vélos permettant d'informer de la présence de la plateforme et d'inciter à suivre un cours est particulièrement précieuse. La branche du VAE devra être soutenue dans cet effort, sachant que leur marge de manœuvre en termes économiques est souvent très restreinte et que cette tâche nécessite du temps et des supports (flyers et bons à distribuer, renseignements aux client-e-s, etc.). Les autres canaux de vente comme les bourses aux vélos devront assurer le même travail. En cas de revente ou de passation de VAE entre privé-e-s, cela pourra se faire lors du premier contact avec l'atelier de réparation, sachant qu'il n'y a que peu de personnes qui s'occupent elles-mêmes de l'entretien.

### Impliquer les autres usagers et usagères de la route

Vu l'importance des autres usagers et usagères de la route pour la sécurité des cyclistes à VAE, deux des modules proposés incluent un **changement de perspective** impliquant des personnes conduisant des véhicules motorisés. A noter que les aspects de cohabitation entre VAE et voitures doivent être traités dans les deux sens. Ainsi les cyclistes autant que les automobilistes doivent être confronté-e-s à la vision opposée pour comprendre notamment le risque de l'angle mort. De plus, les formations pour automobilistes devraient également être complétées pour comprendre la vision des cyclistes.

Une autre option pour mieux intégrer les aspects liés aux VAE45 serait de **compléter les examens théoriques** existants qui permettent son utilisation. A commencer par le permis M (vélomoteurs), mais aussi le permis B (voitures), des questions pertinentes pourraient être ajoutées pour prendre en compte les aspects de cohabitation les plus importants. Afin de renforcer cet aspect, en plus de cibler les usagers et usagères de VAE, nous proposons également de compléter les formations pour les autres usagers et usagères de la route et de les sensibiliser aux VAE.

### Evaluer le concept en tenant compte des évolutions futures du VAE

Le concept de formation ici présenté s'inscrit dans une approche évolutive. A partir de sa mise en œuvre, le concept devra être **évalué** dans son impact sur l'apprentissage des participant-e-s, sur la promotion du vélo et sur la sécurité routière (notamment sur l'accidentologie, ce qui nécessite des informations supplémentaires auxquelles nous n'avons pas accès). Selon ces observations, le concept de formation et les contenus qui ont été développés sur sa base, devront être adaptés.

## Recommandations

La majeure recommandation de ce projet de recherche consiste à mettre en œuvre le concept de formation proposé en suivant les étapes décrites ci-dessus.

Plus précisément, il peut être réparti en différentes recommandations qui se veulent aussi un guide « étape par étape » pour réaliser la plateforme de formation proposée :

- Réunir les différents acteurs du domaine du VAE et créer une plateforme qui contient et recense les offres existantes (en ligne et renvois vers des cours)
- Définir les contenus parmi les propositions de modules manquant et les développer de manière attractive, interactive et ludique
- Mener une campagne de communication générale et une campagne de sensibilisation auprès des magasins de VAE et des usagers et usagères de VAE pour faire connaître la plateforme
- Adapter les offres d'autres formations (p.ex. voitures, poids-lourds) avec des contenus relatifs à la cohabitation avec les VAE
- Evaluer le concept de formation et l'adapter le cas échéant

Trois recommandations supplémentaires sont apparues au cours de cette recherche :

- Evaluer comment le groupe cible des personnes âgées peut être atteint et intégré au mieux, et mettre en œuvre des mesures ciblées
- Sensibiliser et former également les autres usagers et usagères de la route (surtout les personnes circulant en véhicules motorisés) à la présence des VAE, en particulier à la sous-estimation de la vitesse des VAE45, tant que l'infrastructure cyclable n'est pas encore assez développée pour faciliter la cohabitation
- Harmoniser et développer l'éducation routière et la pratique du vélo à l'école obligatoire pour atteindre un niveau qui prépare suffisamment les jeunes à se déplacer à vélo / VAE dans le trafic

Enfin, nous recommandons également de suivre l'évolution des VAE25 et VAE45. La situation est susceptible de changer (notamment si des analyses approfondies des accidents seront disponibles, permettant ainsi de réellement comprendre les chutes et les collisions, en particulier la chaîne d'évènements qui mène à une chute ou à une collision ; ou encore si l'exposition des cyclistes y compris à VAE sera mieux connue) et il faudra s'y adapter si nécessaire.

## Zusammenfassung

Dieses Forschungsprojekt befasst sich mit den Anforderungen an das Führen von **E-Bikes**. E-Bikes sind Velos mit einer elektrischen Tretunterstützung. In der Schweiz werden zwei Arten unterschieden: **E-Bikes 25** (« langsame E-Bikes ») mit einer Unterstützung bis zu 25 km/h und **E-Bikes 45** (« schnelle E-Bikes ») mit einer Unterstützung bis zu 45 km/h, für die ein gelbes Kennzeichen erforderlich ist (vgl. Abb. 1). Sie werden in der Schweiz umgangssprachlich auch als Elektrovelos bezeichnet, während in Deutschland das E-Bike 25 offiziell als Pedelec und das E-Bike 45 als S-Pedelec (für Speed-Pedelec) bezeichnet wird.<sup>6</sup>

In der **Schweiz** gelten E-Bikes 25 gesetzlich als « Leicht-Motorfahräder » und hatten 2021 einen Anteil von 88% an den E-Bike-Verkäufen. E-Bikes 45 gehören zur Kategorie der « Motorfahräder » und umfassten 2021 die restlichen 12% der Verkäufe [1].



**Abb. 5** E-Bike 45 (links) und E-Bike 25 (rechts) sind oft nur durch das für die schnellen E-Bikes vorgeschriebene gelbe Kennzeichen zu unterscheiden. Quelle: bfm.

Derzeit ist die Benutzung eines **E-Bike 25** ab 16 Jahren ohne Führerausweis und ab 14 Jahren mit einem Mofa-Ausweis (Kategorie M) erlaubt. Eine Herabsetzung des Mindestalters auf 12 Jahre (unter der Voraussetzung, dass ein Erwachsener das Kind begleitet) wird derzeit diskutiert. Die Schweiz würde damit Österreich folgen<sup>7</sup>, während es in den anderen Nachbarländern sowie in Dänemark und den Niederlanden kein Mindestalter gibt.

Für **E-Bikes 45** beträgt das Mindestalter in der Schweiz 14 Jahre. Es wird unabhängig vom Alter ein Führerausweis der Kategorie M (oder einer höheren Kategorie) benötigt. Wie für die E-Bikes 25 ist eine praktische Ausbildung heute freiwillig. Die Nachbarländer der Schweiz und die Niederlande verlangen für diese Art von E-Bikes ebenfalls einen Führerausweis, Dänemark hingegen nicht. Auch in Bezug auf das Alter ist Dänemark eine Ausnahme: Dort dürfen schnelle E-Bikes ab 15 Jahren benutzt werden, während die anderen genannten Länder das Mindestalter bei 16 Jahren ansetzen. In der Schweiz müssen E-Bikes 45 Radwege benutzen, während sie dies in Dänemark tun dürfen und in den Niederlanden nur, wenn sie den Motor ausschalten oder mit angepasster Geschwindigkeit fahren. In den Nachbarländern der Schweiz dürfen schnelle E-Bikes keine Radwege benutzen, was ihre Attraktivität mindert.

Diese Forschungsarbeit bezieht sich auf **die Alltags- und Freizeitnutzung von E-Bikes im Strassenverkehr** und schliesst insbesondere die Nutzung von Mountainbikes mit

<sup>6</sup> Dieser Bericht befasst sich nicht mit Zweirädern, bei denen der Elektromotor das Treten vollständig ersetzt. Die Analysen und Schlussfolgerungen sind daher nicht auf diese Art von Zweirädern übertragbar, die in der Schweiz bisher kaum verbreitet sind. Diese Fahrzeuge werden in Deutschland teilweise als E-Bikes bezeichnet.

<sup>7</sup> In Österreich dürfen Jugendliche mit einem « Fahrradführerschein » bereits ab 10 Jahren ein E-Bike 25 benutzen. In der Schweiz können die Kantone jüngeren Kindern unter bestimmten Bedingungen (z. B. langer Schulweg auf dem Land) die Benutzung eines E-Bike 25 erlauben.

Tretunterstützung auf Bergwegen aus. Auch Cargo-Bikes (Lastenvelos) mit Elektrounterstützung werden nicht behandelt, da sie aufgrund ihrer Gewichts- und Bremseigenschaften andere Anforderungen an das Fahrverhalten stellen. Viele Cargo-Bikes haben zudem drei Räder, was ebenfalls einen wichtigen Unterschied zu E-Bikes darstellt.

## Hintergrund und Herausforderungen

Während das E-Bike zunächst das Velofahren für ältere Menschen oder Menschen mit eingeschränkten körperlichen Fähigkeiten erleichtert hat [2], hat es sich später auch auf eine jüngere Bevölkerung ausgeweitet [3], [4]. Für diese bietet das E-Bike die Möglichkeit, den Aktionsradius des Velos zu erweitern, Steigungen zu überwinden, Lasten zu transportieren oder grössere Entfernungen zurückzulegen [5]. Dabei hat es das E-Bike auch Menschen ermöglicht, das Velofahren wieder aufzunehmen oder es trotz veränderter persönlicher Umstände (fortgeschrittenes Alter, Transport von Kindern, Gesundheitsprobleme usw.) aufrechtzuerhalten [6].

Das E-Bike-Fahren bietet viele **Vorteile**, unter anderem körperliche Aktivität [7], [8], [9], eine effiziente Fortbewegungsmöglichkeit ohne negative Auswirkungen auf die Umwelt, Spass und Benutzerfreundlichkeit dank der elektrischen Tretunterstützung [10], und übergeordnete Nutzen wie die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und gesamtgesellschaftliche Kosteneinsparungen durch eine bessere Gesundheit.

Die zunehmende Nutzung von E-Bikes geht mit einem Anstieg der **Unfallzahlen** (Stürze, Kollisionen) einher. Die Gesamtzahl der Opfer von E-Bike-Unfällen (getötete, schwer oder leicht verletzte Personen) stieg zwischen 2015 und 2021 um 176% [11], was in etwa dem Anstieg der E-Bike-Verkäufe entspricht. Dabei gibt es einen Alterseffekt: Im Jahr 2021 waren 33% der schwer verletzten und 67% der getöteten E-Bike-Nutzer:innen über 64 Jahre alt [12]. Die Unfallstatistiken von 2014 bis 2018 zeigen, dass mehr als die Hälfte der E-Bike-Unfälle mit schweren Verletzungen (56% der E-Bikes 25 und 54% der E-Bikes 45) Alleinunfälle waren. 40% der Unfälle waren Kollisionen, in welche mehrere Verkehrsteilnehmende involviert waren [13]. In diesem Zusammenhang besonders relevant sind Kreuzungen sowie Fahrbahnen, auf denen sich die E-Bike-Fahrenden den Platz mit dem motorisierten Individualverkehr teilen. Der Infrastruktur, sowie den anderen Verkehrsteilnehmenden, kommt demnach eine zentrale Rolle bei, um Unfälle zu vermeiden [13].

Das höhere Gewicht der E-Bikes im Vergleich zu den herkömmlichen Velos lässt vermuten, dass Unfälle mit E-Bikes schwerwiegendere Folgen haben könnten als Unfälle mit klassischen Velos. Ein Vergleich ist allerdings aktuell nicht möglich: Einerseits fehlen dazu die Zahlen zu der Exposition nach Alter und Art des E-Bikes. Andererseits werden ein Grossteil der Velounfälle, insbesondere die weniger schweren, gar nicht gemeldet – gemäss BFU bis zu 90% [13].

## Die Sicherheit beim E-Bike-Fahren als System

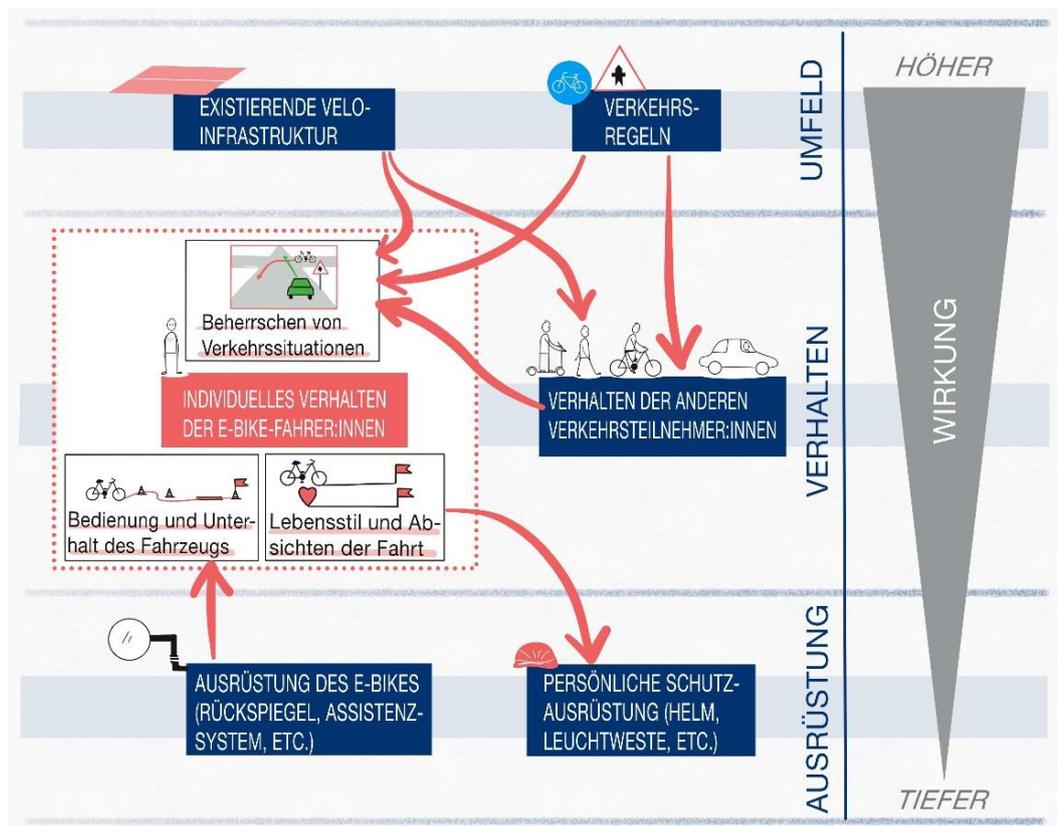
Auch wenn sich dieser Forschungsbericht auf die individuelle Ebene konzentriert, ist es wichtig, daran zu erinnern, dass die **Verkehrssicherheit** nicht nur von dieser abhängt. Velofahrende sind eines der drei Elemente des Verkehrssicherheitssystems, das die Menschen, die Umwelt (insbesondere die Infrastruktur) und die Fahrzeuge (mit ihrer Ausrüstung) umfasst.

Generell und insbesondere in den nordeuropäischen Ländern erfolgte eine Veränderung des Ansatzes im Bereich der **Strassenverkehrssicherheit**. Diese beinhaltet den Übergang von einer Konzeption der Sicherheit, die darauf abzielt, die Verantwortung den Einzelnen zuzuschreiben, zu einem « Safe System »-**Ansatz** [22], [14]. Gemäss diesem müssen die Verkehrsbedingungen und die Infrastruktur ein ausreichendes Sicherheitsniveau bieten und Fehler aller Arten von Verkehrsteilnehmenden tolerieren, um das Risiko von Zwischenfällen zu verringern und deren Folgen zu minimieren.

Diese Änderung erfordert eine Ausweitung der Diskussion über die Velosicherheit über die üblichen Akteur:innen und Disziplinen der Verkehrssicherheit hinaus und eine

Überwindung des Konzepts der « objektiven » Sicherheit, um auch die von den Velofahrenden empfundene Sicherheit zu berücksichtigen. Sicherheit bezieht sich somit sowohl auf die « objektive » Sicherheit, d. h. Unfälle im Strassenverkehr, als auch auf die **subjektive Sicherheit**, die alle gefährlichen Situationen widerspiegelt, die in den Statistiken nur teilweise berücksichtigt werden (Stürze, Kollisionen, Beinahe-Kollisionen, Unsicherheitsgefühl, unangenehme Situationen).

Basierend auf den Überlegungen einer früheren Studie über die Sicherheit von Velofahrenden [13], übernehmen auch wir diesen veränderten Ansatz. Er äussert sich in einem Übergang von einem individuellen Sicherheitsansatz, bei dem jede:r Einzelne die mit dem Velofahren verbundenen Risiken übernimmt, zu einem gesellschaftlichen Ansatz, bei dem das Velofahren als positiv angesehen und gefördert wird. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse schlägt das Projektteam ein **System der E-Bike-Sicherheit** vor, das diese verschiedenen Elemente aufgreift: Die für das Führen eines E-Bikes erforderlichen Kompetenzen der Velofahrenden hängen vom Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmenden, dem Raum (der vorhandenen Veloinfrastruktur und den Verkehrsregeln) sowie von der Ausstattung des E-Bikes (z. B. einem Bremsassistentensystem) und der persönlichen Schutzausrüstung wie dem Helm ab (siehe Abb. 2). Diese Forschungsarbeit konzentriert sich auf das « individuelle Verhalten der E-Bike-Fahrer:innen », das in der Abb. 2 rot eingerahmt ist. Es ist jedoch wichtig, auch beim Strukturellen anzusetzen, da die Infrastruktur eine höhere Auswirkung auf die Sicherheit hat als individuelles Verhalten und Ausrüstung [15].



**Abb. 6** Das System der E-Bike-Sicherheit. Quelle: bfm.

### Notwendige Fahreignung, Fahrfähigkeit und Fahrkompetenzen zum Führen eines E-Bikes

Für das E-Bike-Fahren lassen sich mehrere Arten von Anforderungen an Einzelpersonen identifizieren, die auf der für Motorfahrzeuge verwendeten Terminologie des Bundesgesetzes über den Strassenverkehr (SVG) basieren:

Erstens die **Fahreignung**, d. h. die Gesamtheit der allgemeinen psychischen und physischen Bedingungen, die ein Mensch erfüllen muss, um ein Fahrzeug im Strassenverkehr sicher zu führen, und die stabil vorhanden sein müssen.

Zweitens die **Fahrfähigkeit**, d. h. der momentane psychische und physische Zustand einer Person, der sie befähigt, ein Fahrzeug im Strassenverkehr sicher zu führen (Fahrunfähigkeit entspricht einem kurzfristigen, vorübergehenden Zustand, der z. B. mit dem Konsum von Alkohol oder einer anderen psychotropen Substanz zusammenhängt).

Drittens der Besitz der erforderlichen **Fahrkompetenzen**, die eine Person erworben hat und die sie in die Lage versetzen, ein Motorfahrzeug im Strassenverkehr sicher zu führen. Sie werden durch die Aneignung von theoretischem und praktischem Wissen erworben. Für das Führen eines E-Bikes können drei Arten Kompetenzen unterschieden werden: strategische Kompetenzen (z.B. Ziel- und Streckenwahl), die Bewältigung von Verkehrssituationen und die Beherrschung des E-Bikes.

## Ziele und Vorgehen

Diese Forschungsarbeit hat das Ziel, zu definieren, welche Anforderungen an das Fahren eines E-Bikes (25 oder 45) bestehen, um das Unfallrisiko dabei zu minimieren. Folgende **Forschungsfragen** bildeten die Grundlage dieses Projekts:

- Welche Fahrfähigkeit<sup>8</sup>, Fahreignung und Fahrkompetenzen sind nötig, um sicher mit einem E-Bike unterwegs zu sein?
- Worin unterscheiden sich die nötige Fahrfähigkeit, Fahreignung und Fahrkompetenzen für langsame (25) und schnelle E-Bikes (45)?
- Wie werden die nötigen Fahrkompetenzen angeeignet?
- Verfügen Kinder (ab 12 oder 14 Jahren) und Senior:innen über diese Fahrfähigkeit, Fahreignung und Fahrkompetenzen bzw. können sie sich diese aneignen?
- Welche Inhalte und Methoden müsste eine Ausbildung zum Führen eines E-Bikes beinhalten?
- Braucht es unterschiedliche Konzepte für Kinder, Erwachsene und Senior:innen?
- Was sind aus gesamtgesellschaftlicher Sicht die Vor- und Nachteile einer Fahrprüfung für E-Bike-Nutzende?
- Inwiefern erhöht eine Fahrprüfung die Sicherheit der E-Bike-Fahrenden?

Verschiedene Methoden dienten dem Beantworten dieser Forschungsfragen. Zunächst wurde die **wissenschaftliche und graue Literatur analysiert** sowie die **gesetzlichen Grundlagen** und **politischen Debatten** zum Thema E-Bike in der Schweiz und weiteren europäischen Ländern. Da erst wenig Forschung speziell zu den erforderlichen Kompetenzen fürs Fahren von E-Bikes vorliegt, befasst sich ein Grossteil der betrachteten Studien mit herkömmlichen Velos. Insbesondere fehlen Studien zu den Fahrkompetenzen für E-Bikes 45, da dieser Typ im Ausland weit weniger verbreitet ist als in der Schweiz. Auf dieser Grundlage wurde eine erste Version eines Katalogs der notwendigen Kompetenzen für das sichere Fahren mit einem E-Bike erstellt, der als Grundlage für zwei **Interviewrunden** diente.

Zum einen wurden 16 **erfahrene E-Bike-Fahrer:innen** sowie 12 neue **E-Bike-Nutzer:innen interviewt**. Diese 12 Personen wurden zweimal – direkt nach dem Kauf und sechs Monate später – befragt, um sie beim Erwerb der Fahrkompetenzen für ein E-Bike zu begleiten. Die befragten Personen weisen unterschiedliche sozio-demografische Merkmale auf wie Alter oder Geschlecht, und unterscheiden sich bezüglich räumlichem Kontext (West- und Deutschschweiz) und Verwendungszweck sowie Art des E-Bikes (25 oder 45). Ziel der semi-direktiven Interviews war es, die für E-Bike-Fahrer:innen besonders wichtigen Fahrkompetenzen und den Lernprozess (Rolle früherer Erfahrungen usw.) zu identifizieren, insbesondere durch den Vergleich von mit dem E-Bike bereits erfahrenen und noch unerfahrenen Personen.

<sup>8</sup> Für Definitionen siehe auch das Glossar im Anhang des Berichts.

In diesen Interviews wurde die Bedeutung der persönlichen Erfahrung hervorgehoben, insbesondere die Möglichkeit, ein E-Bike auszuprobieren oder auszuleihen, sowie die Ratschläge und Erfahrungen von Freund:innen und Bekannten. Diese werden durch Probefahrten bei Geschäften verstärkt und ermöglichen ein besseres Verständnis der Eigenschaften der E-Bikes. Generell zeigte sich, dass das Fahren mit dem E-Bike schnell erlernt wird und die ersten Fahrversuche in einer sicheren Umgebung besonders wichtig sind. Antizipation wird zu einer Schlüsselkompetenz, sei es, um das Aufladen des Akkus zu planen, die Kleidung passend zu wählen oder das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender, insbesondere der Autofahrer:innen, vorauszusehen. Trotz dieses Lernprozesses zeigten die Interviews auch, dass das Fahren in Kreisel und an Kreuzungen ein Problem bleibt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer angepassten und sicheren Infrastruktur, um ein entspanntes Fahren mit dem E-Bike zu fördern und das Velo-Sicherheitssystem zu ergänzen, indem Verkehrsbedingungen und Infrastrukturen geschaffen werden, die eine individuelle Fehlertoleranz ermöglichen und das Risiko schwerwiegender Folgen minimieren.

Zum anderen führten wir Interviews mit 25 **Expert:innen** aus beiden grossen Sprachregionen und fürs Thema relevanten Bereichen (u.a. Verkehrspsychologie und -medizin, E-Bike-Kurse, Verkehrssicherheit und E-Bike-Handel). Die Expert:innen wurden zu Fahreignung, Fahrfähigkeit und Fahrkompetenzen zum Führen eines E-Bikes, zum Mindestalter sowie zu Inhalten und Methoden für eine Ausbildung befragt.

In diesen Interviews betonten die Expert:innen, dass sich E-Bikes relativ wenig von mechanischen Velos unterscheiden, abgesehen von einem höheren Gewicht, das die Bedienung beeinflusst. Mit der Entwicklung neuer Technologien (ABS etc.) sinken die erforderlichen Fähigkeiten, um ein E-Bike sicher zu fahren. Die Expert:innen wiesen auch darauf hin, dass E-Bikes 45 innerorts (fast) die Geschwindigkeit des motorisierten Verkehrs erreichen, was vor allem ein besseres Antizipieren von Situationen und dem Verhalten anderer erfordert. Die Expert:innen bestätigten auch, dass die Infrastruktur – und die damit verbundene Koexistenz mit anderen Verkehrsteilnehmenden – eine entscheidende Rolle spielt.

Der empirische Teil wurde anschliessend in einer **Zwischensynthese** zusammengefasst, in welcher der Kompetenzkatalog angepasst und um Fahreignung und Fahrfähigkeit ergänzt wurde. Darüber hinaus wurden die Grundzüge des Ausbildungskonzepts vorgeschlagen (Inhalte der Module, Methoden und Formate, Zielgruppen).

Ende November 2023 fand ein **Workshop mit Stakeholder:innen** statt. Teilnehmende waren die befragten Expert:innen sowie weitere Vertreter:innen von relevanten Organisationen. Ziel des Workshops war es, in einem ersten Teil eine kritische Reflexion über eine erste Version eines Kompetenzkatalogs sowie über die ersten Elemente des Ausbildungskonzepts für das sichere E-Bike-Fahren zu ermöglichen. In einem zweiten Teil wurden Vor- und Nachteile eines E-Bike-Führerausweises diskutiert.

Diese verschiedenen Elemente führten zu drei Hauptergebnissen, die im Folgenden vorgestellt werden: einen **Katalog von Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung**; eine Analyse der **Vor- und Nachteile** eines Führerausweises für E-Bikes; sowie ein **E-Bike-Ausbildungskonzept** (vgl. Abb. 3).

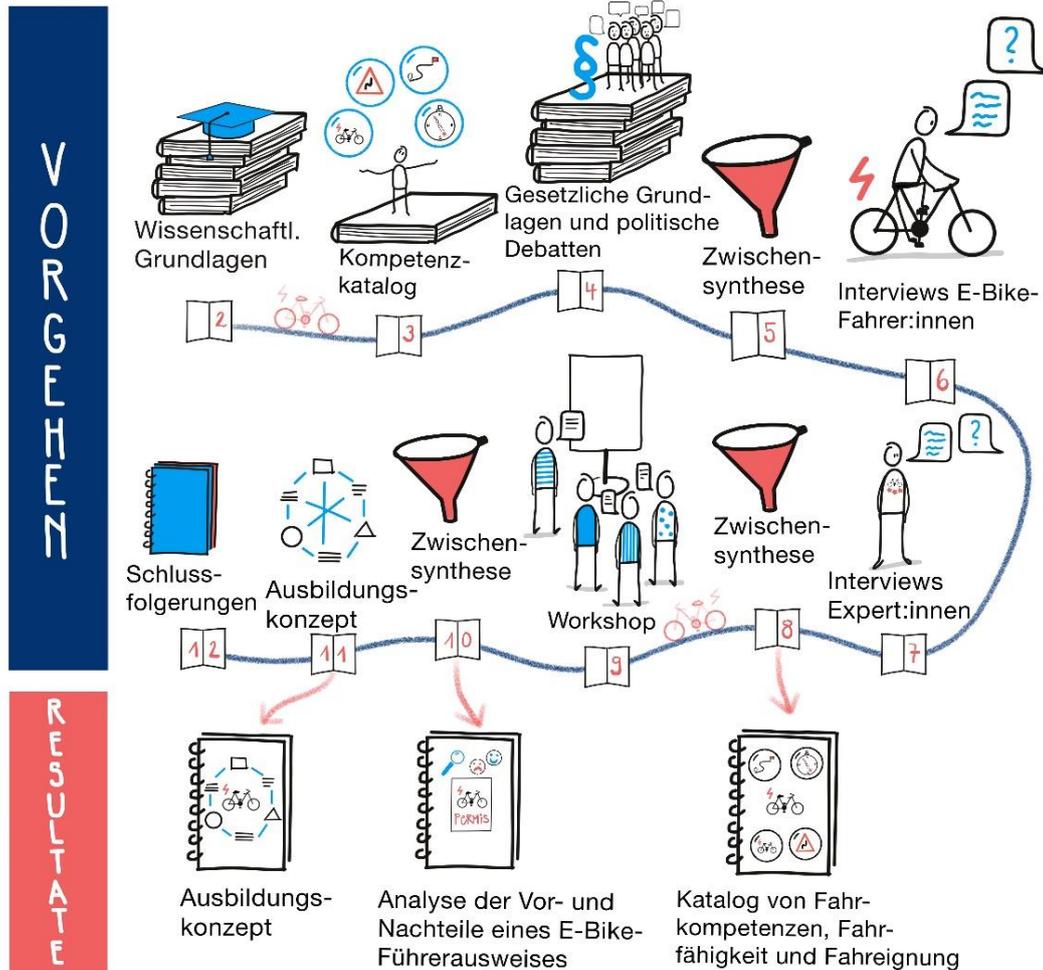


Abb. 7 Forschungsansatz und Resultate. Quelle: bfm.

## Katalog der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung für E-Bikes

Um einen Katalog der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung zu erstellen, die fürs sichere E-Bike-Fahren nötig sind, haben wir uns auf die « **Goals for Driver Education** » (GDE) [16] gestützt, die von einem europäischen Konsortium entwickelt wurden und in mehreren Ländern als Grundlage für die Autofahrausbildung dienen. Dieses Modell besagt, dass die Fahrausbildung nicht nur die Beherrschung des Fahrzeugs und der Verkehrssituationen berücksichtigen muss, sondern auch eine höhere hierarchische Ebene, die den Zielen im Zusammenhang mit dem Fahren und allgemein im Leben der betroffenen Personen entspricht. In der Schweiz wurde dieses Modell bereits von der BFU im Rahmen eines Handbuchs für freiwillige E-Bike-Kurse auf das E-Bike adaptiert. Dieses diente auch als Grundlage für die Entwicklung des Katalogs der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung in dieser Forschungsarbeit.

Um mit einem Velo oder E-Bike zu fahren, muss eine Person sowohl über einen angemessenen momentanen physischen und psychischen Zustand (Fahrfähigkeit) als auch allgemein über einen angemessenen Zustand (Fahreignung) verfügen. Gemäss den befragten Expert:innen unterscheiden sich diese beiden Zustände kaum von den Anforderungen an das Führen anderer Fahrzeuge und wurden daher aus den dafür geltenden Definitionen übernommen [17], [18], [19].

Die **Fahreignung** zum Führen eines E-Bikes besteht aus drei Komponenten: der physischen, der kognitiven und der psychischen. Die **physische Komponente** entspricht den im geltenden Gesetz genannten medizinischen Mindestanforderungen, die insbesondere die Sehfähigkeit, den Bewegungsapparat, das Herz- und Atmungssystem, das Nervensystem und das endokrine System betreffen. Wir haben hier eine Besonderheit

des Velofahrens ergänzt: das Gleichgewicht halten zu können. Die **kognitive Komponente** entspricht den Gehirnfunktionen, die unter anderem für die Orientierung, das Gedächtnis und die Reaktionsfähigkeit verantwortlich sind. Die **psychische Komponente** entspricht u. a. der Wahrnehmung der Realität und der Anpassung des Verhaltens an eine konkrete Situation.

Die **Fahrfähigkeit**, um E-Bike zu fahren, entspricht den Eigenschaften einer Person im Moment der Fahrt und umfasst drei Elemente: nicht unter dem Einfluss von Substanzen zu stehen; sich nicht in einem emotionalen Zustand zu befinden, der es nicht erlaubt, sich auf das Fahren zu konzentrieren; und schliesslich nicht durch gleichzeitig ausgeführte Aufgaben abgelenkt zu werden.

Die notwendigen **Fahrkompetenzen** für das Führen eines E-Bikes sind in vier Ebenen unterteilt. Während sich die ersten beiden konkret auf die **Bedienung des E-Bikes** (Ebene 1) und seine **Nutzung im Verkehr** (Ebene 2) beziehen, sind die beiden anderen abstrakter und beziehen sich auf die **(persönlichen) Umstände der Fahrt** (Ebene 3) und das Bewusstsein für die **Faktoren, die das Fahrverhalten beeinflussen** (Ebene 4). Die Ebenen 1 und 2 können somit als **Ausführungsebenen** und die Ebenen 3 und 4 als **Chefebene**n bezeichnet werden.

Für die Ebenen 3 und 4 haben die Interviews gezeigt, dass es nur wenige Besonderheiten für E-Bikes gibt und die Fahrkompetenzen für jedes Verkehrsmittel dieselben sind. Bei der derzeitigen Strasseninfrastruktur stellt das Fahren mit einem E-Bike aber ein höheres Risiko dar als das Fahren mit einem Auto (u. a. weil es über keine Karosserie verfügt, die die Fahrer:innen schützt, wenn andere Verkehrsteilnehmende ihre Geschwindigkeit unterschätzen, bei fehlender Veloinfrastruktur usw.). Die Ebenen 3 und 4 bilden daher eine wichtige Grundlage für eine sichere Fortbewegung, auch wenn die Entwicklung dieser Aspekte über den Rahmen dieses Projekts hinausgeht und weitere Forschung erfordert, um genauer zu definieren, wie sie operationalisiert und vermittelt werden können.

Die Ebenen 1 und 2 umfassen gemäss den interviewten E-Bike-Nutzenden und Expert:innen eine grosse Anzahl von Fahrkompetenzen, die sich kaum oder gar nicht von einem mechanischen Velo unterscheiden. Daher haben wir diese Fahrkompetenzen in zwei Arten unterteilt: diejenigen, die für alle Arten von Velos gelten, und diejenigen, die sich bei E-Bikes 25 und/oder 45 unterscheiden.

Darüber hinaus besteht der Kompetenzkatalog aus den drei in der GDE-Matrix enthaltenen Spalten. In der ersten werden die einzelnen **Kenntnisse und Fertigkeiten** aufgeführt. Die zweite behandelt die **Risikoeinschätzung**, die mit jeder Kompetenz verbunden ist, und die letzte die **Selbsteinschätzung**, die darin besteht, die eigene Risikobereitschaft in Bezug auf jede Kompetenz zu betrachten.

Alle notwendigen Aspekte in Bezug auf Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung für das Führen eines E-Bikes wurden in einem Katalog in Tabellenform zusammengefasst (vereinfachte Version, vgl. Tab. 1). Um der in den Interviews bestätigten Bedeutung und Abhängigkeit zwischen den nötigen individuellen Kompetenzen und den anderen Elementen des Systems der E-Bike-Sicherheit Rechnung zu tragen, haben wir in der Tabelle diejenigen Kompetenzen orange markiert, die von der **Infrastruktur** und/oder **anderen Verkehrsteilnehmenden** und/oder der **(technologischen) Ausstattung des E-Bikes** abhängen.

**Tab. 2 Vereinfachte Version des Katalogs der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung zum Führen eines E-Bikes, orange = Kompetenzen, die von der Infrastruktur und/oder anderen Verkehrsteilnehmenden und/oder der (technologischen) Ausstattung des E-Bikes abhängen (ausführliche Version des Katalogs siehe Kapitel 8.3)**

<b>Fahrkompetenzen</b>	4) Lebensstil und Lebensziele	Die Risiken kennen, die mit dem <b>Einfluss der eigenen Persönlichkeit auf das Fahrverhalten</b> verbunden sind, damit umgehen können und über Strategien verfügen, um diese Risiken zu minimieren.	<b>Risikoeinschätzung</b>	<b>Selbsteinschätzung</b>
		Die Risiken kennen, die mit dem <b>Bedürfnis nach Anerkennung und Gruppenzugehörigkeit</b> und der <b>Neigung zu riskanten Verhaltensweisen</b> zusammenhängen, damit umgehen können und Strategien entwickeln, um diese Risiken zu minimieren.		
	3) Absichten der Fahrt	Den Einfluss der <b>Umstände</b> auf das Risikoniveau einer Fahrt kennen und einschätzen können und über Strategien verfügen, um diese Risiken zu minimieren.		
		Den Einfluss von <b>Planungsfaktoren</b> auf das Sicherheitsniveau einer Fahrt kennen und einschätzen können und über Strategien verfügen, um diese Faktoren zu minimieren.		
2) Beherrschen von Verkehrssituationen	<b>Vergleichbare Kompetenzen wie für Velos ohne elektrische Tretunterstützung:</b>	<b>E-Bike-spezifische Kompetenzen:</b>	<b>Risikoeinschätzung</b>	<b>Selbsteinschätzung</b>
	Kenntnis und Einhaltung der <b>allgemeinen Verkehrsregeln</b> und Bewusstsein des Risikos, sie nicht zu befolgen	Kenntnis der <b>Regeln, die spezifisch für E-Bikes</b> (25 und 45) gelten, und des Risikos, sie nicht zu befolgen		
	Fahrverhalten in <b>Kreiseln</b> und beim <b>Linksabbiegen</b> <b>Beobachten und Filtern von visuellen Informationen</b> <b>Partnerschaftliches Verhalten</b> , insbesondere gegenüber schwächeren Verkehrsteilnehmenden <b>Sicherheitsabstände</b> einhalten Überprüfen, sich nicht <b>im toten Winkel</b> eines Fahrzeugs zu befinden <b>« Defensiv » fahren</b>	<b>Wachsamkeit gegenüber der Unterschätzung</b> der Geschwindigkeit und der Missachtung des Vortritts <b>Antizipation der Unterschätzung der Geschwindigkeit</b> des E-Bikes durch Autofahrer:innen <b>Anpassung der Geschwindigkeit</b> an die Wetterbedingungen		
1) Bedienung und Unterhalt des Fahrzeugs	<b>Fahren können</b> und das <b>Gleichgewicht halten</b> ; <b>Automatismen</b> entwickeln Das Velo <b>regelmässig kontrollieren</b> <b>Die mechanische Wartung des Velos sicherstellen</b> (selbst oder durch Fachpersonen) Das Velo <b>für den Winter ausrüsten</b> <b>Die Kleidung</b> passend zu den Bedingungen wählen <b>Sicherheitsausrüstung</b> richtig tragen	Die <b>Eigenschaften, physikalischen Merkmale und Grenzen des E-Bikes</b> und die Risiken bei Nichtbeachtung kennen und damit umgehen können Mit dem <b>Akku</b> richtig umgehen können	<b>Risikoeinschätzung</b>	<b>Selbsteinschätzung</b>
<b>Fahrfähigkeit</b>	<b>Nicht betrunken</b> oder unter dem <b>Einfluss von psychotropen Medikamenten</b> oder <b>Drogen E-Bike fahren</b> Nicht unter <b>Stress, starken Emotionen</b> oder <b>Müdigkeit</b> E-Bike fahren Nicht durch andere <b>gleichzeitige Aufgaben</b> abgelenkt werden			
<b>Fahreignung</b>	<b>Physische Grundlagen:</b> Seh- und Hörvermögen, Kraft, Gleichgewicht und Abwesenheit von neurologischen Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Erkrankungen des Stoffwechsels, der Atmungsorgane, der Wirbelsäule und des Bewegungsapparats <b>Psychische Grundlagen:</b> keine psychischen Störungen mit erheblichen Auswirkungen auf die Wahrnehmung der Realität, die Informationsaufnahme und -verarbeitung, die Reaktionsfähigkeit oder die Anpassung des Verhaltens an die Situation; kein Suchtverhalten <b>Kognitive Grundlagen:</b> keine Störungen der Gehirnfunktionen, die das Bewusstsein, die Orientierung, das Gedächtnis, den Intellekt und die Reaktionsfähigkeit beeinträchtigen			

In den Interviews haben wir auch die Frage behandelt, welche Rolle das **Alter** für die Fahreignung, die Fahrfähigkeit und die Fahrkompetenzen spielt. Die Mehrheit der Expert:innen war der Meinung, dass Kinder ab 12 Jahren und ältere Menschen gleichermassen die Kompetenzen besitzen können, ein E-Bike zu fahren. Wer ein mechanisches Fahrrad bedienen kann, kann auch ein E-Bike 25 und in den meisten Fällen auch ein E-Bike 45 führen. Wie wir im Laufe dieser Forschungsarbeit gesehen haben, ist es bei Kindern nicht möglich, ein genaues Alter festzulegen, aber es scheint, dass ab einem Alter von 10 bis 12 Jahren die physischen (insbesondere die Körpergrösse) und kognitiven Grundlagen vorhanden sind, um sich mit einem Velo oder E-Bike im Strassenverkehr fortzubewegen. Die psychischen Grundlagen und die momentane Fähigkeit, sich mit einem E-Bike fortzubewegen, sind unabhängig von einem bestimmten Alter. Was die Fahrkompetenzen betrifft, so kann ein Kind oder eine ältere Person, die Velofahren kann, leicht die notwendigen Fertigkeiten erwerben, um ein E-Bike 25 zu benutzen. Für das Führen eines E-Bike 45 braucht es etwas mehr Kraft zum Manövrieren und aufgrund der höheren Geschwindigkeit ein besseres Gleichgewicht und eine höhere Reaktionsfähigkeit, aber das lässt sich nicht eindeutig mit einem bestimmten Alter in Verbindung bringen. Eine Unterscheidung der Altersgruppen in Bezug auf ihren Zugang zum E-Bike scheint daher nicht notwendig. Auf der Grundlage der geführten Interviews ist eine Änderung der geltenden Regeln für das Mindestalter – 14 Jahre mit einer Theorie-Prüfung (oder die vom Bundesrat vorgeschlagene Herabsetzung auf 12 Jahre in Begleitung eines Erwachsenen) – nicht erforderlich.

### Vor- und Nachteile eines Führerausweises für E-Bikes

Im Rahmen des Workshops mit den Interessengruppen wurden vier Optionen diskutiert, wie die E-Bike-Nutzung mit einem Führerausweis geregelt werden könnte. Zusätzlich zur aktuellen Situation (ein « Mofa »- oder anderer Führerausweis für E-Bikes 45 und für E-Bikes 25 zwischen 14 und 16 Jahren, sowie Kurse auf freiwilliger Basis) wurden drei Möglichkeiten zur Einführung eines speziellen E-Bike-Führerausweises zur Diskussion gestellt:

- Beibehalten der aktuellen Situation (Status quo)
- eine obligatorische Theorie-Prüfung speziell für E-Bikes
- eine obligatorische Theorie- und praktische Prüfung speziell für E-Bikes
- ein obligatorischer Theorie- und Praxis-Kurs, aber keine Prüfung

Die von den Expert:innen im Workshop genannten Vor- und Nachteile für diese drei neuen Optionen sind weitgehend identisch, weshalb wir sie hier zusammengefasst behandeln. Die Vor- und Nachteile beziehen sich auf den Einfluss, den die Einführung einer solchen Massnahme in der Schweiz im Vergleich zur aktuellen Situation auf die Gesellschaft hätte. Sie umfassen daher alle möglichen Aspekte, insbesondere in Bezug auf die Verkehrssicherheit, die öffentliche Gesundheit oder die Kosten.

Auf der Ebene der **Vorteile** eines Führerausweises haben die Expert:innen zwei Hauptargumente vorgebracht:

- Zum einen könnte damit sichergestellt werden, dass jede Person, die mit einem E-Bike unterwegs ist, über ein Grundwissen darüber verfügt, wie man fährt und sich im Verkehr und auf der derzeit in der Schweiz vorhandenen Infrastruktur verhält. Eine Pflicht würde auch alle Personen erreichen, die nie an einem freiwilligen Kurs teilnehmen würden.
- Andererseits würde ein Pflichtangebot es leichter machen, eine gewisse Qualität der Kursinhalte zu gewährleisten.

Weitere mögliche Vorteile eines E-Bike-Führerausweises wären:

- Eine höhere Legitimation der E-Bike-Nutzer:innen durch den Erwerb eines Führerausweises.
- Eine einheitliche Behandlung im Vergleich zu anderen motorisierten Verkehrsmitteln, die alle einen Führerausweis benötigen.

Die Frage, wie sich ein spezifischer Führerausweis und eine vereinheitlichte Ausbildung auf die Verkehrssicherheit auswirken würden, bleibt jedoch offen. Auf der Grundlage unserer empirischen Forschung sowie der Literatur können wir nicht abschätzen, ob es

tatsächlich einen positiven Effekt auf die Anzahl der Unfälle geben würde, der die (auch gesamtgesellschaftlichen) Kosten der Unfälle senken würde.

Zusätzlich zu diesen Unsicherheiten haben die Expert:innen eine ganze Reihe von **Nachteilen** der Einführung eines speziellen E-Bike-Führerausweises genannt:

- Angefangen bei dem Aspekt, der im Mittelpunkt dieses Forschungsprojekts stand: den nötigen **Fahrkompetenzen**, die für das Führen eines E-Bikes erforderlich sind. Die Einführung eines Führerausweises für alle E-Bike-Nutzer:innen würde der Erkenntnis zuwiderlaufen, dass die dafür notwendigen Fahrkompetenzen dem Velofahren, für das kein Ausweis erforderlich ist, sehr ähnlich sind. Dies gilt insbesondere für E-Bikes 25. Es gibt jedoch auch keinen Grund, die aktuelle Regel, dass Jugendliche unter 16 Jahren eine Theorie-Prüfung ablegen müssen, abzuschaffen, solange die Verkehrsinstruktion in der obligatorischen Schule nicht harmonisiert und weiterentwickelt wird. Es ist vielmehr wichtig, diese Anforderung beizubehalten, um sicherzustellen, dass die Jugendlichen über Kenntnisse der Verkehrsregeln verfügen. Für das E-Bike 45 ist ein Führerausweis und damit eine allgemeine Theorie-Prüfung über die Verkehrsregeln bereits für alle erforderlich.<sup>9</sup>
- Zu den weiteren Nachteilen oder Unsicherheiten gehören die **finanziellen und administrativen Kosten**, die mit der Einführung eines solchen Führerausweises verbunden sind (sowohl für die Behörden als auch für die Personen, die einen Führerausweis machen müssen).
- Ein weiterer Nachteil ist die **geringere Attraktivität** des E-Bikes, die den gesellschaftlichen Vorteilen des E-Bikes, insbesondere im Hinblick auf die Gesundheit, entgegenstehen würde. Der Gesundheitsnutzen ist selbst unter Berücksichtigung von Risiken und Unfällen sehr positiv. Obwohl derzeit kein vergleichbares Land eine solche Prüfung eingeführt hat, scheint es wahrscheinlich, dass sie die Attraktivität des E-Bikes mindern würde.
- Angesichts der Frage der **Besitzstandwahrung** (>1,35 Millionen E-Bikes sind derzeit in Umlauf [1]) würden sich auch Fragen der **Machbarkeit** eines solchen Systemwechsels und der **Kommunikation** stellen, da sich die Schweiz bei E-Bikes 25 damit von ihren Nachbarländern und der Europäischen Union unterscheiden würde. Es ist daher schwer, sich eine Lösung vorzustellen, bei der die Nutzung von E-Bikes komplizierter wird, insbesondere für alle Personen, die unter den aktuellen Bedingungen eines erworben haben.

Aus den im Rahmen dieser Forschungsarbeit gesammelten Informationen können wir daher nicht schliessen, dass die Vorteile der Einführung eines Führerausweises die Nachteile überwiegen würden. Das derzeitige System, das auf freiwilligen Kursen und einer Theorie-Prüfung (für E-Bikes 25 zwischen 14 und 16 Jahren und in jedem Fall für E-Bikes 45) beruht, weist jedoch **Verbesserungspotenzial** auf, um dem Anstieg der E-Bike-Unfälle entgegenzuwirken.

<sup>9</sup> Mehrere Schweizer Studien mit grossen Stichproben zeigen ausserdem auch, dass über 90% der Nutzer:innen von E-Bikes 25 einen Führerausweis haben [20], [21], [22], [23].

## **Ausbildungskonzept: eine attraktive Plattform zur freiwilligen Ausbildung schaffen**

Auf der Grundlage der Schlussfolgerungen unserer empirischen Arbeit schlagen wir deshalb vor, die **aktuelle Situation neu zu denken** mit einem Konzept für eine freiwillige, aber empfohlene E-Bike-Ausbildung. Es zielt darauf ab, die Sicherheit von E-Bike-Fahrenden zu erhöhen, ohne einen neuen Führerausweis oder eine obligatorische Ausbildung einzuführen. Es geht also darum, die Lust am Velofahren zu wecken und alle zu ermutigen, zu unterstützen und zu begleiten, so dass sich jede:r angesprochen und ermutigt fühlt, an einem E-Bike-Kurs teilzunehmen.

## **Rahmen der Ausbildungsplattform**

**Nutzer:innen in die Lage versetzen, die notwendigen Fahrkompetenzen zu erwerben**

Das **Ziel** dieses Ausbildungskonzepts besteht darin, Wege für didaktische Hilfsmittel vorzuschlagen, die es ermöglichen, die für das Fahren eines E-Bikes erforderlichen Fahrkompetenzen zu erwerben. Auf diese Weise soll die Verkehrssicherheit erhöht und die Zahl der Unfälle verringert werden (insbesondere derjenigen, bei denen keine anderen Verkehrsteilnehmenden beteiligt sind), im Kontext der lückenhaften Veloinfrastruktur, die heute in der Schweiz besteht.

## **Das Vorgehen in einen Förderungs- und Empowerment-Ansatz einbetten**

Ausgehend von der Feststellung, dass es ein ökologisches, soziales und gesundheitliches Interesse an der Förderung des Velofahrens in all seinen Formen gibt, liegt diesem Ausbildungs-Konzept ein **Ansatz der Veloverkehrsförderung** und insbesondere der Ermutigung und des Empowerments zugrunde. Eine erfolgreiche E-Bike-Ausbildung muss mit der Förderung des Velos bzw. des E-Bikes einhergehen und Lust darauf machen, sie zu absolvieren.

## **Zusammenführung der verschiedenen Angebote und Initiativen auf einer Referenzplattform**

Heute gibt es eine Vielzahl von Präventions- und Sensibilisierungskampagnen sowie Angebote für E-Bike-Fahrkurse, die aufgrund der zahlreichen Akteur:innen, die sie anbieten, nicht aufeinander abgestimmt und als Nutzer:in teilweise schwierig zu finden sind. Darum braucht es eine Referenzplattform, welche alle Angebote strukturiert aufführt. Dadurch werden die Sichtbarkeit und schliesslich der Nutzen für alle erhöht. Die Plattform wird im Idealfall das Ergebnis einer **Zusammenarbeit** zwischen den verschiedenen Akteur:innen rund ums E-Bikefahren sein, wobei das ASTRA oder ein beauftragtes Organ die Koordination und den reibungslosen Betrieb sicherstellen wird. Öffentlich-rechtliche Präventionsorganisationen, aber auch Arbeitgeber, Mobilitäts-Verbände und Versicherungen sind als weitere Multiplikatoren einzubeziehen. Die Finanzierung dieser Plattform könnte aus dem Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) stammen, da sie eine geeignete Massnahme im Rahmen seines gesetzlichen Auftrags zur Förderung der Verkehrssicherheit darstellt.

## **Sicherstellen, dass die Kosten nicht zum Hindernis für eine Ausbildung werden**

Generell stellt eine Online-Plattform ein attraktives und erschwingliches Angebot dar, eine konsequentere Ausbildung zu absolvieren und dabei qualitativ hochwertige Inhalte zu gewährleisten. Um **Anreize für die Teilnahme an praktischen Kursen** zu schaffen, sind verschiedene Lösungen zu prüfen: Beim Kauf eines E-Bikes einen Gutschein für den Besuch eines Kurses anbieten, bei E-Bikes 45 bei der Zulassung (oder umgekehrt die Zulassungsgebühr erlassen, wenn ein Kurs besucht wird), am Ende eines Kurses Gutscheine für einen Service im Velogeschäft verteilen oder Kurse anbieten, die für die Teilnehmenden kostenlos sind.

## Die Bedürfnisse der verschiedenen Zielgruppen berücksichtigen

Generell richtet sich eine solche Plattform an alle E-Bike-Nutzer:innen. Die Inhalte müssen also die Bedürfnisse der Zielgruppen berücksichtigen. Tatsächlich haben die Interviews gezeigt, dass es nicht immer einfach ist, Gruppen klar voneinander abzugrenzen, sich jedoch gewisse Tendenzen abzeichnen und die Unterschiede eher in den Methoden oder der Behandlung dieser Gruppen liegen als dass sie sich bezüglich Fahrkompetenzen unterscheiden würden. So sollte zwischen jungen Menschen (etwa bis 25 Jahren), Erwachsenen und Senior:innen (etwa ab 65 Jahren) unterschieden werden. Allerdings können auch andere Unterscheidungen relevant sein: Personen, die keinen Führerausweis haben oder diesen vor langer Zeit erworben haben, oder Personen, die wenig bzw. sehr viel Erfahrung mit dem Velo / E-Bike haben.

Da **Senior:innen** im Vergleich zu ihrem Anteil an der Bevölkerung bei schweren Unfällen übervertreten sind, schlagen wir vor, einen Schwerpunkt auf diese Zielgruppe zu legen. Sie sollen z. B. für die grössere Verletzlichkeit des Körpers mit zunehmendem Alter sowie für die am besten geeigneten Arten von E-Bikes und Ausrüstungen sensibilisiert werden. Bei der Festlegung der relevanten Angebote und Ratschläge, um Senior:innen zu erreichen, wird es wichtig sein, bestehende Angebote zu berücksichtigen und geeignete Kommunikationsstrategien festzulegen, um die gesamte Altersgruppe zu erreichen.

## Inhalte und Realisierung der Plattform und der Ausbildungen Qualitativ hochwertige Inhalte auf der Grundlage des Kompetenzkatalogs erstellen

Um die genannten Ziele zu erreichen, schlagen wir die Erstellung einer **Online-Plattform für eine modulare E-Bike-Ausbildung** vor. Konkret werden auf dieser Plattform verschiedene **theoretische Inhalte** (die auf anderen Seiten bereits vorhanden sind oder in ansprechender Form, insbesondere als Videos, erstellt werden sollen) sowie **Verweise auf praktische Kursangebote** zusammengefasst (siehe Abb. 8). Die Inhalte der Plattform basieren auf dem Katalog der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung. Wir haben **eine Liste von Modulen** der verschiedenen zu erwerbenden Kenntnisse (auch Know-how und Sozialkompetenz) vorgeschlagen (siehe Kapitel 11.3.3). Der Vorschlag enthält detaillierte Angaben zum Inhalt der Module und ggf. zur Zielgruppe, an die sie sich besonders richten, sowie zum Format (Theorie / Praxis etc.). Denn es bedarf sowohl theoretischer als auch praktischer **Methoden und Formate**, um die Fahrkompetenzen zu erwerben, die für das Führen von E-Bikes erforderlich sind.

Für die **Theorie** werden zwei Hauptformen vorgeschlagen. Einerseits wird die Plattform « E-Learning » anbieten, in Form von Texten, Bildern und Videos. Die verschiedenen Module werden nebst einem « informativen » Teil auch eine Form der Evaluation enthalten. So können die Nutzer:innen ihr Wissen testen. Dadurch können auch die beiden Aspekte Risikoeinschätzung und Selbsteinschätzung, die Teil des Kompetenzkatalogs sind, einbezogen werden. Andererseits wird es eine Übersicht zu den **Praxis-Kursen** geben. Diese Kurse können ebenfalls verschiedene Formen annehmen: Denkbar sind die angeleitete Beobachtung des Verkehrs und der anderen Verkehrsteilnehmenden, das Üben von Verkehrssituationen oder das Ausführen von Geschicklichkeitsübungen in einem geschützten Raum, wie beispielsweise auf einem Pausenplatz oder in einem Verkehrsgarten, oder angewandte Übungen auf der Strasse im Verkehr.

Es muss sichergestellt werden, dass auch möglichst alle Senior:innen die Online-Plattform nutzen können. Da die Anzahl der älteren Personen, welche über einen Internetanschluss verfügt, laufend zunimmt, sehen wir eine Online-Plattform auch als für sie geeignet.

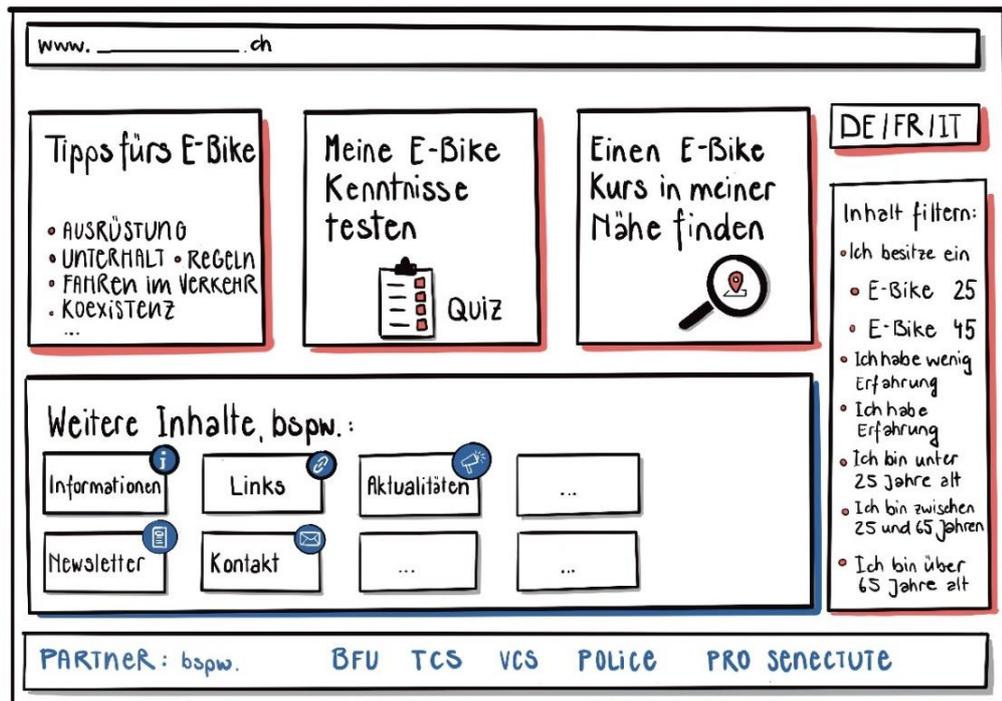


Abb. 8 Inhalte der Ausbildungsplattform. Quelle: bfm.

### Lust auf die Nutzung der Inhalte und die Teilnahme an Kursen machen

Nebst der Sicherstellung, dass qualitativ hochwertige Inhalte auf wissenschaftlicher Basis angeboten werden, muss auch darauf geachtet werden, dass sie attraktiv sind und den Wunsch wecken, sie zu nutzen und weiterzuverfolgen. In der **Theorie** geht es darum, interaktive, spielerische und ansprechende Inhalte zu schaffen, bei denen die Teilnehmenden aktiv lernen, ähnlich wie bei Videospiele oder Virtual-Reality-Simulationen. Interaktive Bewertungsformen wie Quiz oder Fragebögen können durch ein Anmelde- und Bescheinigungssystem mit Belohnungen (symbolisch oder sogar materiell, z. B. durch Verlosungen) ergänzt werden. **Praxis-Kurse** sollten so ausgestaltet werden, dass sie auch Personen ansprechen, die heute noch keine Kurse besuchen. Diese sollten über « klassische » Kurse mit einem eher schulischen Rahmen hinausgehen. Eine Möglichkeit wären « begleitete Ausflüge », bei denen die Inhalte auf angewandte und spielerische Weise während einer E-Bike-Tour vermittelt werden.

### Eine zielgruppenorientierte Kommunikationsstrategie entwickeln

Eine **Kommunikationskampagne** auf nationaler Ebene ist notwendig, um die Plattform bekannt zu machen, und allen Nutzer:innen zu empfehlen, einen freiwilligen Kurs zu besuchen, wenn sie mit der E-Bike-Nutzung beginnen. Durch eine geschickte Kommunikationsstrategie sollte es für alle E-Bike-Nutzer:innen zum Standard werden, sich immer wieder auf der Plattform über Neuerungen zu informieren und einen entsprechenden Kurs zu absolvieren. Das Ziel ist, dass das Absolvieren eines Kurses « normalisiert » wird und nicht länger eine Ausnahme für bestimmte Personengruppen (insbesondere die « Schwächsten », wie z.B. Senior:innen) darstellt. Idealerweise wird diese Kommunikationskampagne in eine umfassendere Kampagne zur E-Bike-Förderung eingebettet.

### Veloläden und Reparaturwerkstätten als Partner:innen betrachten

**E-Bike-Läden und -Reparaturwerkstätten** spielen durch den höheren Wartungs- und Kontrollbedarf von E-Bikes eine zentrale Rolle. Ihre Angestellten sind wichtige Ansprechpartner:innen für die E-Bike-Nutzer:innen: Es besteht ein Vertrauensverhältnis, das es ermöglicht, E-Bike-Fahrer:innen gezielter zu erreichen als mit allgemeinen Kommunikationskampagnen. Daher wäre es sehr wertvoll, wenn Veloläden und

Reparaturwerkstätten über die Präsenz der Plattform informieren und zum Besuch eines Kurses anregen würden. Die E-Bike-Geschäfte müssen bei diesen Bemühungen unterstützt werden, da ihre Ressourcen oft sehr begrenzt sind und diese Aufgaben Zeit und Material erfordern (Flyer und Gutscheine zum Verteilen, Auskünfte an die Kund:innen usw.). Idealerweise leisten andere Verkaufskanäle wie Velobörsen die gleiche Arbeit. Auch beim Verkauf oder der Weitergabe von E-Bikes zwischen Privatpersonen kommt den Veloläden und Werkstätten eine zentrale Bedeutung zu. Denn es gibt gemäss den durchgeführten Interviews nur sehr wenige Personen, die sich selbst um die Wartung kümmern. Somit können auch in diesem Fall die Veloläden, respektive –werkstätten, die Informationsarbeit übernehmen.

### Andere Verkehrsteilnehmende einbeziehen

Angesichts der wichtigen Rolle anderer Verkehrsteilnehmender für die Sicherheit der E-Bike-Fahrer:innen enthalten zwei der vorgeschlagenen Ausbildungs-Module einen **Perspektivenwechsel**, der auch Personen einbezieht, die motorisierte Fahrzeuge lenken. Zu beachten ist, dass die Aspekte der Koexistenz mit dem motorisierten Verkehr in beide Richtungen behandelt werden müssen. So müssen sowohl Velo- als auch Autofahrer:innen mit der entgegengesetzten Sicht konfrontiert werden, um insbesondere die Gefahr des toten Winkels zu verstehen. Darüber hinaus sollten auch die Ausbildungen für Autofahrer:innen um das Verständnis der Sicht von Velofahrenden erweitert werden.

Eine weitere Option zur besseren Integration von Aspekten im Zusammenhang mit E-Bikes 45 wäre die **Ergänzung** der bestehenden **Theorie-Prüfungen**, die aktuell die Nutzung eines solchen E-Bikes erlauben. Bei der Prüfung für den Führerausweis Kategorie M (Mofa), aber auch Kategorie B (Autos), könnten relevante Fragen hinzugefügt werden, um die wichtigsten Aspekte der Koexistenz zu berücksichtigen. In diesem Sinne schlagen wir vor, nicht nur E-Bike-Fahrer:innen, sondern auch die Ausbildungen anderer Verkehrsteilnehmender zu ergänzen, um sie bezüglich E-Bikes stärker zu sensibilisieren.

### Evaluation des Konzepts unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung der E-Bikes

Schliesslich ist das hier vorgestellte Ausbildungskonzept Teil eines evolutionären Ansatzes. Nach seiner Umsetzung muss das Konzept hinsichtlich seiner Auswirkungen auf das Lernen der Teilnehmenden, auf die Förderung des Velofahrens und auf die Verkehrssicherheit (insbesondere auf die Unfallzahlen, wozu mehr Informationen benötigt werden, als uns heute zur Verfügung stehen) **evaluiert werden**. Aufgrund dieses Monitorings müssen das Ausbildungskonzept und die Inhalte, die auf dessen Grundlage entwickelt wurden, allenfalls angepasst werden.

### Empfehlungen

Die wichtigste Empfehlung dieses Forschungsprojekts besteht darin, das vorgeschlagene Ausbildungskonzept in den oben beschriebenen Schritten umzusetzen.

Genauer gesagt kann es in verschiedene Empfehlungen unterteilt werden, die auch als « Schritt-für-Schritt »-Anleitung zur Realisierung der vorgeschlagenen Online-Lernplattform gedacht sind:

- Zusammenführung der verschiedenen Akteur:innen im Bereich E-Bike und Schaffung einer Plattform, die bestehende Angebote enthält und auflistet (mit Verweisen auf Kurse)
- Inhalte für noch fehlende Module festlegen und sie auf attraktive, interaktive und spielerische Weise entwickeln
- Eine allgemeine Kommunikationskampagne und eine Sensibilisierungskampagne für E-Bike-Läden und für E-Bike-Nutzer:innen durchführen, um die Plattform bekannt zu machen
- Angebote anderer Ausbildungsgänge (z.B. Autos, Lastwagen) durch Inhalte, die sich auf die Koexistenz mit E-Bikes beziehen, anpassen
- Das Ausbildungskonzept evaluieren und ggf. anpassen

Im Laufe der Recherche ergaben sich drei zusätzliche Empfehlungen:

- Analysieren, wie die Zielgruppe der älteren Menschen am besten erreicht und integriert werden kann, und gezielte Massnahmen umsetzen
- Sensibilisierung und Schulung auch anderer Verkehrsteilnehmender (vor allem Motorfahrzeuglenker:innen) bezüglich der Anwesenheit von E-Bikes, insbesondere betreffend der Unterschätzung der Geschwindigkeit von E-Bikes 45, solange die Veloinfrastruktur noch nicht ausreichend ausgebaut ist, um die Koexistenz zu erleichtern
- Harmonisierung und Ausbau der Verkehrsinstruktion und des Velounterrichts in der obligatorischen Schule, um ein Niveau zu erreichen, das die Jugendlichen ausreichend darauf vorbereitet, sich mit dem Velo / E-Bike im Verkehr fortzubewegen

Schliesslich empfehlen wir auch, die Entwicklung von E-Bikes 25 und 45 zu beobachten. Die Situation kann sich ändern (insbesondere, wenn gründliche Analysen von Unfällen verfügbar sind, die ein echtes Verständnis des Unfallhergangs ermöglichen, wie z. B. die Kette von Ereignissen, die zu einem Unfall führt; oder sobald die Exposition der Velofahrenden inkl. E-Bike-Fahrer:innen besser bekannt sein wird), worauf das Ausbildungskonzept entsprechend angepasst werden müsste.

## Summary

This research looks at the requirements for riding **e-bikes**. E-bikes are bicycles equipped with an electrical assistance system that is activated when the rider pedals. In Switzerland, two categories exist: **slow e-bikes (VAE25 in French)** with power assistance reaching up to 25 km/h and **fast e-bikes (VAE45 in French)** with power assistance reaching up to 45 km/h and requiring a yellow number plate (see Fig. 9). In Switzerland, they are also mistakenly referred to as electric bicycles<sup>10</sup>, while in Germany and Austria, slow e-bikes are officially called *Pedelec* and fast e-bikes *S-Pedelec* (for *Speed-Pedelec*).

In **Switzerland**, slow e-bikes are legally classified as « light moped s », making up 88% of sales in 2021. Fast e-bikes are classified as « mopeds » and represent the remaining 12% [1].



**Fig. 9** Fast e-bikes (left) and slow e-bikes (right) can often only be distinguished by the yellow plate that is compulsory for fast e-bikes. Source: bfm.

At present, the use of a **slow e-bike** is allowed without a license from the age of 16, and from the age of 14 with a driving license for mopeds (category M). The possibility of lowering the minimum age to 12 (under the condition that the rider is accompanied by an adult) is under discussion. Switzerland would thus be aligned with Austria's regulation<sup>11</sup>, while other neighbouring countries, as well as Denmark and the Netherlands, impose no minimum age.

For **fast e-bikes** in Switzerland, the minimum age requirement is 14, and a category M (or other) driving license is required regardless of age. Similarly for **slow e-bikes**, practical training is currently optional. Switzerland's neighbouring countries and the Netherlands also require a driving license for this type of e-bike, whereas Denmark does not. In terms of age, Denmark further differs by allowing fast e-bikes to be used from the age of 15, while other countries set the minimum age at 16. In Switzerland, it is compulsory for fast e-bikes to use cycle paths, whereas in Denmark they are allowed to do so. In the Netherlands, this authorisation is granted only if users switch off their engines or maintain an appropriate speed. In Switzerland's neighbouring countries, e-bikes are not allowed to use cycle paths, which reduces their attractiveness.

This research focuses on **the everyday or leisure use of e-bikes in road traffic**, and excludes in particular the use of electrically-assisted mountain bikes on mountain trails. Electrically-assisted cargo bikes are also not included, as they have different riding

<sup>10</sup> This report does not consider electric bicycles in the strict sense of the term, i.e. bicycles where the electric motor completely replaces pedaling through an accelerator. The analyses and conclusions are therefore not transposable to this type of two-wheeler, which remains very rare in Switzerland.

<sup>11</sup> In Austria, young people with a « cycling permit » can use slow e-bikes from the age of 10. In Switzerland, cantons can authorise younger children to use a slow e-bike under certain conditions (e.g. long school trips in the countryside).

requirements due to their weight and braking characteristics. Moreover, many cargo bikes have three wheels, which is another major difference compared with e-bikes.

## Context and challenges

While e-bikes initially made cycling easier for older people or those with limited physical ability [2], their popularity has since extended to a younger population [3], [4]. E-bikes enable them to extend the range of cycling, climb hills, carry loads or cover greater distances [5]. Thus, e-bikes have also enabled individuals to restart cycling, or to keep cycling despite changes in their personal situation (advancing age, transporting children, health problems, etc.) [6].

The use of e-bikes offers many **advantages**, including physical activity [7], [8], [9], efficient travel without inconvenience, pleasure and ease of use due to its electric assistance [10]. Additionally e-bikes provide co-benefits such as the reduction of greenhouse gas emissions and societal savings due to improved public health [24].

The increasing use of e-bikes is accompanied by a rise in **accidents** (falls, collisions)<sup>12</sup>. The total number of victims of crashes involving an e-bike (fatalities, serious or minor injuries) rose by 176% between 2015 and 2021 [11], which corresponds, however, to the increase in e-bikes **sales**. An age effect has been observed: in 2021, 33% of e-bike users seriously injured and 67% of those killed were aged over 64 [12]. Accident data from 2014 to 2018 show that more than half of e-bike accidents (resulting in serious injury - 56% of slow e-bike and 54% of fast e-bike) involved a single person, while 40% were collisions involving several road users [13]. In this context, junctions and lanes where e-bike riders share space with motorised private transport are particularly relevant. The infrastructure and other road users therefore play a key role in preventing accidents [13].

The higher weight of e-bikes compared to conventional bikes suggests that accidents involving e-bikes could have more serious consequences than accidents involving conventional bikes. However, a comparison is currently not possible: on the one hand, there are no figures on exposure by age and type of e-bike. On the other hand, a large proportion of bicycle accidents, especially the less serious ones, are not reported at all - up to 90% according to the Swiss Council for Accident Prevention BFU [13].

## E-bike safety system

Although this research focuses on individual skills, it is important to remember that **road safety** does not depend on them alone. People on bicycles are one of three components of the road safety system, which includes individuals, the environment (especially the infrastructure) and vehicles (including their equipment).

In general, there is a shift in **road safety approach**, especially in northern European countries. This involves a shift from a vision of safety that attributes responsibility to the individual towards a « **safe system** » **approach** [14]. In the latter, traffic conditions and infrastructure must offer a sufficient level of safety and tolerate errors of all types of users in order to reduce the risk of falls and collisions and minimise their consequences.

This shift requires broadening the discussion on cycle safety beyond road safety circles and disciplines, and considering both « objective » safety such as road crashes, and **perceived safety**, which reflects all the dangerous situations that may or may not be taken into account in the statistics (falls, collisions, near misses, feelings of insecurity, uncomfortable situations).

Following a previous study on cycling safety [13], we are also adopting this approach shift, which involves moving from an individual approach to safety, where the individual bears the inherent risks in cycling, to a societal approach, where cycling is seen as positive and encouraged. Based on these findings, the project team proposes an **e-bike safety system**

<sup>12</sup> The term « accident » is banned by the British Medical Journal because it implies an unpredictable event due to chance without clear causality. Instead, we prefer to use « incident » or more precise terms such as collision, fall, etc.

that incorporates these various elements: the skills cyclists need to ride an e-bike depend on the behaviour of other road users, the environment (existing cycling infrastructure and traffic rules), as well as the e-bike equipment (e.g. a brake assist system) and personal protective equipment such as a helmet (see Fig. 10). This research work focuses on the « individual skills of cyclists » as framed in red in Fig. 10. However, it is important to also address structural factors as infrastructure has a greater impact on safety than individual behaviour and equipment [15].

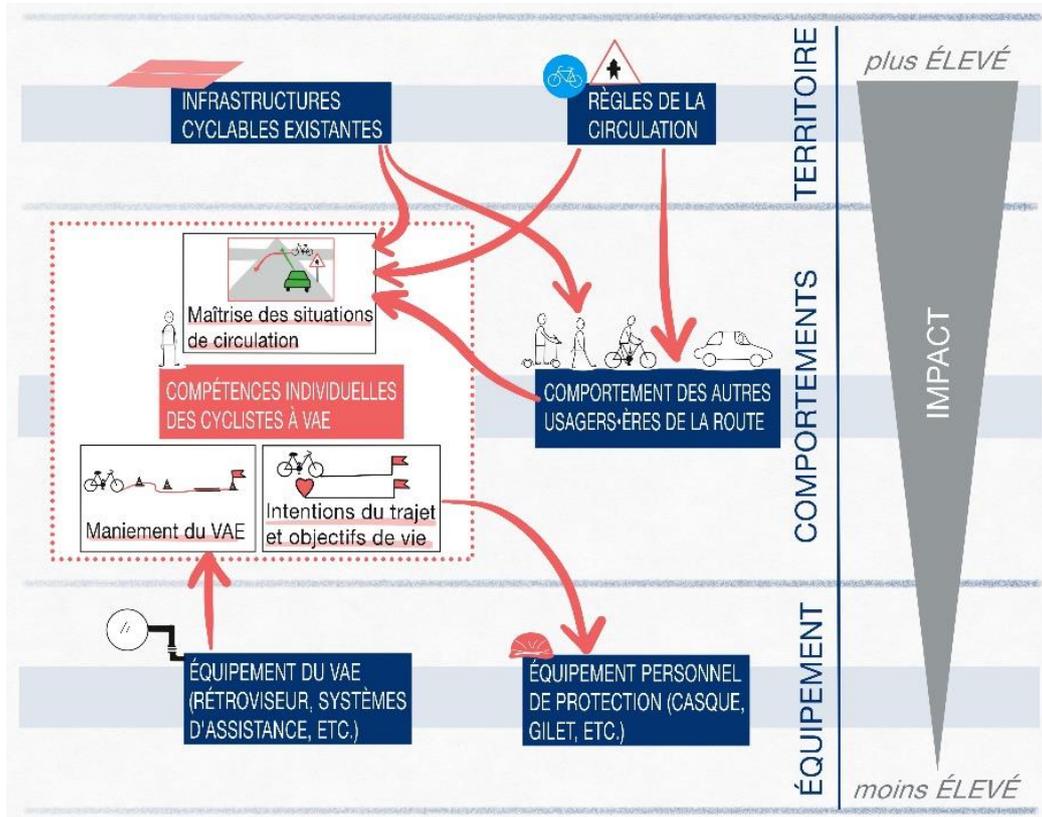


Fig. 10 E-bike safety system. Source: bfm.

### Fitness, ability and qualifications required to ride an e-bike

Several types of individual requirements can be identified for riding an e-bike, based on the terminology used for motor vehicles in the Federal Road Traffic Act (Loi fédérale sur la circulation routière LCR / Strassenverkehrsgesetz SVG).

Firstly, the driver's general **fitness to drive (FTD)**, i.e. the set of general mental and physical conditions that an individual must satisfy in order to drive a vehicle safely in road traffic, that must exist in a stable manner.

Secondly, the driver's momentary **ability to drive (ATD)**, i.e. the momentary mental and physical state of a person that enables them to drive a vehicle safely in road traffic (incapacity to drive corresponding to a short-term transient state, linked for example to alcohol consumption or another psychotropic substance).

Thirdly, possession of the necessary **qualifications**, i.e. the **skills** acquired by an individual that enable them to drive a vehicle safely in road traffic. These are acquired by assimilating theoretical and practical knowledge. In the case of e-bikes, three types of skills can be distinguished: strategic skills (what purpose, what route), mastery of traffic situations and handling of the e-bike.

## Objectives and approach

The aim of this research is to define the requirements for riding an e-bike (slow or fast) while limiting the risk of falls and collisions. The project was prompted by the following **research questions**:

- What are driving skills, the fitness<sup>13</sup> and the ability to drive<sup>14</sup> required to ride an e-bike?
- What are the differences between the driving skills, the fitness and the ability to drive required for a slow e-bike and a fast e-bike?
- How are the necessary driving skills acquired?
- Do children (aged 12 or 14 and older) and the elderly have such fitness, ability to drive and driving skills, or can they acquire them?
- What are the contents and methods of a training course for e-biking?
- Are different training concepts needed for children, adults and senior citizens?
- From a societal point of view, what are the advantages and disadvantages of a driving test for e-bike users?
- To what extent does a driving test increase the safety of e-bikes users?

We used a variety of methods to answer these research questions. First of all, we **analysed the scientific and grey literature**, as well as the **legal foundations** and **political debates** concerning e-bikes in Switzerland and other European countries. As there is still little research specifically on the skills required to ride an e-bike, a large proportion of the studies considered focus on conventional bicycles. In addition, there is a lack of studies on the skills required to ride a fast e-bike, a type of bicycle that is more widespread in Switzerland than in the other countries studied. On this basis, we drew up an initial version of a catalogue of the skills needed to ride an e-bike safely, which served as the basis for two series of **interviews**.

On the one hand, we interviewed 16 **experienced e-bike cyclists** and 12 **new e-bike users**. These 12 people were interviewed twice – immediately after their e-bike purchase and six months later – in order to follow them as they acquired the skills to ride an e-bike. The individuals interviewed constituted a varied sample in terms of age, sex, use, type of e-bike (slow or fast) and territorial context (French- and German-speaking regions of Switzerland). The aim of these semi-directive interviews was to identify the skills that are particularly important for cyclists using an e-bike and the learning process (role of previous experience, etc.), especially by comparing experienced and novice users.

These interviews highlighted a gradual learning curve, underlining the importance of personal experience. This includes the opportunity to try out or borrow an e-bike, as well as the advice and experiences shared by friends and acquaintances. Additionally, in-store trials were noted as valuable for gaining a better understanding of the characteristics of the e-bikes. Generally speaking, people learn to ride an e-bike quickly, and their first trials in a safe environment are particularly important. Anticipation emerges as a key skill, whether in managing battery charging, choosing adapted clothing or anticipating the behaviour of other road users, particularly motorists. Despite this learning process, the interviews also revealed that traffic in roundabouts and crossroads remains a problem, underlining the need for a suitable and safe infrastructure to encourage relaxed e-bike riding.

In addition, we conducted interviews with 25 **experts** from both major language regions and in fields relevant to the issues being addressed (in particular traffic psychology and medicine, teaching of e-bike courses, road safety and e-bike sales). The experts were asked about the fitness to drive, the ability to drive and skills required to ride an e-bike, the minimum age, and the content and methods of training.

In these interviews, the experts emphasised that e-bikes differ relatively little from mechanical bicycles, apart from their greater weight, which affects handling. With the

---

<sup>13</sup> For definitions, see also the glossary attached to the report.

<sup>14</sup> Although it would be more correct to use the verb 'to ride' in relation to an e-bike, we decided not to change the terms used internationally including the verb 'to drive', as no specific terms for cycling or e-bike exist.

development of new technologies (ABS, etc.), the skills required to ride an e-bike are diminishing. The experts also highlighted the fact that inside towns fast e-bikes reach (almost) the speed of motorised traffic, which above all requires greater anticipation of situations and the behaviour of others. The experts also confirmed that the infrastructure – and the resulting cohabitation with other road users – plays a crucial role.

The empirical part was then the subject of an **intermediate summary** in which the catalogue of skills was adapted and supplemented by fitness and ability to drive. In addition, the broad outlines of the training concept were proposed (module content, methods and formats, target groups).

A **stakeholder workshop** took place at the end of November 2023. Participants included the experts interviewed and other representatives of relevant organisations. The aim of the first part of the workshop was to provide an opportunity for critical reflection on an initial version of the skills catalogue and on the first elements of a training concept for the individual skills needed to ride an e-bike safely. In the second part, the advantages and disadvantages of an e-bike driving license were discussed.

These various elements led to three main results, which are presented below: a **catalogue of skills, fitness and ability to drive**; an analysis of the **advantages and disadvantages of a license** to ride an e-bike; and a **training concept for riding an e-bike** (see Fig. 11).

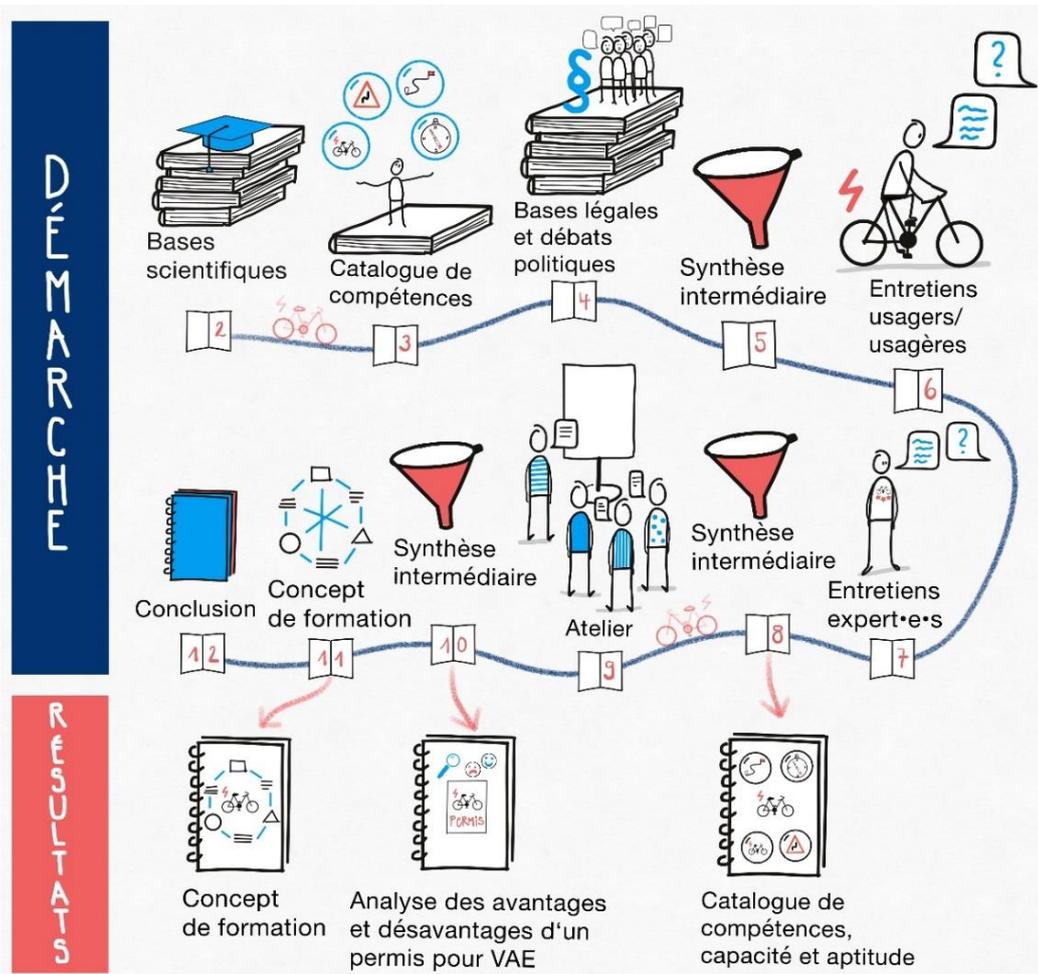


Fig. 11 Research process and results. Source: bfm.

## Catalogue of skills, fitness and ability to drive an e-bike

In order to establish a catalogue of the skills, fitness and ability to drive required for safe use of an e-bike, we based ourselves on a driver education model called « **Goals for Driver Education** » (GDE) [16], which was developed by a European consortium and is used as a basis for driver education in several countries. This model postulates that driver education should take into account not only mastery of the vehicle and traffic situations, but also a higher hierarchical level, corresponding to the person's objectives in connection with driving, and in life more generally. In Switzerland, this model has already been applied to e-bikes in the context of optional courses run by the BFU. This document has also served as the basic framework for developing the catalogue of skills, fitness and ability to drive for this research.

The basic requirement for cycling and using an e-bike is to be in an adequate physical and mental condition at the moment (ability to drive) and in general (fitness to drive). According to the experts interviewed, these two conditions are not very different from the requirements for driving other vehicles, and their content has therefore been taken from the definitions in force for these vehicles [17], [18], [19].

**The fitness** to ride an e-bike has three components: physical, cognitive and psychological. The **physical component** corresponds to the minimum medical requirements set out in current legislation, notably concerning visual faculties, the musculoskeletal system, the cardio-respiratory system, the nervous system and the endocrine system. We have added a special requirement of cycling: to maintain balance. The **cognitive component** corresponds to the cerebral functions responsible for orientation, memory and reactivity. The **psychic component** corresponds, among other things, to the perception of reality and the adaptation of one's behaviour to a specific situation.

**The ability** to ride an e-bike corresponds to a person's characteristics at the moment of driving, and includes three elements: not being under the influence of substances; not being in an emotional state that prevents concentration on riding; and, finally, not being distracted by tasks being carried out simultaneously.

**The skills** required to ride an e-bike are divided into four levels. While the first two skill levels relate to the actual **handling of the e-bike** (level 1) and its **use in traffic** (level 2), the other two are more abstract and relate to **the individual organisation of journeys** (level 3), and awareness of **the factors influencing driving behaviour** (level 4). Levels 1 and 2 can therefore be described as **execution levels** and levels 3 and 4 as **director levels**.

For levels 3 and 4, the interviews showed that there is little that is specific to e-bikes, and that the skills required are similar for any means of transport. However, it is important to note that on the current road infrastructure, riding an e-bike represents a greater risk than driving a car (particularly due to the absence of coachwork to protect cyclists, the underestimation of their speed by other road users, the lack of cycling infrastructure, etc.). Therefore, levels 3 and 4 represent an important basis for safe travel. However, the development of these aspects goes beyond the scope of this project, and requires further research to better define how they should be operationalised, approached and taught.

As for levels 1 and 2, the cyclists and experts interviewed stated that there are a large number of skills that differ little or not at all from those for riding a mechanical bicycle. For this reason, we have grouped these skills into two types: those that apply to any type of bicycle and those that are different for slow e-bikes and/or fast e-bikes.

In addition, the skills catalogue includes the three columns proposed by the GDE matrix. The first details the various **skills and knowledge**. The second deals with **the assessment of the risk** associated with each skill, and the last with **self-assessment**, which consists of considering one's own propensity for the risk represented by each skill.

All the aspects related to fitness to drive, ability to drive and skills are necessary to ride an e-bike and have been integrated into a catalogue in the form of a table (simplified version,

see Tab. 3). To acknowledge the importance and interdependence between the individual skills required and the other elements of the cycle safety system, as confirmed by the interviews conducted, we have highlighted in orange in the table the skills that depend on **the infrastructure and/or other road users and/or the (technological) equipment of the e-bike**.

**Tab. 3** Simplified version of the catalogue of skills, fitness and ability to ride an e-bike, orange = skills that depend on the infrastructure and/or other road users and/or the (technological) equipment of the e-bike (detailed version see Chapter 8.3)

<b>Skills</b>	4) Lifestyle and life goals	Being aware of and knowing how to manage the risks associated with the influence of <b>one's own personality</b> on their driving behaviour, and have strategies at their disposal to minimise them	<b>Risk assessment</b>	<b>Self-assessment</b>
		Being aware of and knowing how to manage the risks associated with one's <b>need for recognition and belonging to a group</b> and one's <b>propensity for risky behaviour</b> , and develop strategies to minimise them		
	3) Trip Intentions	Knowing and being able to estimate the <b>influence of circumstances</b> on the level of risk of a journey and having strategies to minimise the risks.		
		Knowing and being able to estimate <b>the influence of planning factors</b> on the safety level of a journey, and having strategies for minimising them.		
	2) Mastery of traffic situations	<p><b>Skills similar to bicycles without electric assistance:</b></p> <p>Knowing and respecting <b>general traffic rules</b> and the risk of not following them</p>		
1) Vehicle handling and maintenance	<p>Driving behaviour at <b>roundabouts</b> and <b>left-turns at intersections</b></p> <p><b>Observing and filtering visual information</b></p> <p><b>Adopting a cooperative behaviour</b>, particularly towards more vulnerable road users</p> <p>Maintaining <b>safety margins</b></p> <p>Ensuring not to be in the <b>blind spot</b> of a vehicle</p> <p>Adopting a <b>defensive driving</b> approach</p>	<p><b>Vigilance against underestimation</b> of speed and refusal to give way</p> <p><b>Anticipation of motorists' underestimation</b> of e-bikes speed</p> <p><b>Adapting speed</b> to weather conditions</p>		
Ability to drive	<p>Not riding an e-bike under <b>the influence of alcohol, psychotropic drugs or narcotics</b></p> <p>Not riding an e-bike under <b>stress, strong emotions</b> or <b>fatigue</b></p> <p>Not being distracted by performing other <b>simultaneous tasks</b></p>			
Fitness to drive	<p><b>Physical foundations:</b> vision, hearing, strength, balance, and absence of neurological, cardiovascular, metabolic, respiratory organ, spinal, and musculoskeletal diseases</p> <p><b>Psychological foundations:</b> absence of mental disorders significantly affecting perception of reality, acquisition and processing of information, reactivity, or adaptation of behaviour to the situation; absence of substance dependence</p> <p><b>Cognitive foundations:</b> absence of brain function disorders disrupting consciousness, orientation, memory, intellect, and reactivity</p>			

We also addressed the question of **age's role** in fitness and ability to drive and skills during the conducted interviews. According to most experts, children from the age of 12 and elderly individuals can equally possess the ability to ride an e-bike. Those who can handle a traditional bicycle can also handle a 25 km/h e-bike, and in most cases, a 45 km/h e-bike as well. For children, a specific age cannot be precisely defined, but it appears that from the age of 10 to 12, they have the physical foundations (especially in terms of height) and cognitive abilities to ride a bicycle or e-bike in traffic. Psychological foundations and the momentary ability to ride an e-bike are independent of a certain age. Regarding skills, a child or elderly person who can ride a bicycle can easily acquire the necessary skills to use a slow e-bike. For a fast e-bike, a bit more strength is required to handle it, as well as more pronounced balance and reactivity due to the higher speed, but this cannot be clearly associated with a certain age. Therefore, a distinction of age groups regarding their access to e-bikes does not seem necessary. Based on the conducted interviews, a change in the current rules regarding the minimum age requirement – currently set at 14 years old after passing a theoretical exam (with the proposed reduction to 12 years, accompanied by an adult) – is not necessary.

### Advantages and disadvantages of an e-bike license

During the workshop with stakeholders, four options for regulating the use of e-bikes with a license were discussed. In addition to the current situation (a « moped » or other license required for 45 km/h e-bikes and for 25 km/h e-bikes between 14 and 16 years old, as well as voluntary courses), there are three ways to introduce a specific e-bike driving license:

- Maintain the current situation (status quo).
- A mandatory theoretical exam specific to e-bikes.
- A mandatory theoretical and practical exam specific to e-bikes.
- A mandatory theoretical and practical course, but without an exam.

The advantages and disadvantages mentioned by experts during the workshop for these three options largely overlap, which is why we treat them here in a grouped manner. The advantages and disadvantages refer to the influence on society of introducing such a measure in Switzerland compared to the current situation. They therefore encompass all possible aspects, including those related to road safety, public health, or costs.

Regarding the **advantages** of a license, two major arguments were put forward by experts:

- Firstly, it would ensure that anyone riding an e-bike has basic knowledge of how to ride and behave in traffic and on the infrastructure currently existing in Switzerland. An obligation would also reach all individuals who would never participate in an optional course.
- Secondly, a mandatory education would more easily ensure a certain quality of course content, either directly or through questions asked or practical skills demonstrated during exams.

Other potential advantages of an e-bike license would be:

- An increased legitimization of e-bike users through obtaining a license.
- A harmonised treatment compared to other motorised means of transport, all of which require a license.

However, the question of what effect an e-bike license and harmonised training would have on road safety remains open. Based on our empirical work and the literature, we cannot estimate whether there would indeed be a positive effect on the number of crashes that would reduce the costs (including social costs) of these accidents.

In addition to these uncertainties, experts have identified a number of disadvantages associated with the introduction of a specific e-bike license:

- Starting with the aspect that was at the heart of this research project: the **skills required** to use an e-bike. Introducing a license requirement for anyone using an e-bike would contradict the finding that these skills are very similar to those for a traditional bicycle, for which no license is required. This is especially true for 25 km/h e-bikes. However, there is no reason to abolish the current rule requiring individuals under 16 to pass a theory exam, as long as road education is not harmonised and further developed within

compulsory education. It is important to maintain this requirement to ensure the acquisition of knowledge of traffic rules for safe travel. For fast e-bikes, a license (M or B) and therefore a general theory exam on traffic regulations is already required for everyone<sup>15</sup>.

- Other disadvantages or uncertainties include the **financial and administrative costs** associated with implementing such a license (both for authorities and for individuals needing to obtain a license).
- A **decrease in the attractiveness** of e-bikes would go against the societal benefits of e-bikes, particularly in terms of public health, which are very positive even when considering risks and crashes. Although no comparable country has currently introduced such a regulation, it seems likely that it would reduce the attractiveness of e-bikes.
- Given the **benefit of acquired rights** (>1.35 million e-bikes are currently in circulation [1]), questions would also arise about the **feasibility** of such a system change and **communication**, as Switzerland would thus differ from its neighbouring countries and the European Union for slow e-bikes. It is therefore difficult to conceive a solution where the use of e-bikes is made more complicated, especially for all those who have acquired one under the current conditions.

The information gathered in this study does not allow us to conclude that the advantages of introducing a license would outweigh the disadvantages. However, the current system based on optional courses and a theory exam (for slow e-bikes between 14 and 16 years old and in all cases for fast e-bikes) has **potential for improvement** to counter the increase in e-bike accidents.

### **Training concept: creating an attractive platform for voluntary e-bike training**

Based on the conclusions of our empirical work, we propose to **rethink the current situation** with a renewed concept of voluntary but recommended training for riding e-bikes. It aims to increase the safety of e-bike riders without introducing a new license or mandatory training. The goal is to make cycling appealing while encouraging, supporting, and guiding individuals so that everyone feels involved and encouraged to participate in an e-bike course.

### **Framework of the training platform** **Enabling users to acquire necessary skills**

The **objective** of this training concept is to propose ways for didactic tools to acquire the necessary skills for e-bike riding. Thus, it aims to increase road safety and reduce the number of falls and collisions (especially those that do not involve other road users) in the context of insufficient cycling infrastructure that exists in Switzerland today and requires certain additional individual skills to ride an e-bike without endangering oneself.

### **Embedding the approach in a promotion and empowerment framework**

Starting from the observation that there is an ecological, social, and health interest in promoting cycling in all its forms, this training concept is part of a **bicycle promotion approach**, particularly focusing on encouragement and empowerment. A successful e-bike training program must go hand in hand with the promotion of cycling, respectively e-biking, and make participants eager to take part.

### **Bringing together various offers and initiatives on a reference platform**

Currently, there are multiple prevention and awareness campaigns as well as scattered e-bike training course offers due to the numerous institutions that propose them. Making them visible on a reference platform will allow all existing content to be gathered and thus

---

<sup>15</sup> Several Swiss studies with large samples also show that over 90% of users of slow e-bikes have a driving license [20], [21], [22], [23].

strengthen their visibility and usefulness. The platform will therefore be the result of **collaboration** among various stakeholders. The Swiss Federal Roads Office, or a mandated body, will ensure coordination and proper functioning. Public prevention institutions, as well as employers, mobility associations, and insurance companies, are other multiplier partners to be integrated. As for the funding of this platform, it could come from the Swiss Road Safety Fund (Fonds de sécurité routière FSR / Fonds für Verkehrssicherheit FVS) as it represents a measure suited to its legal mandate to promote road safety.

### Ensuring that costs will not be a barrier to e-bike training

In general, an online platform represents an attractive and affordable option for taking a more comprehensive training while ensuring quality content. To **encourage participation in practical courses**, various solutions can be explored: offering a voucher to attend a course upon the purchase of an e-bike or upon the registration of a fast e-bike (or conversely, exempting from registration fees if a course is taken), distributing vouchers for a service at the bike shop at the end of a course, or even offering entirely free courses for participants.

### Taking into account the needs of different target groups

In general, such a platform is aimed at all e-bike users. The content must therefore take into account the needs of all the target groups. Indeed, the interviews showed that it is not always easy to clearly distinguish between groups, but that certain trends emerge and that the differences lie more in the methods or dealing with these groups than in the skills that would differentiate them. It is thus appropriate to distinguish between young people (approximately under 25 years old), adults, and seniors (approximately 65 years and older). However, other distinctions may also be relevant: people without a driver's license or who obtained it a long time ago, or people with little or extensive experience respectively in cycling / e-biking.

As seniors are overrepresented in serious crashes compared to their share of the population, we propose to focus on this target group. This includes, for example, raising awareness about the increased vulnerability of the body with age as well as the types of e-bikes and equipment that are most suitable. To define relevant offers and advice to reach seniors, it will be important to consider existing offerings and to define appropriate communication strategies to reach all age groups within this population.

## Contents and implementation of the platform and training

### Creating quality content based on the skills catalogue

To achieve the mentioned objectives, we propose the creation of a **modular e-bike training online platform**. Specifically, this platform gathers various **theoretical content** (existing on other sites or to be created in an attractive format, including videos) as well as **practical course offerings** (see Fig. 12). The platform content is based on the skills, fitness and ability to drive catalogue. We have proposed a list of modules covering different skills (including practical and soft skills) to be acquired (see chapter 11.3.3). The proposal details the content of the modules and, if applicable, the target group to which they are specifically addressed, as well as their format (theory / practice, etc.). Indeed, both theoretical and practical **methods and formats** are needed to acquire the necessary skills for e-biking.

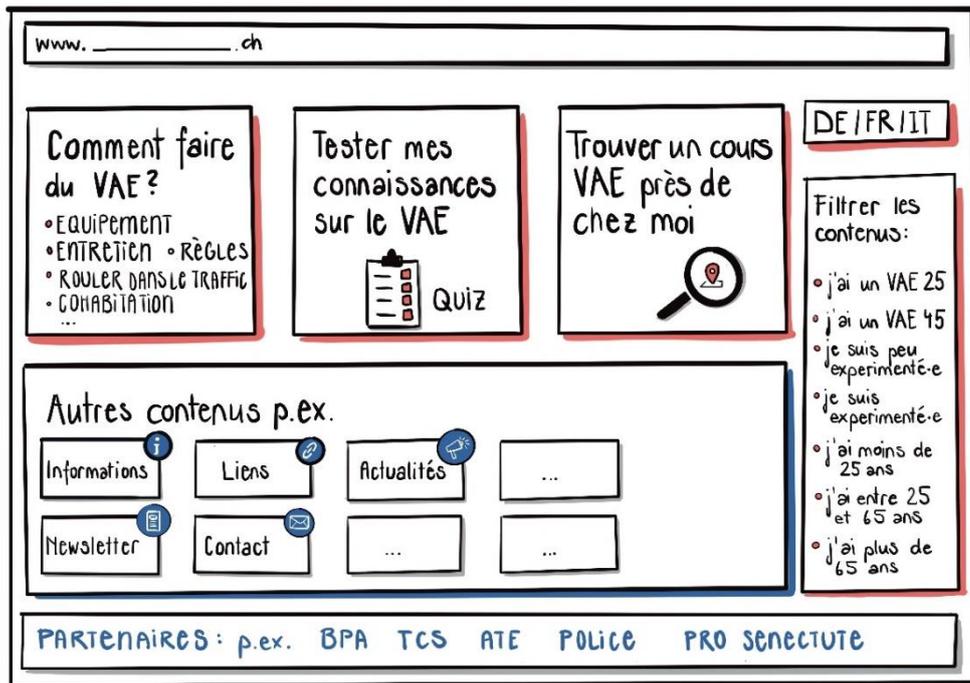


Fig. 12 Contents of the platform. Source: bfm.

For **theory**, two main forms are proposed. On one hand, the platform will offer « e-learning »: static content (text and images) and videos. The various modules will consist of both an « informative » part and an evaluation form to test one's knowledge. This will also help to better include both aspects of risk assessment and self-assessment, which are part of the skills catalogue. On the other hand, in-person courses will also need to contain theoretical parts. These **practical** contents can also take various forms: from traffic observation and observation of other e-bike users to practice in a protected space such as a schoolyard or sports area, or even a traffic garden, or on the road infrastructure, in traffic.

It will also be necessary to ensure that the proposed channels reach all seniors, but we assume that today, their access to online content is as widespread as for other age groups.

### Make people want to use the content and follow the courses

In addition to ensuring that quality content is offered based on scientific principles, it is also important to ensure that it is engaging and inspires people to use and attend. For **theory**, the idea is to create interactive, playful, and attractive content where participants are actively engaged in learning, similar to video games or even virtual reality simulations. Interactive assessment forms such as quizzes or questionnaires can be accompanied by a registration and certification system with rewards (symbolic or even material, e.g., draws). **Practical** content should also have more attractive formats to attract people who are currently hesitant to participate. It will be necessary to go beyond « traditional » courses that offer a rather academic framework and develop an offering of « accompanied tours » during which content will be subtly and playfully conveyed during an e-bike ride.

### Developing a targeted communication strategy

A national **communication campaign** is necessary to raise awareness of the platform, further develop voluntary courses, and recommend that every e-bike user attends one at the beginning of their e-biking experience. It should facilitate the « normalisation » of course participation so that taking a course is no longer an exception for certain groups of people (especially the most « vulnerable » such as seniors). As proposed above, these messages should be integrated into a broader e-bike promotion campaign to achieve the desired goal.

## Consider bike shops and repair workshops as partners

**Bike shops and e-bike repair workshops** play a central role. Their staff are key contacts for e-bike users: there is a trusted relationship that allows for more targeted outreach to e-bikers than broader communication campaigns. The contribution of bike merchants and repair workshops in informing about the platform's existence and encouraging course attendance is particularly valuable. The e-bike retailers should be supported in this effort, knowing that their resources are often very narrow and that this task requires time and means (distribution of flyers and vouchers, providing information to customers, etc.). Other sales channels such as bike fairs should also undertake similar efforts. In the case of resale or transfer of e-bikes between individuals, this information can be conveyed during the initial contact with the repair workshop, considering that only few individuals handle their e-bike maintenance on their own.

## Involve other road users

Given the importance of other road users for the safety of e-bikers, two of the proposed modules include a **perspective change** involving motor vehicle drivers. However, the coexistence between e-bikes and cars must be addressed from both perspectives. Therefore, cyclists as well as (car) drivers must be exposed to the opposite viewpoint to understand each other, particularly, the risk of blind spots. Additionally, driver training should thus be supplemented to include the cyclists' perspective.

Another option to better integrate aspects related to fast e-bikes would be **to supplement existing theoretical exams** that permit their use. Starting with the category M driving license (mopeds), but also B (cars), relevant questions could be added to address the most important coexistence aspects. To strengthen this aspect, in addition to targeting e-bike users, we also propose supplementing training for other road users and raising awareness about e-bikes.

## Evaluate the concept while considering future e-bike developments

The training concept presented here is part of an evolving approach. Following its implementation, the concept must be **evaluated** for its impact on participants' learning, on bicycle promotion, and on road safety (especially on accident rates, which require additional information not currently available). Based on these observations, the training concept and the content developed on its basis will need to be adapted.

## Recommendations

The main recommendation of this research project is to implement the proposed training concept following the steps described above. Specifically, it can be divided into different recommendations that also serve as a « step-by-step » guide for implementing the proposed training platform:

- Bring together various stakeholders in the e-bike domain and create a platform that contains and lists existing offers (online and links to courses).
- Define the content among the missing module proposals and develop them in an attractive, interactive, and playful manner.
- Conduct a general communication campaign and awareness campaign among e-bike shops and e-bike users to promote the platform.
- Adapt other training offerings (e.g., cars, trucks) with content related to coexistence with e-bikes.
- Evaluate the training concept and adapt it if necessary.

Three additional recommendations emerged during this research:

- Evaluate how the target group of elderly people can be reached and integrated best, and implement targeted measures.
- Raise awareness and provide training to other road users (especially those in motor vehicles) about the presence of e-bikes, particularly the underestimation of the speed

of fast e-bikes, as long as the cycling infrastructure is not yet sufficiently developed to facilitate coexistence.

- Harmonise and develop road safety education and cycling practice in compulsory school to reach a level that adequately prepares young people for cycling/e-biking in traffic.

Finally, we also recommend monitoring the evolution of slow and fast e-bikes. The situation is likely to change (especially if in-depth analyses of accidents become available, allowing a better understanding of falls and collisions, especially the chain of events leading to a fall or a collision; or if cyclists' exposure, including for e-bikes, becomes better known) and adjustments may be necessary.

# 1 Introduction

## 1.1 Structure

Ce rapport contient les différentes étapes réalisées dans le cadre du projet « Exigences pour la conduite de vélos à assistance électrique (VAE) ». Le premier chapitre présente la démarche et les méthodes ainsi que le contexte et les enjeux du sujet de recherche et notamment la sécurité cyclable. Le deuxième chapitre contient la revue de la littérature. Le chapitre 3 présente le catalogue de compétences, le 4<sup>ème</sup> chapitre les bases légales qui s'appliquent aux VAE en Suisse et dans d'autres pays et le chapitre 5 propose une synthèse intermédiaire.

Ensuite, les résultats des différentes enquêtes sont présentés : dans le chapitre 6, les entretiens avec les usagers et usagères et dans le chapitre 7 ceux avec les expert-e-s. Il suit une synthèse de cette partie empirique (chapitre 8).

La dernière partie contient dans le chapitre 9 le compte-rendu de l'atelier avec les parties prenantes, la proposition de concept de formation (chapitre 10) ainsi que les conclusions et des recommandations (chapitre 11).

## 1.2 Démarche et méthodes

Les vélos à assistance électrique (VAE) sont des vélos dotés d'une assistance électrique qui s'enclenche lors du pédalage. Le terme de « e-bike » pour « electric bicycle » regroupe un ensemble plus large de véhicules qui disposent, dans certains cas, d'un accélérateur permettant de rouler sans pédaler [25]. Puisque ces véhicules sont encore peu présents en Suisse, cette étude ne prend en compte que les modèles à assistance électrique au pédalage. Le terme de VAE est privilégié car, au-delà d'être plus spécifique, celui de « e-bike » peut parfois amener à confusion. Ce qui est appelé « e-bike » dans le langage courant en Suisse est officiellement appelé Pedelec (jusqu'à 25km/h) ou S-Pedelec (pour speed-pedelec, jusqu'à 45 km/h) en Allemagne et en Autriche. En Allemagne et en Autriche, le terme de « e-bike » désigne officiellement les véhicules qui, en Suisse, sont appelés « scooters électriques » ou « Elektroroller » (à ne pas confondre avec le mot allemand « E-Scooter » qui désigne les trottinettes électriques).

Notre groupe de travail a mis en œuvre une approche interdisciplinaire qui tient compte des différentes perspectives des utilisateurs et utilisatrices, des expert-e-s et des autres parties prenantes.

Les **questions de recherche** suivantes ont été formulées à l'origine de ce projet :

- Quelles sont la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour rouler avec un vélo à assistance électrique (VAE) ?
- Quelles sont les différences entre la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour les VAE25 (avec une assistance jusqu'à max. 25 km/h) et VAE45 (assistance jusqu'à max. 45 km/h) ?
- Comment les compétences de conduite nécessaires sont-elles acquises ?
- Les enfants (à partir de 12 ou 14 ans) et les personnes âgées disposent-ils/elles également de cette capacité, cette aptitude et ces compétences de conduite ou peuvent-ils/elles les acquérir ?
- Quels sont les contenus et les méthodes d'une formation pour les VAE ?
- Faut-il des concepts différents pour les enfants, les adultes et les seniors ?
- D'un point de vue sociétal, quels sont les avantages et les désavantages d'un examen de conduite pour les usagers et usagères de VAE ?

Dans quelle mesure un examen de conduite augmente-t-il la sécurité des usagers et usagères de VAE ?

La Fig. 13 montre notre démarche, les **étapes de travail** et les **résultats obtenus**.

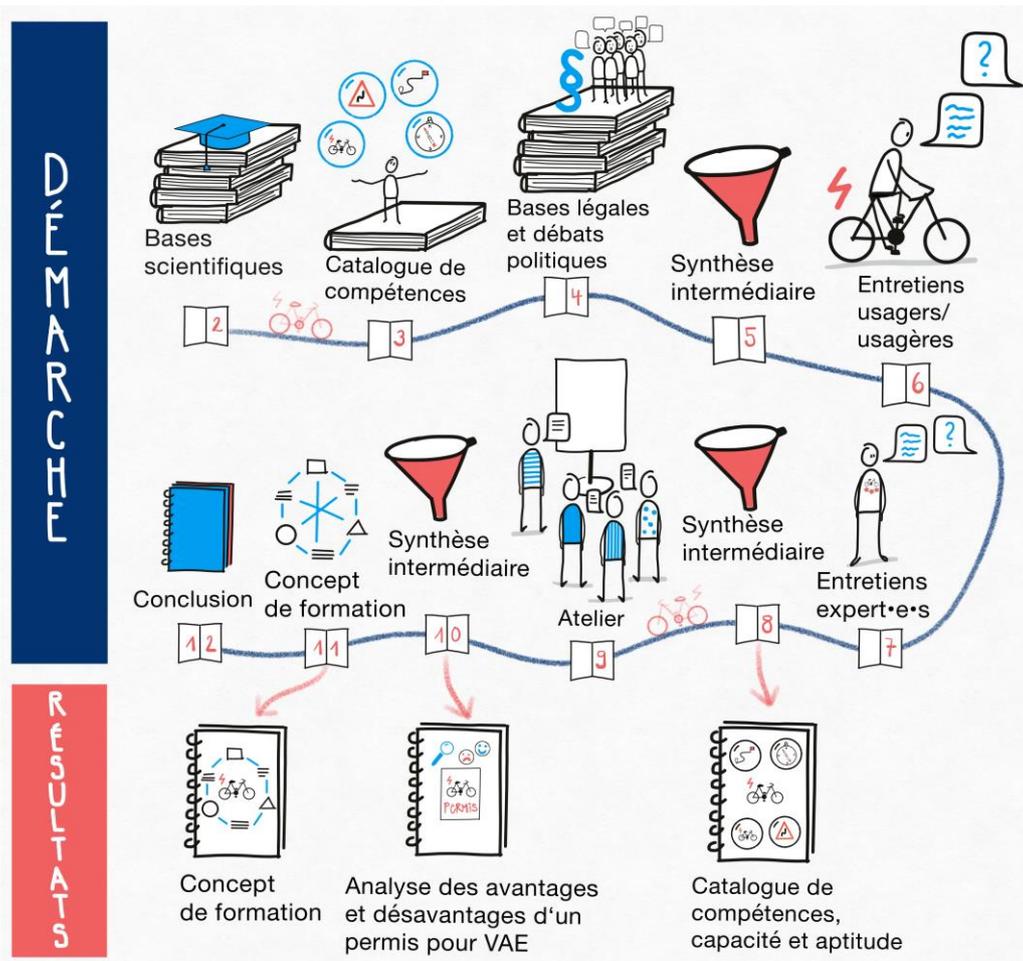


Fig. 13 Démarche de recherche avec résultats et étapes de travail. Source : bfm.

À la suite de cette introduction dans laquelle nous présenterons notre approche de la sécurité cyclable sur la base d'une présentation de différentes visions et de l'accidentologie, les contenus des prochains chapitres et étapes de travail sont détaillés.

### 1.2.1 Chapitre 2 : Bases scientifiques

Cette première étape de travail comprend une analyse approfondie de la littérature scientifique nationale et internationale. L'objectif est de mieux comprendre quelles sont la capacité, l'aptitude et les compétences nécessaires pour conduire un VAE, comment ces compétences sont acquises et quelles différences existent à cet égard, par exemple entre classes d'âge. Compte tenu de la diversité des compétences requises, la littérature analysée se réfère aux sciences sociales, à la planification des transports, à la médecine (y compris l'accidentologie) et aux sciences du sport.

### 1.2.2 Chapitre 3 : Catalogue de compétences

Le chapitre suivant présente le modèle d'apprentissage retenu dans cette recherche, à savoir la « matrice GDE », en particulier la variante appliquée par le BPA au VAE ainsi que son catalogue de compétences. Sur cette base, ce chapitre établit un catalogue de base des compétences nécessaires pour la conduite de VAE et met en évidence les aspects pertinents de la capacité et de l'aptitude à la conduite, comme base pour les étapes de travail suivantes.

### 1.2.3 Chapitre 4 : Bases légales et débats politiques

Pour terminer cette partie introductive, le chapitre 4 analyse les fondements juridiques (prescriptions et mesures existantes) ainsi que les débats relatifs à l'aptitude et aux compétences de conduite d'un VAE en Suisse, dans les pays voisins ainsi qu'aux Pays-Bas et au Danemark. L'accent est mis sur les conditions personnelles exigées par la loi pour conduire un VAE (par ex. âge, obtention du permis de conduire) et sur le contexte du droit de la circulation (autorisation d'utiliser les infrastructures cyclables, etc.). Les débats politiques sont également analysés, notamment sur la question de l'âge minimum et de la condition d'obtention du permis de conduire.

### 1.2.4 Chapitre 5 : Synthèse des bases scientifiques et légales

Une synthèse intermédiaire résume les bases scientifiques et légales pour la conduite d'un vélo à assistance électrique qui ont permis de construire la partie empirique qui suit.

### 1.2.5 Chapitre 6 : Entretiens avec des usagers et usagères

Cette étape comprend des entretiens semi-directifs avec des personnes qui se déplacent depuis longtemps ou depuis peu avec un VAE. L'objectif de ces interviews est d'obtenir des connaissances sur les compétences particulièrement importantes pour les cyclistes utilisant un VAE et sur la manière dont ils ou elles les acquièrent sur la base de leurs expériences antérieures.

Cette partie se base sur une démarche qualitative plutôt que quantitative. Ce choix se justifie d'une part par le fait qu'il n'est pas ou peu possible de recourir à des connaissances existantes au sujet de ces compétences comme l'a montré la revue de la littérature. Une procédure exploratoire est donc nécessaire, ce que permettent les entretiens semi-directifs. Ceux-ci permettent d'obtenir de nombreuses données sur les personnes interrogées et montrent en détail leur point de vue sur la conduite d'un VAE, en se basant sur leurs expériences et leurs besoins ou sur leur sentiment de sécurité, ainsi que sur leurs motivations et leurs attitudes. De plus, il est plus facile de se souvenir et de réfléchir à des expériences passées dans le cadre d'une interview approfondie que lors de la réponse à un questionnaire, en particulier lorsque l'apprentissage remonte à longtemps, comme c'est le cas pour les usagers et usagères expérimenté·e·s de VAE. Cela est également confirmé par la littérature sur les approches biographiques dans la recherche sur la mobilité [26], [27]. Différentes études dans le domaine de la recherche sur le vélo ont montré la pertinence de cette approche (par ex. [28]). Des entretiens permettent également d'aborder les différents aspects de la matrice GDE et du catalogue de compétences du BPA de manière plus complète qu'avec un questionnaire.

Le recrutement des personnes à interviewer s'est fait par le biais de magasins de vélo qui ont envoyé des messages ou distribué des flyers à leurs client·e·s. L'objectif était, d'une part, de trouver ainsi des personnes qui achètent pour la première fois un VAE 25 ou 45, afin de les accompagner dans l'acquisition des compétences au cours des premiers mois. D'autre part, les magasins de vélos permettent également de cibler les usagers et usagères de longue date aux profils variés, via le contact établi lors du service annuel. L'incitation à participer à l'étude a consisté en un bon de 50 CHF à faire valoir dans le magasin de vélo concerné. Afin de couvrir différents types d'espaces, des magasins de vélos ont été sélectionnés à Lausanne, La Tour-de-Peilz, Berne et Beromünster. Les personnes interrogées ont d'abord répondu à un très court questionnaire en ligne ce qui a permis à l'équipe de recherche de faire un choix de différents profils de personnes en matière d'âge, sexe, lieux de résidence ainsi que d'expérience et de type de VAE.

Les interviews ont été réalisés majoritairement à distance par visioconférence ou téléphone et pour quelques personnes sur place. Une interview de 45-60 minutes a été menée avec 10 cyclistes expérimenté·e·s en VAE. Avec 15 nouveaux usagers et nouvelles usagères, deux interviews ont été réalisés, l'une juste après l'achat du vélo à assistance électrique et l'autre environ quatre à six mois plus tard. La comparaison entre les deux entretiens a permis de tirer des conclusions sur le processus d'acquisition des compétences.

Avec ce nombre relativement faible d'interviews, l'échantillon n'est pas représentatif (pour cela, il faudrait d'abord connaître l'ensemble des cyclistes utilisant un vélo à assistance électrique, ce qui n'est pas le cas), mais il illustre les différents types d'usagers et usagères en incluant des profils aussi variés que possible. L'analyse des entretiens a permis de comprendre le point de vue des usagers et usagères, ainsi que les différences de besoins.

### 1.2.6 Chapitre 7 : Entretiens avec des expert-e-s

Lors de cette étape, des expert-e-s ont été interrogé-e-s sur les exigences en matière d'aptitude, de capacité et de compétences relatives au VAE. Pour ce faire, des personnes qui se sont penchées sur la question au niveau conceptuel ou qui ont de l'expérience pratique avec des usagers et usagères de VAE ont été interrogées. Deux représentants des commerçants de vélos ont assuré en outre que les développements technologiques des VAE soient couverts.

25 expert-e-s issu-e-s de différentes régions linguistiques ont été interrogé-e-s sur les blocs thématiques suivants :

- Aptitude, capacité et compétences nécessaires à la conduite d'un VAE
- Âge minimum requis pour l'utilisation
- Expérience avec les contenus et les méthodes des cours de VAE

Selon le domaine de spécialisation des expert-e-s, tous les thèmes ou seulement certains d'entre eux ont été abordés.

Comme pour les entretiens avec les usagers et usagères, l'analyse des entretiens est effectuée au moyen d'une analyse de contenu guidée par les questions de recherche.

### 1.2.7 Chapitre 8 : Synthèse de la partie empirique

Une synthèse conclut la partie empirique et compare les résultats des deux séries d'entretiens et en tire des conclusions. Sur la base des entretiens et son expertise dans les domaines de la recherche sur la mobilité, de la médecine, des sciences du sport et de la pédagogie, l'équipe interdisciplinaire a ensuite complété le catalogue des compétences nécessaires à la conduite d'un VAE. Ce catalogue a servi de base pour les premiers contenus et les propositions de thématiques du concept de formation qui ont été discutés lors de la prochaine étape.

### 1.2.8 Chapitre 9 : Atelier avec les parties prenantes

Un atelier avec les parties prenantes s'est déroulé fin novembre 2023 à Berne. Il a eu pour objectif, dans une première partie, de permettre une réflexion critique sur le catalogue de compétences ainsi que sur les premiers éléments du concept de formation au sein d'un cercle plus large. Dans une deuxième partie, il s'agissait de discuter des avantages et désavantages d'un permis de conduire pour VAE. Le format de l'atelier a permis de créer le débat, avec la possibilité de réagir directement aux opinions des autres.

Les participant-e-s de l'atelier ont été les expert-e-s interrogé-e-s ainsi que d'autres représentant-e-s d'organisations d'intérêt pertinentes (notamment le BPA, l'ATE, le TCS, PRO VELO, Défi Vélo, ou l'association des moniteurs et monitrices de conduite).

### 1.2.9 Chapitre 10 : Synthèse intermédiaire

À la suite de l'atelier, la dernière synthèse intermédiaire contient d'une part une synthèse des avantages et désavantages de différentes options de permis pour VAE. D'autre part, les groupes cibles à distinguer dans le cadre de la formation à la conduite d'un VAE est discutée. Enfin, le chapitre présente les options à retenir pour ces deux sujets.

### 1.2.10 Chapitre 11 : Concept de formation

Sur la base des travaux menés dans ce projet, un concept de formation pour une formation à la conduite de VAE a été élaboré. Celui-ci comprend aussi bien des aspects de contenu que de méthodes et formats. Le cas échéant, il est différencié selon les catégories de cyclistes, notamment selon le type de VAE, l'âge (enfants/adolescent-e-s, adultes et seniors) et le niveau d'expérience.

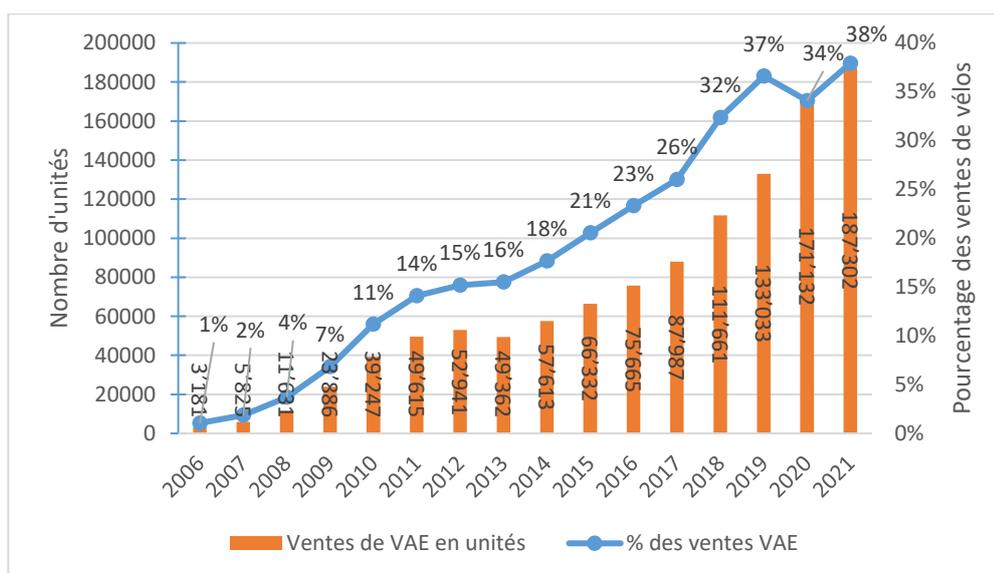
### 1.2.11 Chapitre 12 : Conclusions

La dernière étape de travail comprend la synthèse de cette étude sous forme d'un chapitre final. Les conclusions reviennent sur les questions de recherche et contiennent des recommandations ainsi que les futurs besoins de recherche.

## 1.3 Contexte et enjeux de la sécurité à VAE

Ce chapitre pose les enjeux de la sécurité à VAE et propose une définition de la notion de sécurité cyclable. Nous commençons par poser le contexte et les enjeux du mandat puis nous détaillons les composantes du système de sécurité cyclable relatif à l'usage du VAE.

Les ventes de VAE connaissent une forte augmentation en Suisse. Entre 2011 et 2021, elles ont augmenté de 278% pour atteindre 187'302 unités vendues, cf. Fig. 14 [1]. Entre 2005 et 2022, environ 1,35 million de VAE ont donc été vendus.



**Fig. 14** Ventes de VAE en Suisse 2006-2021 et part des ventes de vélos [1].

Ce type de véhicule recouvre en Suisse deux catégories légales. Les VAE dotés d'une assistance jusqu'à 25 km/h (VAE25) sont intégrés à la catégorie des « cyclomoteurs légers », et comptent pour 88% des ventes en 2021 [1]. Les VAE dotés d'une assistance jusqu'à 45 km/h (VAE45) appartiennent à la catégorie des « cyclomoteurs » et représentent 12% des ventes [1].

Historiquement, le VAE a d'abord eu pour but de faciliter la pratique du vélo pour les personnes âgées ou dotées de capacités physiques limitées [2]. Il permet ainsi de prolonger la pratique du vélo dans le temps, au-delà de l'âge de la retraite [29], [30]. Cependant, cette pratique s'est diffusée à une population plus jeune [3], [4] pour qui le VAE permet d'élargir le rayon d'action, de gravir des pentes, transporter des charges ou parcourir des distances plus grandes à l'échelle des agglomérations [5]. Ce faisant, le VAE a aussi permis à des individus de reprendre une pratique du vélo interrompue, ou de la conserver malgré des changements de situation personnelle (changement de travail ou domicile) [6].

La pratique du VAE offre de nombreux avantages, parmi lesquels une dose d'activité physique remplissant les recommandations minimales requises [7], [8], [9], une capacité de déplacement efficace en milieu urbain, et un plaisir et une facilité d'utilisation grâce à son assistance électrique [10]. Aujourd'hui, la pratique du VAE est normalisée et touche tous les groupes d'âge dès la majorité. Cependant, d'autres groupes comme les adolescent-e-s [31] qui effectuent des trajets scolaires parfois éloignés pourraient bénéficier du potentiel des VAE. Actuellement, l'utilisation d'un VAE25 est autorisée sans permis dès 16 ans et à partir de 14 avec un permis pour vélomoteurs (catégorie M). Pour les VAE45, au minimum un permis de catégorie M est toujours requis (cf. chapitre 4).

La diffusion des VAE s'accompagne d'une augmentation des accidents impliquant des VAE. Le nombre total de victimes d'accidents de VAE (tués, blessé graves ou blessés légers) a augmenté entre 2015 et 2021 de 176% [11]. Cette évolution des accidents impliquant des VAE correspond à l'augmentation des ventes de VAE. Cependant, les usagers et usagères de VAE ne sont pas égaux et égales face aux accidents. En 2021, 33% des usagers et usagères de VAE grièvement et 67% des tué-e-s avaient plus de 64 ans [12]. Ce groupe d'âge est aussi plus vulnérable ; en cas d'accident avec dommage corporel, les retraité-e-s courent 6 à 8 fois plus de risque de mourir que d'autres tranches d'âge [12].

Les statistiques d'accident de 2014 à 2018 indiquent que plus de la moitié des accidents de VAE (ayant entraîné des dommages corporels graves (56% des VAE25 et 54% des VAE45) impliquent une seule personne, tandis que 40% sont des collisions impliquant plusieurs usagers et usagères de la route [32]. Les procès-verbaux d'accident remplis par la police désignent les causes de ces « accidents individuels » comme étant principalement des « pertes de maîtrise » du véhicule, celles-ci désignant par exemple des chutes ou glissades. Néanmoins, ces indications doivent être prises avec prudence car une grande partie des accidents de vélo ou VAE ne sont pas déclarés, jusqu'à 90% selon le BPA [32]. En outre, le protocole de collecte des procès-verbaux d'accident est destiné à indiquer la responsabilité d'un usager ou d'une usagère. Celui-ci ne propose donc pas de catégories permettant de comprendre le rôle que peut jouer une infrastructure cyclable insuffisante ou absente lors d'un accident. L'une des explications est que les autres usagers et usagères de la route tendent à sous-estimer la vitesse des VAE et confondent ceux-ci avec des vélos conventionnels [33], [34], [35].

L'OFROU s'efforce d'améliorer la sécurité des utilisateurs de VAE. Le travail de recherche proposé ici doit y contribuer. Dans un premier temps, il s'agit de savoir de quelle aptitude à la conduite, de quelle capacité de conduite et de quelles compétences de conduite les personnes doivent disposer pour circuler à VAE lent (25 km/h) ou rapide (45 km/h). En outre, il s'agit d'examiner spécifiquement si des adolescent-e-s (jusqu'à 14 ans) peuvent eux et elles aussi rouler avec des VAE lents et quels seraient les avantages et les inconvénients d'un examen de conduite pour VAE. L'objectif est, d'une part, d'établir un catalogue de compétences basé sur le catalogue de compétences existant du BPA et la matrice d'apprentissage de la conduite « Goals for driver education » (GDE) [36] appliquée aux VAE et, d'autre part, de proposer un concept de formation à la conduite d'un VAE ainsi qu'une liste des avantages et des inconvénients d'un examen de conduite de vélos à assistance électrique. Il est toutefois important de noter que, comme le montre l'approche actuelle du BPA en matière de prévention, l'être humain n'est qu'un des trois éléments du système, et qu'il convient également de considérer les véhicules (VAE mais également voitures et autres usagers et usagères de la route) et l'infrastructure.

Cette étude se concentre sur la sécurité routière. Par conséquent, elle porte sur l'utilisation quotidienne ou de loisirs des VAE dans la circulation routière et exclut par exemple l'utilisation des VTT à assistance électrique sur les chemins de montagne. Les vélos cargo à assistance électrique ne sont pas non plus abordés en détail, car les exigences en matière de conduite sûre seraient fondamentalement différentes en raison de caractéristiques de poids et de freinage. De nombreux vélos cargos sont en outre dotés de trois roues, ce qui constitue également une différence importante par rapport aux VAE.

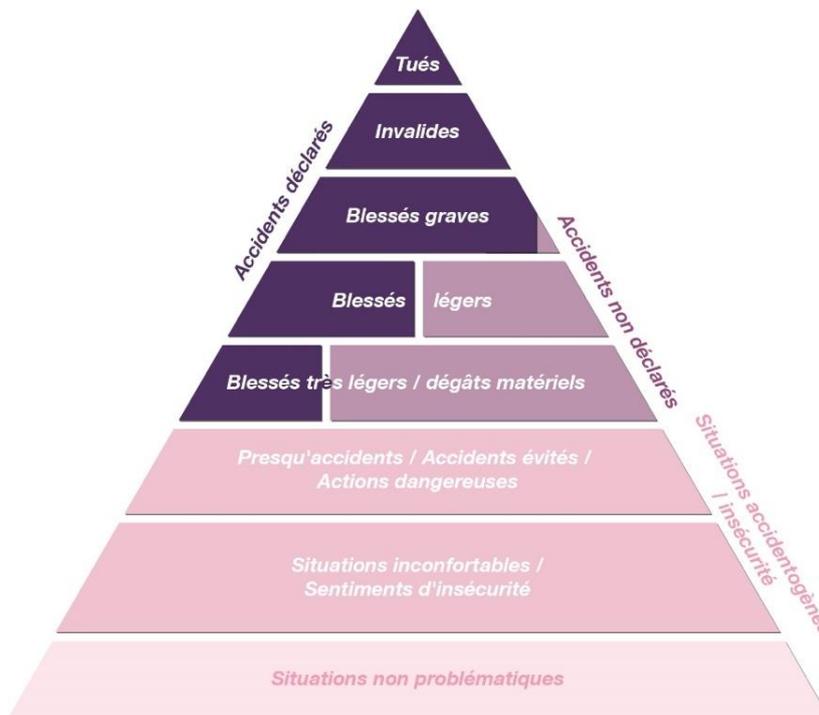
## 1.4 Sécurité cyclable

Les définitions utilisées dans cette section sont tirées d'une recherche publiée en 2023 sur la sécurité à vélo, réalisée sur mandat de l'association suisse des ingénieur-e-s et expert-e-s en transports (SVI) [37], et auquel a contribué l'équipe de l'Université de Lausanne impliquée dans le présent projet.

### 1.4.1 Sécurité objective et perçue

Le concept de sécurité n'est pas simple à définir. Il recouvre à la fois une partie objective (les accidents eux-mêmes), mais aussi une partie subjective, soit la perception de la sécurité par les usagers et usagères.

Comme le montre le schéma ci-après (cf. Fig. 15), l'image d'un « iceberg » peut être employée pour désigner la sécurité cycliste, car seule une partie des accidents de vélo, aux conséquences les plus graves (mort-e-s, blessé-e-s) sont visible, tandis que la majorité ne sont pas déclarés à la police (jusqu'à 90% en Suisse,) comme l'attestent des comparaisons avec les données hospitalières [38], [39]. Comme l'illustre la forme pyramidale, il existe une relation inverse entre la fréquence d'un événement et sa gravité. Ainsi, les accidents les plus graves occasionnant des mort-e-s ou blessé-e-s sont les moins fréquents, tandis que les accidents aux conséquences moins graves surviennent plus souvent.



**Fig. 15** Les accidents comme « pointe de l'iceberg » de la sécurité du système cyclable. Note : représentation schématique ne reflétant pas le nombre d'accidents enregistrés [37].

Cette figure montre également que la sécurité ne s'arrête pas aux accidents (la sécurité objective), mais inclut également l'ensemble des situations critiques ne débouchant pas sur un accident (sécurité perçue). Ainsi, quatre principaux niveaux peuvent être définis :

- **L'accident<sup>16</sup> grave** est le niveau de sévérité le plus élevé et pour lequel les données sont les plus nombreuses. Les accidents provoquant des tué-e-s, invalides ou blessé-e-s graves (nécessitant une hospitalisation de plus de 24 heures) sont

<sup>16</sup> Le terme « accident » est interdit d'usage par la revue British Medical Journal car il implique une action due au hasard et l'absence de causalité – on lui préfère des termes plus précis : collision, chute, etc.

- relativement rares, mais le plus souvent déclaré-e-s. En Suisse, l'on distingue depuis 2015 deux catégories (« blessé-e-s en danger de mort » et « blessé-e-s sérieux »).
- **Les accidents peu graves**, soit ceux provoquant des blessé-e-s légers ou des dégâts matériels, sont beaucoup plus communs. La grande majorité des accidents peu graves à vélo échappe à tout recensement.
  - Le niveau intermédiaire est celui des **presqu'accidents** (« near misses »), ou des situations dangereuses qui auraient pu déboucher sur un accident, mais ne l'ont pas été. Ces situations, bien que très fréquentes, ne font l'objet d'aucun recensement.
  - Le niveau inférieur de la sécurité à vélo est celui du **sentiment de sécurité**, ou sécurité perçue. Il regroupe un ensemble de situations d'inconfort, dont certaines sont potentiellement accidentogènes. Ce niveau est le plus important car il touche tous les cyclistes. Par définition, il est subjectif puisque la perception de la sécurité varie d'un individu à l'autre. Néanmoins, il reste jusqu'ici largement absent de la recherche sur les accidents puisque difficilement mesurable.
  - Enfin, la base de l'iceberg est constituée des **situations non problématiques** qui ne posent pas de problème du point de vue de la sécurité. Il est important de noter que sécurité perçue et « objective » ne correspondent pas nécessairement. Ainsi, une sécurité perçue comme bonne ne signifie pas nécessairement un risque d'accident faible (et vice-versa), puisque l'on peut surestimer ses propres compétences, ou sous-estimer le danger présent.

### 1.4.2 Système de sécurité cyclable

Comme l'indique la Fig. 16, la sécurité à vélo peut être vue comme un système comprenant les interactions entre trois éléments : les usagers et usagères (cyclistes et autres utilisateurs et utilisatrices de la route), les véhicules (type de vélo, équipement<sup>17</sup>, autres véhicules), et les infrastructures et réglementations (aménagement, normes, cadre juridique). Ces trois éléments représentent les groupes de facteurs principaux liés aux accidents de vélo : d'ordre personnel, contextuel (infrastructure) ou liés au véhicule [40]. Premièrement, les facteurs humains sont directement liés aux usagers et usagères (cyclistes, automobilistes ou autres) et relèvent notamment du comportement de conduite, de l'état physiologique (intoxication ou ébriété) des cyclistes ou des usagers et usagères antagonistes et de l'âge (les enfants, adolescent-e-s et jeunes adultes, ainsi que les personnes âgées étant réputées plus vulnérables). Deuxièmement, les facteurs liés aux véhicules sont notamment la taille ou le type de véhicule (voiture, bus, camion, ou alternativement, vélo ou VAE), ou encore son état de marche. Troisièmement, les facteurs liés aux infrastructures routières incluent le type de route, d'intersection, ou d'aménagement cyclable, ainsi que les conditions de trafic (volume et vitesse) et les conditions environnementales (météo) [41].

<sup>17</sup> Pour les véhicules, plusieurs systèmes de sécurité peuvent contribuer à la sécurité, tels que les systèmes d'aide au freinage (ABS) pour les VAE, ou les détecteurs d'angle mort pour les voitures/poids lourds.

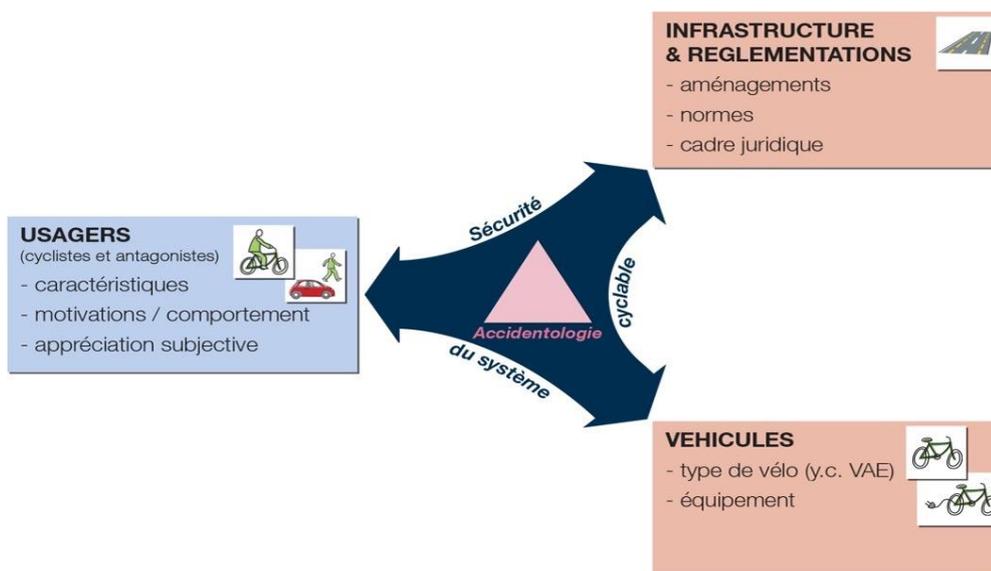


Fig. 16 Composantes de la sécurité du système cyclable [37].

### 1.4.3 Accidents de vélo et VAE en Suisse

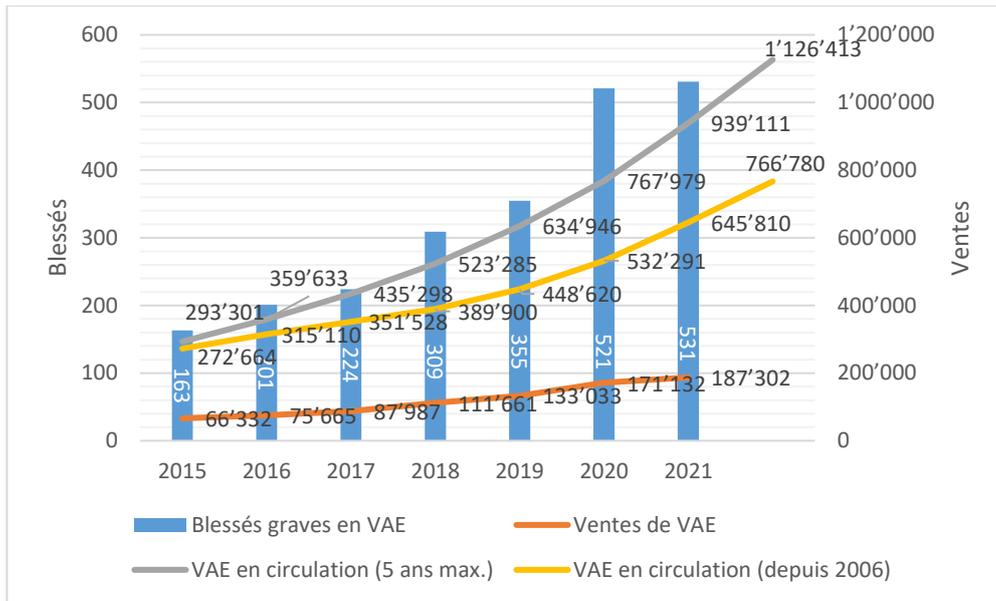
En Suisse, les chiffres indiquent (cf. **Tab 4**) qu'en 2021, les accidents de la route impliquant un vélo ou VAE<sup>18</sup> ont provoqué 39 tué-e-s (22 en vélo et 17 en VAE), 1'350 blessé-e-s graves (819 à vélo, 531 en VAE), 3'385 blessé-e-s léger-ère-s (2278 en vélo, 1107 en VAE) pour un total de 4'774 victimes (3119 en vélo et 1655 en VAE). Le nombre total d'accidents impliquant un vélo atteint 5'391 (3'577 en vélo, 1'814 en VAE), dont 543 avec dommages matériels (401 en vélo, 142 en VAE) et 4'848 avec dommages corporels (3'176 en vélo, 1'672 en VAE). A noter que les victimes d'accidents de VAE45 n'ont pas été ici distinguées des VAE25, car leur nombre est trop peu élevé.

**Tab 4** Comparaison entre victimes d'accidents graves en vélo et VAE entre 2015 et 2021 [11]

Mode	Type de victime	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Vélo	Tué-e-s	25	24	30	27	16	29	22
	Blessé-e-s graves	838	854	818	877	802	934	819
	Blessé-e-s léger-ères	2542	2496	2545	2725	2610	2674	2278
VAE (25 et 45)	Tué-e-s	14	9	7	12	11	15	17
	Blessé-e-s graves	163	201	224	309	355	521	531
	Blessé-e-s léger-ères	422	464	589	726	891	1154	1107

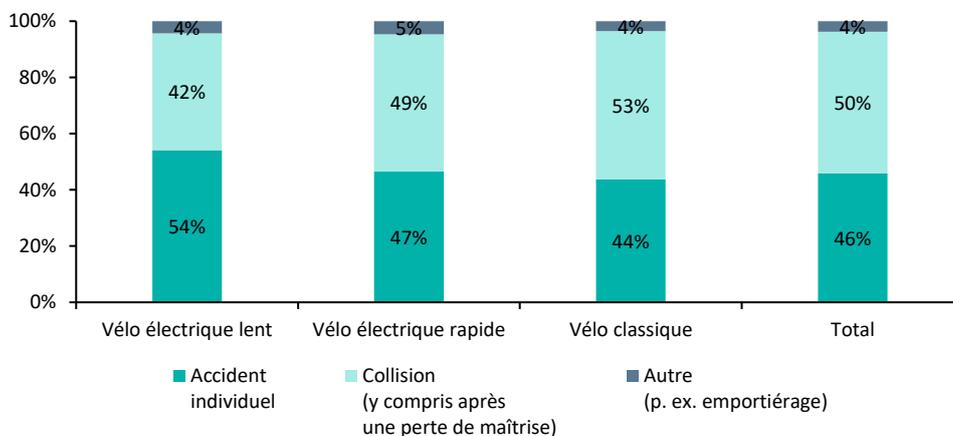
En ce qui concerne les VAE, l'on constate entre 2015 et 2021 une augmentation des personnes blessées gravement (+226%) et légèrement (+162%) en Suisse (Fig. 17). Cependant, ces chiffres doivent être replacés dans le contexte de la forte évolution des ventes de VAE et donc du nombre d'usagers et usagères, qui a cru sur la même période de +182%. Néanmoins, la sévérité des accidents en VAE (proportion de blessures graves) est plus élevée que pour les cyclistes conventionnel-le-s, ce qui est dû à l'âge plus élevé des usagers et usagères, qui sont plus vulnérables en cas d'accident, [42]. En effet, en 2021, les personnes de plus de 64 ans représentent 33% des blessés graves mais 67% des tués en vélo à assistance électrique [12].

<sup>18</sup> Les accidents de la route n'incluent pas les accidents ayant eu lieu sur des chemins de montagne et liés à la pratique du VTT (vélo tout-terrain).



**Fig. 17** Comparaison entre blessé·e·s graves en VAE, ventes annuelles de VAE, VAE en circulation (depuis 5 ans) et VAE en circulation cumulés depuis 2006 entre 2015 et 2021 [1], [11].

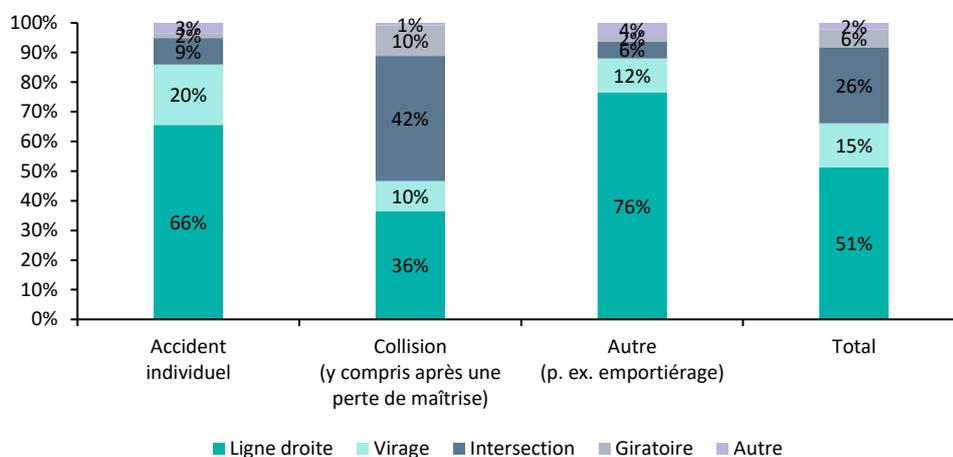
Comme le montre la Fig. 18, les utilisateur·trice·s de VAE sont proportionnellement plus impliqué·e·s dans des accidents individuels (sans intervention d'un usager ou usagère tiers) occasionnant des dommages corporels graves (mort, blessure grave) que les cyclistes conventionnel·le·s. Entre 2015 et 2019, 52 % des usagers et usagères de VAE grièvement ou mortellement blessé·e·s l'ont été dans des accidents individuels, contre 44% des cyclistes conventionnel·le·s. Les usagers et usagères de VAE25 ont proportionnellement plus d'accidents graves individuels (54%) que les utilisateur·trice·s de VAE45 (47%). Cette part proportionnellement plus élevée s'explique principalement par l'âge des utilisateur·trice·s VAE lents, qui sont en moyenne plus âgé·e·s que les cyclistes « classiques ». En effet, la probabilité de déclaration des accidents auprès de la police augmente avec l'âge. Une autre hypothèse concerne l'environnement routier, les usagers et usagères de VAE âgé·e·s circulant plutôt hors des villes où le risque d'accident individuel augmente, tandis que les plus jeunes circulent plutôt en ville, où le risque de collision est plus élevé. Il se peut également que le comportement de conduite ou l'adresse à circuler varie selon l'âge [43], [44]. Enfin, la plus grande fréquence de ce genre d'accidents peut également s'expliquer par la valeur monétaire plus importante des VAE, qui expliquerait que ceux-ci fassent plus souvent l'objet d'une déclaration.



**Fig. 18** Parts de cyclistes victimes de dommages corporels graves selon le type de vélo et le type d'accident, somme 2015-2019 [12].

## Lieu de l'accident et responsabilité

Comme le montre la Fig. 19, la moitié (51%) des accidents graves de vélo classique ou de VAE se produisent sur des tronçons routiers en ligne droite, un quart (26%) à des intersections, 15 % dans des virages et 6 % dans des giratoires. En observant cette répartition selon le type d'accident, la plupart des accidents individuels (66%) surviennent sur des lignes droites ou dans des virages (20%). Quant aux collisions, elles ont lieu le plus souvent à des intersections (42%) ou sur des lignes droites (36%), et dans 10% des cas dans des giratoires. Cependant, les vélos et VAE sont nettement surreprésentés parmi les usagers et usagères de la route dans les collisions dans les giratoires, étant impliqués dans 40% d'entre eux entre 2017 et 2021 [45]. Les responsables principaux des collisions graves impliquant un vélo sont, dans près de deux tiers des cas (moyenne 2015-2019 : 63%), les usagers et usagères antagonistes des cyclistes, et dans seulement 37 % des cas les cyclistes eux- ou elles-mêmes. Les usagers ou usagères antagonistes conduisent dans plus de 60% une voiture de tourisme (6% un camion ou véhicule lourd, 7% véhicule de livraison), et beaucoup plus rarement un vélo (10%). La responsabilité des cyclistes est la plus faible dans le cas des giratoires, où 40% des collisions impliquent des cyclistes, mais où 88% d'entre elles sont attribuables aux usagers ou usagères antagonistes.



**Fig. 19** Parts de cyclistes (vélo et VAE) victimes de dommages corporels graves selon le type d'accident et le lieu de l'accident, somme 2015-2019 [12].

## Type de collisions

Les principaux types de collisions graves dans lesquelles des cyclistes ou usagers et usagères de VAE sont impliqués ont lieu dans des intersections, des routes en alignement ou des giratoires. Comme indiqué dans le Tab. 5, les trois configurations d'accident les plus fréquentes sont les suivantes :

- collision en obliquant à droite avec le trafic venant de gauche, dans un giratoire
- collision en obliquant à gauche avec le trafic venant de gauche, à une intersection
- collision en obliquant à gauche avec le trafic en sens inverse, à une intersection

Dans la majorité de ces cas (80 à plus de 90%), les cyclistes ne sont pas responsables principaux de l'accident, mais bien les usagers et usagères antagonistes (voitures de tourisme majoritairement). La première configuration d'accident la plus fréquente représente trois quarts des accidents graves impliquant un vélo ou VAE dans les giratoires. Lors de cette collision, la victime (presque toujours le-la cycliste) qui se trouve déjà sur l'anneau est heurtée par un-e usager-ère qui pénètre dans le giratoire (presque toujours une voiture).

D'autres configurations d'accident pour lesquels les usagers et usagères antagonistes (voitures de tourisme majoritairement) sont les responsables principaux dans 80 à plus de 90 % sont :

- collision en obliquant à gauche avec le trafic venant en sens inverse, à une intersection
- collision lors d'un dépassement sur une ligne droite.
- collision en obliquant à droite avec le trafic venant de gauche, à une intersection

Pour certaines configurations de collisions, le responsable principal est plus souvent le cycliste que l'usager-ère antagoniste de celui-ci, soit :

- accident par tamponnement sur une ligne droite
- collision avec le trafic traversant depuis la droite, à une intersection
- collision avec le trafic traversant depuis la gauche, à une intersection

**Tab. 5** Nombre de cyclistes victimes de dommages corporels graves dans les collisions avec d'autres usagers et usagères de la route selon le type d'accident et le lieu de l'accident, somme 2015-2019 [12]

	Ligne droite	Virage	Intersection	Giratoire	Autre	Total
Collision lors d'un dépassement	129	40	13	7	0	189
Collision lors d'un changement de voie de circulation/ frôlement latéral	60	5	11	3	1	80
Accident par tamponnement	164	32	32	11	1	240
Collision en obliquant à gauche avec le trafic venant en sens inverse	71	15	194	0	1	281
Collision en obliquant à gauche avec un véhicule circulant dans le même sens (véhicule suivant ou véhicule sur une voie séparée)	42	5	34	0	2	83
Collision en obliquant à droite avec le trafic dans le même sens	29	2	56	10	1	98
Collision en obliquant à droite avec le trafic venant en sens inverse sur une voie séparée	23	1	28	1	1	54
Collision en obliquant à gauche avec le trafic venant de gauche	39	10	210	0	2	261
Collision en obliquant à droite avec le trafic venant de gauche	9	6	99	215	3	332
Collision en obliquant à gauche avec le trafic venant de droite	8	2	30	0	0	40
Collision avec le trafic traversant depuis la gauche	38	2	119	26	1	186
Collision avec le trafic traversant depuis la droite	22	4	136	1	2	165
Collision frontale (sans dépassement)	73	86	23	0	2	184
Collision avec un piéton	81	9	7	0	2	99
Autre collision	183	54	189	15	6	447
Impossible à classer	62	16	17	0	2	97
<b>Total</b>	<b>1033</b>	<b>289</b>	<b>1198</b>	<b>289</b>	<b>27</b>	<b>2836</b>

### Conditions : saison, lumière, état de la route

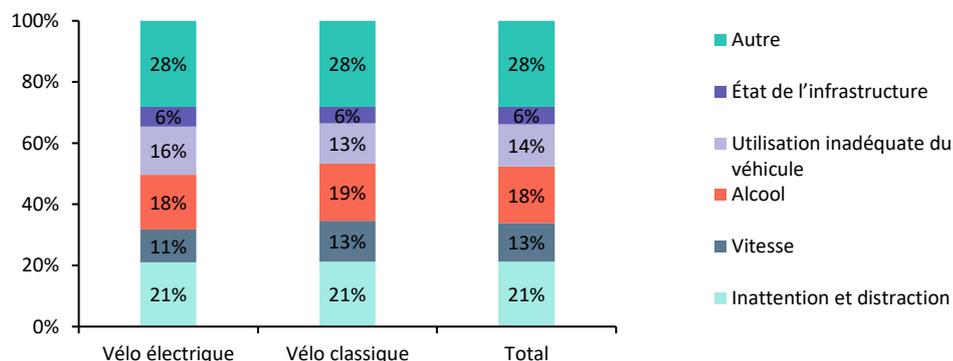
Les accidents graves à vélo ou VAE ont principalement lieu en été (39%), au printemps (32%) et en automne (19%), et sont nettement moins nombreux en hiver (10%). Ceci s'explique principalement par l'exposition, à savoir le nombre de trajets parcourus, qui est nettement plus élevé en été et au printemps. Les accidents individuels sont notamment plus nombreux en été (42%). Alors que la plupart des accidents graves à vélo se produisent de jour, 22% des accidents individuels se produisent la nuit, contre seulement 10% des collisions. L'alcool constitue la cause principale dans 49% des accidents individuels graves à vélo survenant de nuit. En rapportant ce risque au nombre de kilomètres parcourus, le risque de subir un accident à vélo par kilomètre parcouru est 1,7 fois plus élevé la nuit que le jour. 85% des accidents graves de VAE ou vélos conventionnels ont lieu sur une chaussée sèche. Les accidents individuels sont proportionnellement plus fréquents sur les routes enneigées ou verglacées, même si la part correspondante reste faible (2,3%).

## Causes d'accident

Le procès-verbal d'accident (PVA) inclut dans son Annexe 2 une liste non exhaustive de causes d'accident possibles<sup>19</sup>, à remplir lors d'un accident par les agent-e-s de police [46]. On distingue ainsi une « cause principale » qui sert à identifier l'usager ou l'usagère responsable de l'accident à des fins d'assurance, et plusieurs autres « causes » possibles. Cependant, les causes principales sont à interpréter avec précaution puisque leur objectif n'est pas d'offrir une compréhension approfondie des facteurs ayant contribué à l'accident. Ainsi, l'accent est mis sur la composante « usagers ou usagère » du système de sécurité cyclable et non sur l'infrastructure.

Comme le montre la figure ci-après, les accidents individuels à VAE ont pour cause principale l'inattention/la distraction (21%) et l'alcool (18%), suivies par l'utilisation inadéquate du véhicule (16%) (faute de maniement non spécifiée) et la vitesse (11%). L'état de l'infrastructure constitue la cause principale dans 6% des accidents, et inclut des passages de rails à angle aigu ou un mauvais état local de la route (huile, boue, nids de poule, ornières, etc.). La cause principale « autre » (28%) s'applique notamment à un état de faiblesse du cycliste ou un obstacle sur la chaussée, ou lorsque la cause n'est pas connue ou précisée (p. ex. « autre attitude fautive d'un·e cycliste ou d'un·e cyclomotoriste », « autre attitude fautive lors des mouvements dans la circulation »).

Une étude menée auprès des usagers et usagères de VAE en Suisse [47] indique que les accidents individuels comme les pertes de maîtrise seraient plus fréquents chez les VAE que chez les cyclistes conventionnel-le-s, ce qui serait dû à la vitesse et au poids du véhicule. Les mécanismes les plus fréquents d'accidents en VAE sont les glissades dues à la pluie ou la glace (31%) et le franchissement de seuils comme les trottoirs ou changements de surface (18%), les chutes liées aux rails de tram (13%), les actions évasives (changement de direction) dues à d'autres usagers et usagères de la route ou à des objets [47]. D'autres mécanismes d'accident incluent la collision avec des obstacles (p.ex. trou dans la chaussée), le fait de glisser sur les pédales ou de se prendre les pieds dans la roue, les sorties de route, les pertes d'équilibre, ou les freinages brusques. Parmi les facteurs mentionnés ayant contribué à l'accident, on retrouve avant tout les surfaces glissantes, une vitesse trop élevée pour la situation, la perte d'équilibre, le fait de rouler trop proche du trottoir, un freinage trop appuyé, mais également de mauvaises conditions routières, la complexité des situations de trafic, le poids du VAE, le manque de connaissance de l'itinéraire, l'attention fixée sur un autre élément du trafic, le manque de visibilité, la fatigue, le comportement des autres usagers et usagères, et le manque de familiarité avec les autres usagers et usagères.



**Fig. 20** Cyclistes victimes de dommages corporels graves dans les accidents individuels selon le type de vélo et la cause principale de l'accident, somme 2015-2019 [12].

<sup>19</sup> L'ensemble des causes sont regroupées en cinq groupes : (1) état de la personne, (2) comportement de la personne, (3) véhicule, (4) infrastructure et influence externe, (5) cause inconnue.

Les causes principales des collisions graves impliquant un vélo sont indiquées dans le Tab. 7. La cause principale la plus fréquente est le refus de priorité (52%), dont l'usager-ère antagoniste est responsable dans les trois quarts des cas. La deuxième cause est le comportement fautif ou « conduite » (13%) (p.ex. talonnement du véhicule qui précède, croisement longitudinal non conforme/circulation trop à gauche ou manque d'égards en changeant de voie), pour lequel l'usager-ère antagoniste est responsable dans la moitié des cas. L'inattention ou la distraction et les dépassements fautifs (7%) incluent les dépassements trop proches (latéralement), imputés à 84% aux usagers et usagères antagonistes. 3 % des collisions graves sont dues à des attitudes fautives en lien avec des signalisations lumineuses, dont la plus courante est le non-respect d'un feu rouge, qui est dans les trois quarts due au cycliste lui-même. D'autres causes incluent l'inobservation d'un signal, la circulation sur un trottoir ou une voie piétonne malgré une interdiction, la traversée imprudente de la route par un-e piéton-ne ou un-e utilisateur-trice d'engin assimilé à un véhicule ou l'influence de stupéfiants, ou une cause inconnue.

**Tab. 6** Collisions graves impliquant un cycliste selon l'usager de la route responsable de l'accident, somme 2015-2019 [12]

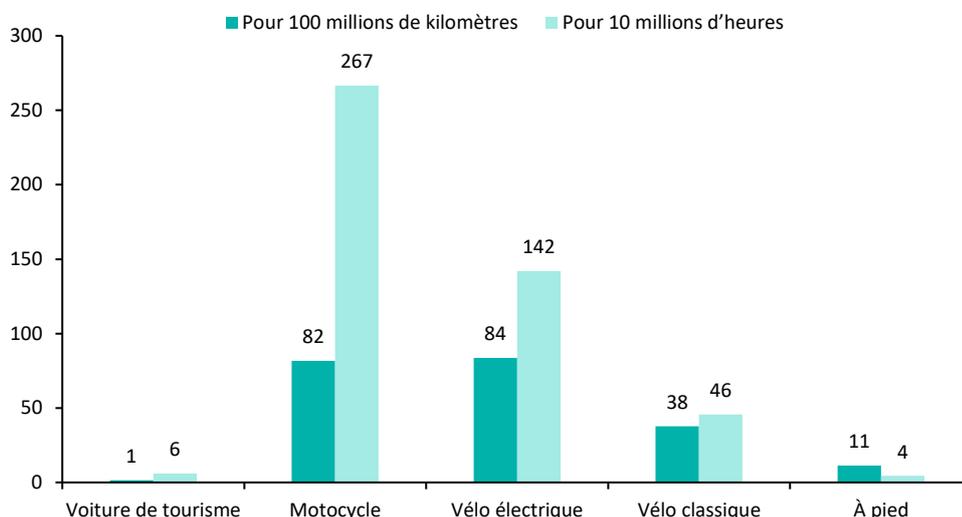
	Responsable principal					
	Cycliste (VAE ou non)		Usager-ère antagoniste		Total	
	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Refus de priorité	338	24%	1093	76%	1431	100%
Conduite	168	48%	184	52%	352	100%
Dépassement	32	16%	166	84%	198	100%
Inattention et distraction	103	53%	90	47%	193	100%
Vitesse	80	83%	16	17%	96	100%
Signalisation lumineuse	61	77%	18	23%	79	100%
Alcool	48	67%	24	33%	72	100%
Utilisation du véhicule	21	75%	7	25%	28	100%
État de l'infrastructure	13	87%	2	13%	15	100%
Autre	146	54%	125	46%	271	100%

## Risque d'accident

Selon Götschi et al. [48] le risque d'accident à vélo peut être défini comme un ratio entre le nombre d'événements (accidents, blessures graves, fatalités), divisé par l'exposition au risque, idéalement une mesure du trafic cycliste (volume - distance ou durée, ou qualité - vitesse ou localisation), le cas échéant, une mesure du trafic motorisé, une période de temps, ou encore la population<sup>20</sup>. Ainsi, la disponibilité de données, mais aussi le type de question, va déterminer quel est l'indicateur choisi [49]. Néanmoins, afin d'avoir une image représentative du risque d'accident, il est crucial de considérer le nombre d'accidents par kilomètre parcourus à vélo plutôt que par population lorsque l'on compare les statistiques d'accident par pays ou région. Or, en Suisse, les données sur l'exposition tirées du MRMT (microrecensement mobilité et transports 2015) [50] possèdent des limites. Tout d'abord, les données collectées en 2015 ne sont plus à jour pour le VAE, qui a subi une très forte croissance de la pratique dans les dernières années. En outre, par sa méthode de collecte (enquête téléphonique basée sur un seul jour de référence), le MRMT tend à sous-estimer la pratique du vélo qui connaît de fortes variations saisonnières liées à une pratique sportive et récréative. Par conséquent, les données sur l'exposition sont probablement sous-évaluées pour le vélo conventionnel tout comme le VAE, et le nombre d'accidents graves par distance parcourue surestimés.

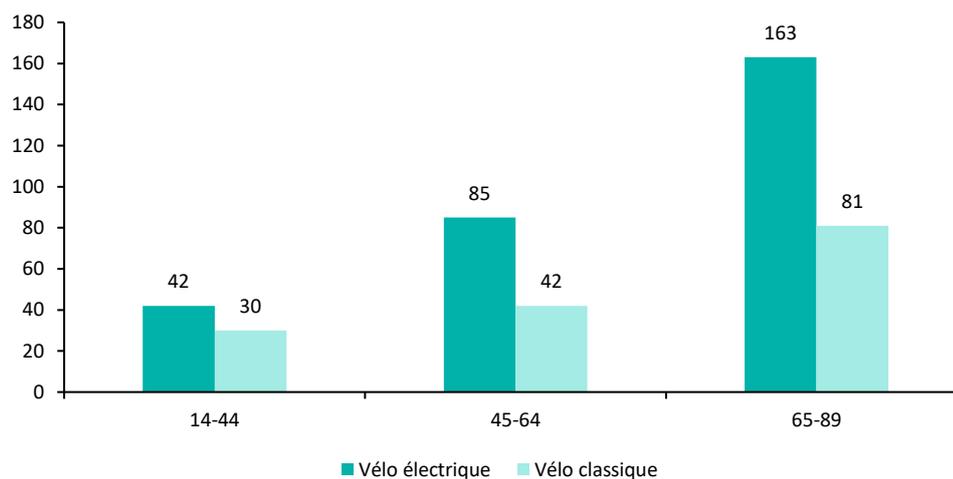
<sup>20</sup> En l'absence de données sur le trafic cycliste.

La Fig. 21 montre une comparaison du risque d'accident grave pour 100 millions de personnes-km parcourus par mode de transport en 2015. L'on y voit que le risque de dommage corporel grave par km parcouru est plus grand chez les utilisateurs et les utilisatrices de deux-roues, particulièrement de VAE (84), de motocycles (82) et de vélos conventionnels (38). Comparativement, le risque de dommage corporel grave en voiture est très faible (1).



**Fig. 21** Nombre de victimes de dommages corporels graves pour 100 millions de personnes-kilomètres et pour 10 millions d'heures de déplacement selon le moyen de locomotion, 2015 [12].

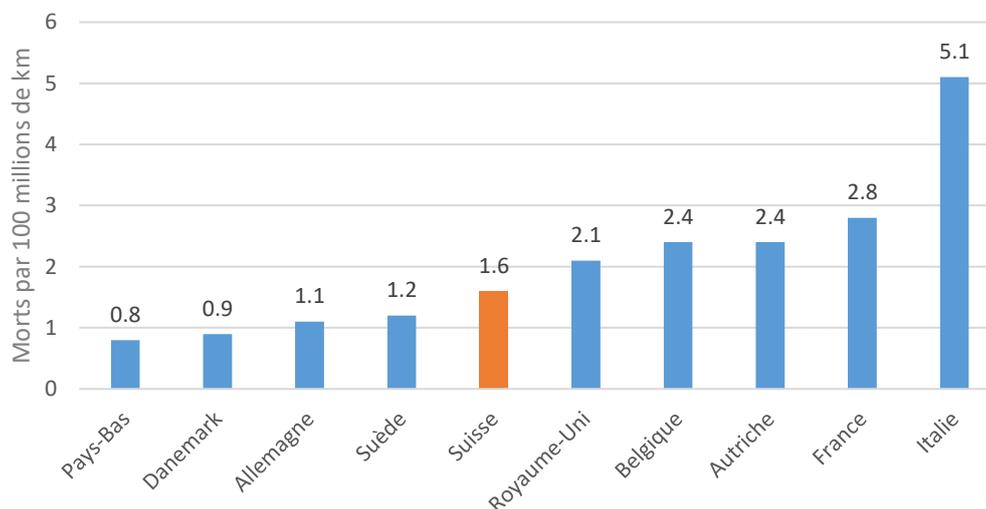
Comme le montre la figure suivante (Fig. 22), le risque de subir un dommage corporel grave à vélo augmente également avec l'âge, la classe d'âge plus vulnérable étant les usagers et usagères de VAE âgé-e-s de 65 ans et plus, avec 163 dommages corporels graves pour 100 millions de personnes-km.



**Fig. 22** Nombre de cyclistes (de 14 ans et plus) victimes de dommages corporels graves pour 100 millions de personnes-kilomètres selon le type de vélo et l'âge, 2015.

En comparaison internationale (Fig. 23) le taux de fatalité à vélo (soit le nombre de mort-e-s pour 100 millions de km) en Suisse se situe à 1.6, soit une valeur supérieure aux pays les plus sûrs (Pays-Bas, Danemark, Allemagne) mais inférieure aux pays avoisinants (Italie, France, Autriche). La mortalité plus faible aux Pays-Bas, au Danemark et en Allemagne

s'explique notamment par un plus grand nombre de kilomètres effectués à vélo, ainsi que par la présence d'infrastructure cyclables séparées du trafic [51], [52]. Aux Pays-Bas, deux mesures permettent une réduction des interactions entre vélos et voitures qui seraient à l'origine du faible nombre de fatalités cyclistes: (1) la hiérarchisation du réseau routier qui permet un report du trafic automobile sur les axes autoroutiers à haute charge, et (2) la limitation de la vitesse généralisée sur les routes locales urbaines [53].



**Fig. 23** Taux de fatalité à vélo pour 100 millions de km. Source : Castro, Kahlmeier, et Götschi sur la base de données provenant de l'International Transport Forum (OECD) [55].

Des différences importantes existent également entre les villes suisses, le nombre moyen de cyclistes accidenté·e·s par km parcouru à vélo étant nettement plus bas à Bâle (0.04) qu'à Lausanne (0.5) entre 2009 et 2013 [56]. Comme à l'international, ces écarts traduisent un niveau de sécurité cycliste plus élevée à Bâle en raison d'infrastructures cyclable plus développées qui contribuent à réduire les accidents graves de vélo (en réduisant la vitesse et le potentiel de collisions avec des véhicules motorisés).

### Changement de choix modal pour le VAE : calcul des coûts et bénéfices

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a développé un outil permettant d'estimer le bénéfice économique apporté par un changement de choix modal pour la marche et le vélo non-assisté. Depuis peu, l'outil a aussi intégré le VAE. Cet outil, HEAT (Health Economic Assessment Tool<sup>21</sup>), est basé sur des preuves (evidence-based) et utilise des données existantes valides, permettant non seulement d'évaluer des états et des résultats d'interventions, mais aussi de simuler les effets d'un changement. Ainsi, pour avoir un témoin permettant d'illustrer le bon sens de promouvoir l'utilisation du VAE, tout en prenant en compte les dangers associés à son utilisation, nous avons utilisé HEAT pour simuler un changement de 5% d'un choix modal de la voiture vers le VAE pour deux parcours de 6 km / jour, pour une moitié de la population adulte actuelle en Suisse. Une telle simulation prend en compte l'augmentation de la mortalité à cause des accidents avec un changement vers plus de VAE. Le résultat global est que sur une période de 10 ans, chaque année 36 morts précoces seraient évitées, et les émissions de CO<sub>2</sub> diminuées par 19'289 tonnes métriques. Au niveau économique, en utilisant la valeur d'une vie en Suisse (Value of Statistical Life, 7'062'000 CHF) et un coût d'une tonne métrique de CO<sub>2</sub> de 78 CHF, 257'000'000 CHF par année seraient épargnés, par rapport à aucun changement de choix modal. Cette simulation démontre qu'en partant des statistiques actuelles du risque de mortalité par accident avec un VAE, le résultat global reste très positif. Une meilleure

<sup>21</sup> cf. <https://www.heatwalkingcycling.org>.

prévention des accidents, le but recherché par cette étude, ferait encore augmenter le retour économique d'un changement de choix modal de la voiture vers le VAE.

#### 1.4.4 Sécurité perçue : presque accidents et sentiment de sécurité

La sécurité perçue ou subjective est liée à un ensemble de situations qui ne provoquent pas nécessairement des accidents, mais qui entraînent des conséquences néfastes sur la pratique du vélo. Ces situations incluent les « presque accidents » (« near misses ») comme les dépassements risqués ou les refus de priorité sans collision [57] ainsi que des situations jugées inconfortables. La sécurité subjective comprend à la fois une dimension cognitive (risque perçu d'être impliqué dans un accident) et une dimension émotionnelle (peurs et craintes qui varient selon les individus) [58]. La cohabitation avec le trafic motorisé et les comportements des automobilistes représentent la principale source d'insécurité parmi les cyclistes [59].

Les situations dangereuses sont bien plus fréquentes que les accidents et influencent les cyclistes à plusieurs niveaux : placement sur la chaussée, évitement de certaines heures ou de certains itinéraires, réduction de l'usage du vélo, mais aussi arrêt de la pratique du vélo, et touchent particulièrement les personnes les plus vulnérables ou moins expérimentées [60], [61], [62], [63], [64].

Les individus sont inégaux face à la sécurité perçue à vélo. Le sentiment de sécurité des cyclistes se manifeste à travers une préférence pour les infrastructures cyclables séparées du trafic motorisé, plus prononcée selon le genre, l'âge, le niveau d'expérience et la fréquence d'utilisation [65]. De manière générale, la population peut être classée en quatre groupes selon son intérêt à pratiquer le vélo et son besoin en infrastructures cyclables [66], [67], [68]. D'un côté, les deux premiers groupes représentent la minorité de cyclistes les plus confiants : les habiles et téméraires se sentent à l'aise sans aucun aménagement spécifique, tandis que les motivé·e·s et confiant·e·s préfèrent disposer de certains aménagements. De l'autre côté, les pas question<sup>22</sup> représentent une tranche de la population qui ne sera pas intéressée ou pas en mesure de se déplacer pas en vélo, peu importe les conditions. Entre ces deux extrêmes se situe la majorité de la population, les intéressé·e·s mais inquiet·e·s, qui seraient prêt·e·s à faire davantage de vélo si les conditions de sécurité perçue étaient renforcées (p.ex. piste cyclable séparée du trafic). Cette classification démontre l'importance de prendre en compte non seulement les besoins des cyclistes actuels, mais bien ceux de l'ensemble de la population de cyclistes potentiel·le·s ou occasionnel·le·s qui pourraient étendre leur pratique davantage.

#### 1.4.5 Vers un changement d'approche de la sécurité cyclable

La sécurité cyclable est une thématique complexe et partagée entre deux champs de recherche : la recherche sur les accidents d'une part, et la recherche sur le vélo d'autre part. La sécurité cycliste poursuit ainsi deux buts qui peuvent être contradictoires. D'une part, la réduction du nombre et de la gravité des accidents, et d'autre part, la promotion de la pratique du vélo et l'augmentation du nombre d'usagers et usagères [59]. Il peut arriver que ces deux approches soient en contradiction, notamment lorsque des mesures de sécurité routière viennent renforcer un « climat de la peur » autour de la pratique cycliste [69] et participent à construire une image de la pratique du vélo comme peu attrayante, compliquée et dangereuse [70]. Ainsi, plusieurs critiques ont été émises envers les mesures visant à inciter le port d'équipements de protection cycliste (casque, gilet, lumière) [70]. L'exemple le plus controversé est l'obligation du port du casque, une mesure notamment introduite en Australie et en Nouvelle-Zélande (ainsi que pour les enfants dans plusieurs pays). Celle-ci a fait l'objet de vifs débats au sein de la communauté scientifique

<sup>22</sup> Les parts de ces catégories ont été estimées à moins de 1% pour les *habiles et téméraires*, 6% pour les *motivé·e·s et confiant·e·s*, 60% pour les *intéressé·e·s mais inquiet·e·s* et 30% pour les *pas question* par Geller (2006) dans le cas de Portland. Une telle quantification n'existe pas pour la Suisse. Plus que l'ordre de grandeur précis, cette typologie souligne le besoin croissant en termes d'infrastructures pour toucher une plus grande partie de la population.

en raison des effets potentiellement négatifs d'une telle obligation sur la pratique du vélo [71], [72], [73], [74], [75], [76].

A l'inverse, le phénomène du « safety in numbers » montre que ces deux objectifs (réduire les accidents et promouvoir la pratique du vélo) peuvent être conciliés par la création d'un cercle vertueux de la pratique du vélo, où l'augmentation du nombre de cyclistes entraîne une amélioration de la sécurité [59], [70]. Ce phénomène est parti du constat que lorsque le nombre de cyclistes et de piétons augmente, le taux d'accidents à vélo (dus à une collision avec un véhicule motorisé) n'augmentait pas proportionnellement de façon linéaire, mais avait tendance à baisser [77]. Parmi les hypothèses avancées pour cet accroissement de la sécurité figure un effet de protection dû à la présence plus importante de cyclistes, ainsi qu'une plus grande attention de la part des automobilistes dû à un changement de comportement [78]. Au-delà de son explication<sup>23</sup>, l'effet « safety in numbers » a pu être constaté dans différents contextes géographiques et échelles temporelles.

Ces éléments s'inscrivent dans le cadre d'un changement global des approches à la sécurité routière. En effet, ce domaine a connu dans les vingt dernières années des changements importants, notamment grâce à l'approche de la « vision zéro » introduite en Suède en 1997, qui a connu un large succès international. Celle-ci se base sur l'idée que les dommages corporels graves (mortels et blessés graves) peuvent être entièrement supprimés en garantissant un système sûr qui les prévienne [80]. Tandis que les approches traditionnelles en matière de sécurité routière mettent la faute en cas d'accident sur l'utilisateur ou l'utilisatrice et visent à réguler son comportement ou élargir les infrastructures routières pour en minimiser les conséquences, l'approche vision zéro voit les designers du système comme premiers responsables de garantir la sécurité routière [80]. Ainsi, lors d'un non-respect des règles (par ignorance, manque d'acceptabilité ou de capacité), les responsables du système doivent prendre des mesures pour empêcher les dommages corporels graves.

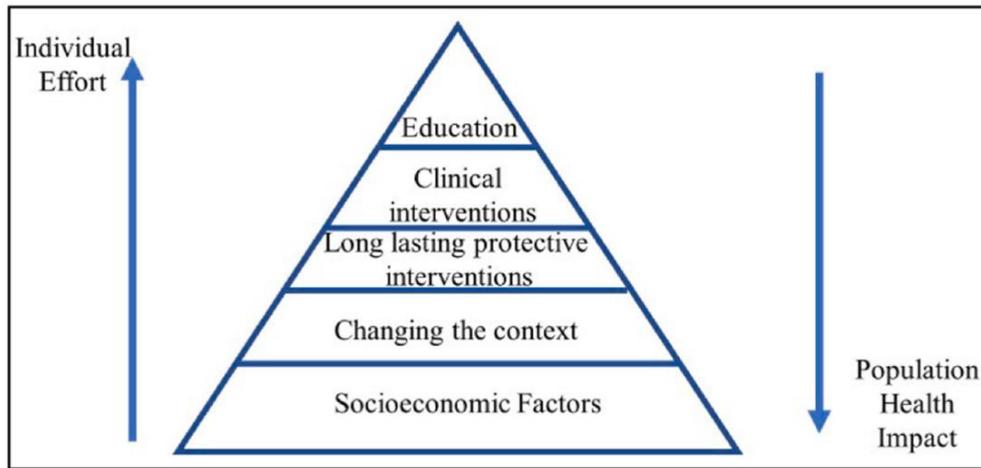
Dans les faits, cette approche se traduit par une séparation systématique des usagers et utilisatrices les plus vulnérables, et lorsque cela n'est pas possible (p.ex. dans les centres urbains), par abaissement de la vitesse du trafic motorisé à un niveau non-létal (30km/h). Une approche similaire a été adoptée en 1992 par les Pays-Bas sous le nom de « sustainable safety vision ». Celle-ci vise à ce que le design des infrastructures réduise de façon conséquente le risque d'accident [79], [81], [82]. Elle se base sur 5 principes qui minimisent le risque d'accident pour les cyclistes : la fonctionnalité (hiérarchisation du réseau routier), l'homogénéité (séparation des flux et types d'utilisateurs et utilisatrices), la prévisibilité (infrastructure facilement compréhensible), l'indulgence (faible gravité en cas d'erreur), et enfin la « state awareness » (compétence et aptitude des usagers et utilisatrices).

### **Une méthode d'application novatrice : l'exemple de la « Safe Systems Pyramid »**

Le changement d'approche dans la conception des mesures pour la sécurité routière peut aussi être illustré par l'analyse réalisée par David J. Ederer et al [15]. S'inspirant de la Health Impact Pyramid de Frieden (cf. Fig. 24) et du concept de Hierarchy of controls, du National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), les chercheurs proposent un schéma pour la conception et la hiérarchisation des mesures de sécurité routière. La Safe Systems Pyramid (cf. Fig. 26) fonctionne de la même manière que la Health Impact Pyramid, classant les domaines d'action en fonction de l'effort individuel et de l'impact sur la santé de la population globale. Les mesures situées en bas de la pyramide sont principalement structurelles, ayant un impact significatif sur la santé de la population et demandant moins d'effort individuel. À l'inverse, les mesures en haut de la pyramide exigent davantage d'effort individuel mais ont un impact moindre sur la santé publique.

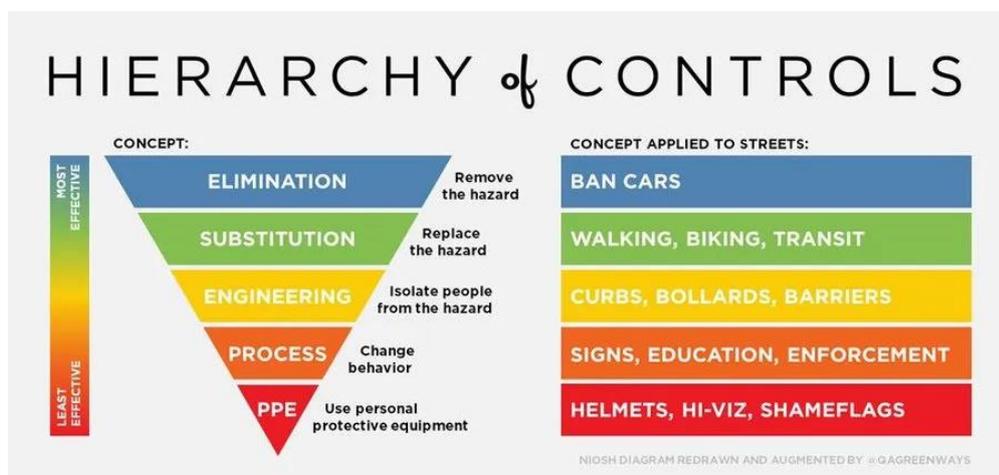
<sup>23</sup> L'accroissement de la sécurité pourrait découler d'une évolution du profil des cyclistes (lié à un effet de sélection) ou du développement de l'infrastructure cyclable à travers le temps [79]. En outre, l'effet *safety in numbers* concerne les accidents graves (p.ex. collisions avec une voiture) mais ne s'applique pas forcément aux accidents légers, qui pourraient augmenter dès un certain seuil de congestion des infrastructures cyclables [77].

Bien que les mesures en haut de la pyramide puissent être efficaces aussi au niveau collectif, si appliquées de manière universelle, elles « achieve limited public health impact, largely because of their dependence on long-term individual behavior change » (Frieden [83] in David J. Ederer [15, p. 4]).



**Fig. 24** «The Health Impact Pyramid » ([83] in [15]).

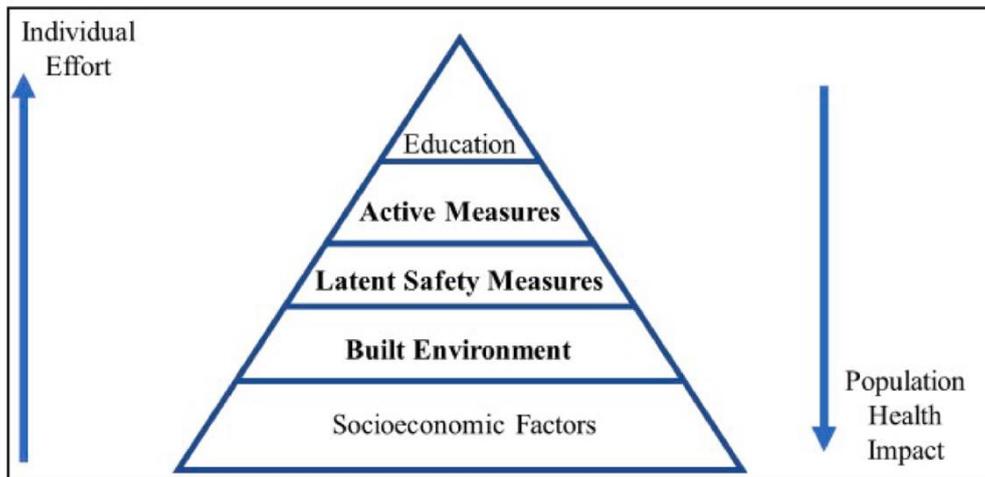
Hierarchy of Controls est un concept utilisé dans le domaine de la maîtrise du risque sur le lieu de travail qui a été repris et adapté par de nombreuses associations et groupes d'intérêt qui s'occupent de sécurité des cyclistes. Présenté sous la forme d'une pyramide inversée (voir Fig. 25), ce concept met en évidence l'impact plus significatif des mesures structurelles par rapport aux mesures axées sur le comportement individuel et l'équipement. Les auteur-trice-s de la Safe Systems Pyramid soulignent l'importance cruciale de l'aspect « ingénierie » dans le concept de Hierarchy of Controls. Selon ces derniers et dernières, cet aspect n'est pas un niveau complètement détaché des autres, mais il influence directement les catégories de « substitution » ou « élimination ». De plus, les auteur-trice-s soutiennent que « vehicle engineering and roadway engineering differ in their application to population health and whether they require individual effort. For example, automated emergency braking is an important strategy for preventing crashes, but it is only useful if vehicles have the technology installed. On the other hand, built environment interventions expose all road users in an area where they are implemented and can thus increase safety for a larger population » [15, p. 4].



**Fig. 25** Concept de « Hierarchy of controls » du National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) adapté aux questions liées au vélo par Queen Anne Greenways.

The Safe Systems Pyramid reprend donc plusieurs éléments de ces deux schémas. Comme dans le cas de la pyramide de Frieden, les mesures à la base de la pyramide touchent une plus grande partie de la population, demandant un effort moindre de la part

des individus. Comme le spécifient les auteur-trice-s « implementing interventions further down the pyramid is likely to increase the size of the population exposed to protective factors, as well as increase uptake. Thus, even if measures at the bottom of the pyramid have a smaller estimated effect size, the effect on overall population health is larger » [15, p. 5].



**Fig. 26** Safe Systems Pyramide [15].

Les facteurs socioéconomiques – comme le salaire, le taux d'éducation ou le support de la part des institutions – influencent la sécurité routière. L'environnement social, culturel et économique influe les comportements individuels, exposant ou moins les personnes à des risques. De même, les risques d'accident ne sont pas répartis de manière égale sur le territoire. Des populations racialisées, par exemples, ont plus de probabilité de vivre à des endroits où les aménagements routiers sont plus dangereux ou qui exposent cyclistes et piétonn-e-s à un plus grand risque d'accident. Intégrer les déterminants sociaux de santé, mais aussi analyser et influencer l'usage de l'espace urbain permet de focaliser la politique routière sur la sécurité de ses usagers et usagères.

L'environnement construit inclut toute amélioration technique liée à l'utilisation des sols, la densité de la population et l'accessibilité aux destinations. Plus précisément lié à l'infrastructure routière, le « built environment also includes treatments that separate users in space and time using controlled access for high speed travel, sidewalks and cycle paths for pedestrians and cyclists, and signal phasing » [15, p. 6].

Les mesures de sécurité latente permettent de diminuer le niveau de risque de manière efficaces, à condition qu'un nombre élevé d'individus adoptent ces mesures. Les mesures de sécurité latente incluent principalement les technologies liées aux véhicules. Ces dernières sont normalement disponibles sur des modèles plus chers, diminuant ainsi l'accessibilité de la part de toute la population. Par conséquent, les mesures de sécurité latente ne sont pas équitablement distribuées.

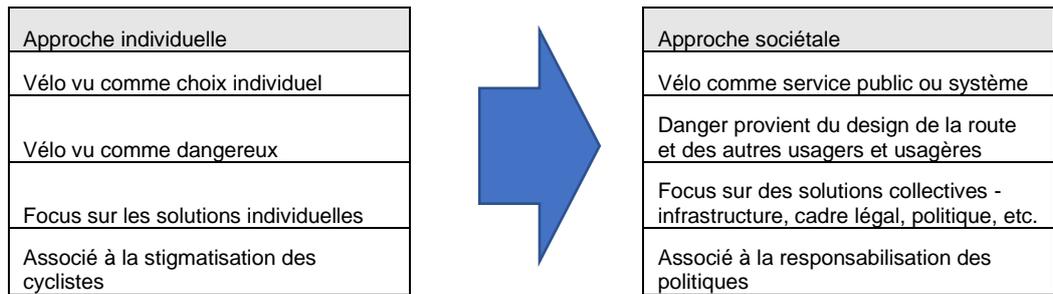
Les mesures actives ont un impact élevé au niveau individuel et requièrent également un effort individuel conséquent. Des exemples de mesures actives sont les casques, les ceintures de sécurité, les capteurs des voitures ou les contrôles de police, où leur impact dépend de l'évaluation et du choix humain.

L'éducation est le plus haut échelon de la pyramide et inclut toute mesures qui visent à un changement de comportement. Les mesures d'éducation « can contribute to traffic safety programs by raising awareness of new policies (e.g., a speed limit change), promoting safety as a cultural value, helping people navigate the transit system or try walking and cycling, and as a means of teaching the rules of the road » [15, p. 7]. Selon Frieden, et David J. Ederer et al., l'application de mesures d'éducation montre un manque d'actions aux autres niveaux de la pyramide. Le besoin d'éduquer les individus est la conséquence d'une absence d'infrastructures qui amènent aux comportements attendus. Egalement très

dépendantes du background et du choix individuel, les mesures d'éducation sont efficaces si appliquées de manière complémentaire à d'autres mesures appartenant aux autres niveaux de la pyramide. Même si l'effet est souvent limité, les mesures éducatives sont celles plus facilement acceptées au niveau politique.

### Au-delà de la sécurité routière, repenser la sécurité cycliste

Dans le domaine de la sécurité cycliste, un changement de cadre est également nécessaire [70]. Celui-ci exige un élargissement du débat sur la sécurité cycliste au-delà des milieux et disciplines de la sécurité routière, et de dépasser la conception de la sécurité « objective » pour prendre en compte la sécurité perçue par les cyclistes. La Fig. 27, tiré du rapport d'étude réalisé sur la sécurité cycliste [37] propose un changement d'approche qui se traduit par le passage d'une approche individuelle de la sécurité, où l'individu assume les risques inhérents au vélo, à une approche sociétale, où la pratique du vélo est encouragée et considérée comme positive et sûre. Ce passage implique plusieurs changements. Premièrement, passer d'une vision de la pratique du vélo vue comme un choix individuel, à une pratique encouragée par un service public et intégrée au système routier. Deuxièmement, ne plus considérer le vélo comme cause du danger mais plutôt le design routier et les autres usagers et usagères de la route. Troisièmement, faire la transition depuis une approche sécuritaire privilégiant les solutions individuelles (port du casque, vêtements à haute visibilité, cours de vélo) vers des solutions collectives (infrastructures, cadre légal, politiques). Quatrièmement, dépasser la stigmatisation de l'individu pour aller vers une responsabilité politique en termes de sécurité cyclable.



**Fig. 27** Changement de l'approche de la sécurité cycliste [35].

## 2 Bases scientifiques

Cette partie présente une revue de la littérature portant sur l'ensemble des exigences nécessaires du point de vue de l'individu pour rouler en VAE en sécurité. De par l'objectif de ce mandat, les autres dimensions du système de sécurité cyclable présentées à la section précédente, soit les autres usagers et usagères, les véhicules et l'infrastructure, ne sont pas abordées. Néanmoins, ceci ne signifie pas qu'elles n'ont pas d'importance.

Cette partie est structurée de la manière suivante. Pour commencer, nous définissons les concepts utilisés dans la loi suisse pour définir les exigences pour les conducteur-trice-s de véhicules automobiles. Cette comparaison comporte des limites, puisqu'il n'est pas réaliste d'appliquer les mêmes exigences pour des conducteur-trice-s de voitures (un véhicule pouvant peser plus de deux tonnes et circuler au-delà de 120 kilomètres à l'heure) que pour ceux d'un VAE (un véhicule de 25 kg dont l'assistance s'arrête soit à 25 km/h, soit à 45 km/h). Il est donc important de définir les spécificités des VAE, pour pouvoir identifier les exigences propres à ce mode de transport.

En prenant en compte ces spécificités, et à partir de ces trois concepts-clés, nous relisons ensuite la littérature scientifique sur le VAE (et le cas échéant, sur le vélo) tirée de l'accidentologie mais aussi de la recherche sur le vélo en transports.

### 2.1 Définitions

#### 2.1.1 Nomenclature

Dans cette revue de la littérature, nous différencions les trois termes de capacité, aptitude, et qualifications nécessaires à la conduite qui sont issus de la Loi fédérale sur la circulation routière (LCR) du 19 décembre 1958 (état au 1er janvier 2019).

Selon l'article 14 alinéa 1 de la LCR « Aptitude et qualifications nécessaires à la conduite », tout·e conducteur·trice d'un véhicule automobile doit posséder à la fois l'aptitude et les qualifications nécessaires à la conduite. Ces conditions doivent être remplies pour obtenir le permis de conduire.

L'article 14 alinéa 2 indique qu'un·e conducteur·trice est apte à conduire lorsqu'il·elle remplit les conditions suivantes :

- a. il a atteint l'âge minimal requis ;
- b. il a les aptitudes physiques et psychiques requises pour conduire un véhicule automobile en toute sécurité ;
- c. il ne souffre d'aucune dépendance qui l'empêche de conduire un véhicule automobile en toute sécurité ;
- d. ses antécédents attestent qu'il respecte les règles en vigueur ainsi que les autres usagers et usagères de la route.

L'article 14 alinéa 3 de la loi indique par ailleurs que dispose des qualifications nécessaires le·la conducteur·trice qui :

- a. connaît les règles de la circulation ;
- b. est capable de conduire en toute sécurité les véhicules de la catégorie correspondant au permis.

Les notions de capacité, aptitude, et qualifications ont été détaillées dans le « Guide aptitude à la conduite » approuvé par l'assemblée générale des membres de l'association des services des automobiles (asa) en date du 27 novembre 2020 [17], élaboré par un groupe d'expert·e-s constitué de délégué·e-s de la section médecine du trafic de la Société Suisse de Médecine Légale, de la Société Suisse de Psychologie de la Circulation, et de la Commission Mesures Administratives de l'association des services des automobiles.

Dans ce guide, il est indiqué que la **capacité de conduire** correspond à l'état psychique et physique momentané (à l'instant T) d'une personne, la rendant capable de conduire de

façon sûre un véhicule automobile dans la circulation routière. L'incapacité de conduire correspond ainsi à un état transitoire à court terme (par exemple en raison d'une consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments, ou d'un état de fatigue).

**L'aptitude à la conduite** correspond à l'ensemble des conditions psychiques et physiques générales, indépendantes de tout événement ponctuel, auxquelles un individu doit satisfaire pour conduire un véhicule automobile de façon sûre dans la circulation routière. Ces conditions psychiques et physiques doivent exister de manière stable et constituent la base généralement requise pour conduire un véhicule sur la voie publique.

Finalement, les **qualifications nécessaires à la conduite** sont définies comme les compétences acquises par un individu et le rendant capable de conduire de façon sûre un véhicule automobile au sein de la circulation routière. Ces compétences sont acquises via l'assimilation de connaissances théoriques et pratiques, et validées lors de l'examen de conduite.

### 2.1.2 Application au VAE

Afin d'appliquer ces trois termes au VAE, il faut faire appel à différents domaines de recherche, soit à la fois l'accidentologie, et la recherche sur le vélo dans le domaine des transports et des sciences sociales. Au vu de la nouveauté de cet objet de recherche, une partie importante de la littérature provient de la recherche sur les véhicules motorisés, ainsi que sur la pratique du vélo conventionnel (sans assistance électrique).

Comme représenté dans le Tab. 7, les recherches sur les compétences (qualifications) des usagers et usagères de VAE sont issues de différents dispositifs méthodologiques de collecte de données. Tout d'abord, les statistiques d'accident procurent un aperçu du profil des victimes d'accident, des causes et mécanismes d'accident de VAE, ainsi que du type d'infrastructure générant le plus d'accidents en Suisse. Ces données sont collectées par la police lors d'accidents de la circulation à l'aide d'un procès-verbal d'accident, et font l'objet d'analyses statistiques par l'Office fédéral de la statistique (OFS) et le Bureau de prévention des accidents (BPA).

Pour aller plus loin, plusieurs dispositifs méthodologiques de collecte des données existent au sein de la recherche. Récemment, les études « naturalistes » (naturalistic cycling studies) ont permis d'enregistrer le comportement de conduite des cyclistes en temps réel lors de leurs trajets (à travers un mélange de GPS, d'accéléromètres, ou de cameras), pour identifier quelles situations sont à même de provoquer un risque d'accident. Des études naturalistes ont été menées sur les usagers et usagères de VAE25 en Allemagne [35], [84] et en Suède [85], [86], [87]. Les usagers et usagères de VAE45 ont quant à eux fait l'objet d'études en Belgique (Flandres) [88] et aux Pays-Bas [89].

D'autre part, un ensemble de recherches, principalement dans le domaine des transports et des sciences sociales, se sont intéressées au vécu des cyclistes équipé-e-s de VAE, afin de comprendre leur ressenti et leurs expériences. Ainsi, des entretiens ou des enquêtes par questionnaire ont permis de mettre en évidence leurs expériences vécues (positives et négatives), les modalités d'apprentissage du VAE, leur sécurité perçue dans différentes situations de circulation, ou les barrières ou freins liés à l'utilisation d'un VAE. Ces éléments permettent notamment d'approfondir les multitudes de compétences (qualifications) nécessaires à la pratique du VAE, qui vont au-delà des accidents mais incluent également le choix de se déplacer ou non selon les situations (stratégie), l'apprentissage et l'acquisition de bonnes habitudes (du choix de l'habillement à l'entretien mécanique), ou encore la bonne communication avec les autres usagers et usagères de la route et les compétences (qualifications) dans différentes situations, la gestion des peurs, etc. Ces données d'ordre qualitatif permettent ainsi de compléter les résultats quantitatifs obtenus en accidentologie.

**Tab. 7** Types d'études<sup>24</sup> considérées sur les compétences à rouler en VAE

Type	Études
Statistiques d'accident	BPA, 2022
Études naturalistes (VAE équipés de capteurs embarqués)	Schleinitz et al., 2017
	Petzoldt et al., 2017
	Dozza et al., 2016
	Huertas-Leyva et al., 2018, 2019
	Vlakveld et al., 2021
Enquêtes par questionnaire / entretiens	Twisk et al., 2021
	Rérat, 2021
	MacArthur et al., 2014
	Popovich et al., 2014
	Jones et al., 2016

### 2.1.3 Caractéristiques de la conduite du vélo

Le manuel néerlandais de design des infrastructures cyclables [90] cite sept caractéristiques du vélo à prendre en compte lors du design des infrastructures cyclables.

La première particularité du vélo est qu'il demande un effort physique puisque sa propulsion est d'origine musculaire (y compris pour les VAE). Cet effort est d'autant plus important en cas de pente, de transport de charges ou d'enfants, et en fonction de la distance à parcourir. A 20 km/h, chaque arrêt avec un vélo mécanique équivaut à parcourir une distance supplémentaire de 80 mètres [91].

Deuxièmement, du fait de ses deux roues, la pratique du vélo exige une coordination constante entre le corps et la machine afin de maintenir l'équilibre, d'où un besoin de prévoir une largeur suffisante des aménagements.

Troisièmement, les cyclistes diffèrent des conducteurs de véhicules motorisés par leur masse nettement inférieure et l'absence de carrosserie les protégeant. C'est pourquoi ils sont vulnérables [92] et doivent à tout prix éviter les collisions avec des véhicules motorisés.

Quatrièmement, la plupart des vélos ne disposent pas de suspension. Les cyclistes sont donc sensibles au revêtement et aux aspérités, qui requièrent de leur part un effort musculaire supplémentaire.

Cinquièmement, les cyclistes se déplacent à l'air libre. Ils sont donc exposés au froid et aux précipitations, mais peuvent aussi profiter davantage de l'environnement qui les entoure que dans un véhicule clos.

Une sixième caractéristique, souvent oubliée, est que le vélo est une pratique sociale qui peut être réalisée en groupe ou à deux. Ainsi, il est commun de rouler à deux en discutant aux Pays-Bas, alors que cela n'est pas autorisé en Suisse.

La dernière caractéristique des cyclistes est qu'ils et elles sont humain-e-s. Ils et elles possèdent donc des aptitudes physiques et mentales, des capacités momentanées, ainsi que des qualifications très variables, et commettent régulièrement des erreurs, comme l'ensemble des autres usagers et usagères de la route.

<sup>24</sup> Liste non exhaustive. Se référer à la bibliographie pour la liste complète.

### 2.1.4 Spécificités du vélo à assistance électrique

Comparé à un vélo conventionnel, un VAE fournit une assistance au pédalage par un moteur électrique. Celle-ci a la particularité de s'adapter à la vitesse engagée, à la cadence et à la puissance de pédalage, de sorte que l'assistance fournie est ressentie comme une démultiplication de la force de l'usager-ère. Les VAE disposent (à l'exception de certains modèles plus simples<sup>25</sup>) de plusieurs niveaux d'assistance. Selon le niveau sélectionné, l'assistance électrique fournira une part plus importante de l'énergie de pédalage, jusqu'au double. Le VAE peut également être utilisé sans assistance<sup>26</sup>, bien que le poids du VAE rende l'expérience peu agréable.

Deux utilisations du VAE peuvent être distinguées. Dans le premier cas, l'assistance permet de compenser une limitation dans la puissance de pédalage (par exemple l'âge ou à des limitations physiologiques) pour atteindre une vitesse similaire à un vélo conventionnel. Le VAE sert ainsi « d'égalisateur » entre plusieurs cyclistes [93]. Dans le deuxième cas, l'assistance permet de maintenir une vitesse de circulation constante à un niveau élevé (à 25 ou 45 km/h) sans effort supplémentaire. Ainsi, le VAE permet notamment de pratiquer le vélo dans des contextes à forte pente, sans fournir d'effort important [94]. En maintenant une vitesse moyenne élevée, il permet également de parcourir plus rapidement des distances plus longues qu'avec un vélo classique [95]. Par conséquent, les usagers et usagères de VAE ont souvent une intensité d'utilisation en termes de fréquence et de kilomètres parcourus par année qui est beaucoup plus grande que pour un vélo conventionnel [8], [96], [97], [98]. Dans les situations de circulation, les VAE permettent de se fondre plus facilement dans le trafic motorisé. L'assistance au pédalage permet d'accélérer plus rapidement aux intersections et réduit la différence de vitesse avec les véhicules motorisés [99], [93], [100], [101]. Cependant, cette accélération peut surprendre les automobilistes habitués à des vélos conventionnels.

Néanmoins, les VAE présentent également certains inconvénients par rapport aux vélos classiques, comme une batterie à l'autonomie limitée, qui nécessite d'être régulièrement rechargée [102]. Leur poids élevé, plus du double d'un vélo conventionnel en raison de la présence d'une batterie et d'un moteur électrique, peut également poser des problèmes de freinage, d'équilibre, ou lors de l'embarquement d'un train. La puissance de l'accélération pourrait également surprendre les usagers et usagères de VAE novices et occasionner des chutes sur revêtement glissant (gravier, glace).

### 2.1.5 Différences entre VAE25 et VAE45

Si les différences entre les vélos classiques et les VAE25 sont relativement bien connues, celles avec les VAE45 le sont moins en raison du peu de recherches scientifiques. En effet, les VAE « rapides » sont nettement moins répandus dans les autres pays qu'en Suisse, où ils représentent 12% des ventes de VAE en 2021 [103]. Ceci s'explique notamment par des règles de circulation moins restrictives (autorisation d'utiliser des infrastructures cyclables<sup>27</sup>).

Une première différence concerne la vitesse de circulation. Alors que la différence entre vélos conventionnels et VAE « lents » est assez faible (égal au plat, + 4-6 km/h en montée), l'écart avec les VAE rapides (vitesse moyenne : 26-35 km/h) est nettement plus importante (+9-12 km/h en montée) [104]. D'autres études à l'international font état des vitesses moyennes (y compris freinage) d'environ 30 km/h et de vitesses de croisière (vitesse

<sup>25</sup> Il s'agit par exemple des vélos en libre-service à assistance électrique comme ceux utilisés par Publibike en Suisse.

<sup>26</sup> Il existe aussi des modèles de VAE « légers » qui disposent d'une assistance au pédalage d'appoint (petite batterie et moteur), à n'utiliser qu'en cas de besoin.

<sup>27</sup> Contrairement aux pays avoisinants, il est obligatoire en Suisse pour les VAE45 de circuler sur les aménagements réservés aux cycles comme des bandes cyclables, ou des pistes cyclables, pour autant que celles-ci ne soient pas expressément interdites aux cyclomoteurs (auquel cas la circulation est autorisée avec le moteur éteint).

effective dans le trafic) de 35 km/h [105], [106], [89], [107], avec des différences significatives entre hommes (38.2 km/h) et femmes (33.5 km/h) [107].

Une deuxième différence concerne les usagers et usagères. À l'échelle internationale, les utilisateurs et utilisatrices de VAE sont en moyenne plus âgé-e-s que les cyclistes [25]. En Suisse, la plupart des enquêtes montrent que les femmes sont légèrement majoritaires pour les VAE lents [108], [109], [47], [20], [10]. Les VAE rapides, en revanche, sont nettement plus souvent utilisés par des hommes, dont l'âge moyen est inférieur à celui des utilisateurs et utilisatrices de VAE lents. Ces caractéristiques démographiques traduisent des usages diversifiés du VAE : pour les trajets récréatifs, pour les trajets quotidiens d'achat, ou encore pour se rendre au travail.

## 2.2 Aptitudes physiques et psychiques liées à la conduite

Comme indiqué au point 2.1.1, l'aptitude à la conduite correspond à l'ensemble des conditions psychiques et physiques générales (facultés visuelles et champ visuel par exemple), indépendantes de tout événement ponctuel, auxquelles un individu doit satisfaire pour conduire un véhicule automobile de façon sûre dans la circulation routière. Ces conditions psychiques et physiques doivent exister de manière stable et constituent la base généralement requise pour conduire un véhicule sur la voie publique.

L'article 7 (Exigences médicales minimales) de l'Ordonnance réglant l'admission des personnes et des véhicules à la circulation routière (OAC) du 27 octobre 1976 (état le 1<sup>er</sup> avril 2022) indique que tout candidat-e au permis d'élève conducteur/conductrice, au permis de conduire (d'un véhicule motorisé), ou à une autorisation de transporter des personnes à titre professionnel doit satisfaire aux exigences médicales de l'annexe 1 de l'Ordonnance. Celles-ci incluent notamment les facultés visuelles, l'ouïe, l'absence de dépendance à des substances, l'absence de troubles psychiques<sup>28</sup>, l'absence de troubles des fonctions cérébrales<sup>29</sup>, l'absence de maladies<sup>30</sup> (neurologiques, cardiovasculaires, du métabolisme, des organes respiratoires, de la colonne vertébrale et de l'appareil locomoteur).

### 2.2.1 Aptitudes à la conduite automobile

Pour la conduite automobile, les conditions psychiques et physiques générales requises selon les pays sont essentiellement de nature ophtalmologique, c'est-à-dire de disposer d'une acuité visuelle et d'un champ visuel minimal [110]. L'aptitude à la conduite d'un véhicule est principalement influencée par l'âge de la personne, le vieillissement s'accompagnant d'une baisse des conditions psychiques et physiques générales.

Selon Ball & Rebok [111], les personnes âgées souffrent de trois types de problèmes qui affectent leur aptitude à la conduite :

Premièrement, d'un point de vue sensoriel, des troubles de la vue (vision impairment), qui réduisent la possibilité de voir certains objets dans certaines conditions (p.ex. éblouissement, lumière basse) ou réduisent la largeur de leur champ de vision,

Deuxièmement, d'un point de vue cognitif, une diminution des fonctions cognitives (decreased cognitive status), qui peut être associé à la présence de maladies neurodégénératives,

<sup>28</sup> Ayant un effet sur la perception de la réalité, l'acquisition et le traitement de l'information, la réactivité ou l'adaptation du comportement à la situation.

<sup>29</sup> Perturbant la conscience, l'orientation, la mémoire, l'intellect, la réactivité

<sup>30</sup> Troubles ou pertes de la conscience, troubles de l'équilibre, malaises, baisse de tension, taux de glucose, somnolence diurne, déformations ou paralysies suite à des blessures ou opérations.

Troisièmement, une baisse de l'attention visuelle (visual attention deficits) soit la faculté à traiter l'information visuelle qui a été perçue. A la différence de la vision, on parle ici d'une réduction du « champ de vision utile » (useful field of view), soit la zone à l'intérieur de laquelle l'individu est en mesure à réagir à des stimuli dans diverses circonstances.

Cette faculté dépend notamment de la vitesse de traitement des données visuelles, de la capacité à partager son attention, et à distinguer des objets par rapport à un fond [112]. En lien avec ces facultés plus faibles, il a pu être observé que les personnes âgées ont tendance à réduire leur exposition à des situations de conduite automobile considérées comme difficiles (p.ex. pluie, nuit, fort trafic, heures de pointe) [113]. Bien qu'il soit établi que les personnes âgées (>65) sont impliquées dans un plus grand nombre d'accidents de voiture au kilomètre, il est difficile de les amener à réguler leur comportement ou à rendre leur permis de conduire, car la perte du droit de conduire est vue comme une perte de mobilité et a souvent des conséquences sur les activités sociales et la santé mentale [114].

## 2.2.2 Aptitudes au vélo et VAE

Malgré les différences que pose la conduite d'un VAE de celle d'une voiture, et notamment le plus grand rôle des conditions physiques générales requises pour maintenir l'équilibre, il n'existe pas de prérequis spécifique à celle-ci.

Selon Wierda & Brookhuis [115], conduire un vélo diffère de la conduite d'une voiture car cette activité demande un contrôle kinesthésique, particulièrement à basse vitesse (en-dessous de 10-12 km/h), où la conduite est instable et doit être compensée par des mouvements de guidon et de genoux [116] ; d'autre part, l'effort mental nécessaire pour traiter les informations visuelles est moins important en raison de la vitesse de circulation plus faible.

Plusieurs études ont mis en relation l'âge et l'aptitude des individus à conduire un vélo (avec ou sans assistance). En effet, dans les pays où une majorité de la population pratique le vélo, comme aux Pays-Bas, l'on observe que le risque d'accident à distance parcourue égale suit une courbe en U en fonction de l'âge. Il est le plus élevé pour les usagers et usagères les plus jeunes (enfants et jeunes adultes), et les plus âgé·e·s (retraité·e·s) [117].

Aux Pays-Bas, Schepers & den Brinker [118] ont observé que les personnes de plus de 60 ans avaient des facultés visuelles plus faibles et un risque plus élevé d'être impliqués dans des accidents individuels où la visibilité constitue un problème. Les personnes âgées souffrent également d'un équilibre plus faible et présentent un plus grand risque de chute dû à une faiblesse musculaire, à la rigidité des bras, des genoux et hanches, ce qui rend difficile le fait de guider le vélo [119], [120] et de se tenir sur une jambe à l'arrêt [121].

Dans le cas du VAE, en raison de son poids plus élevé qu'un vélo conventionnel, les personnes âgées sont plus fréquemment victimes d'accident liés à une perte d'équilibre lors du démarrage ou de l'arrêt [30], [34], ceci malgré le fait qu'après avoir démarré, l'assistance électrique fournisse une aide [122]. L'hypothèse a été émise que l'assistance électrique permettrait de compenser les faiblesses des cyclistes plus âgé·e·s. La comparaison des vitesses a démontré que les conducteurs de VAE âgé·e·s (>65 ans) roulaient entre 1.7 et 3.6 km/h plus rapidement qu'avec un vélo conventionnel, soit approximativement à la même vitesse que des usagers et usagères d'âge moyen (30-45 ans) en vélo conventionnel [123]. Cependant, malgré les avantages du VAE pour réduire l'effort lors du pédalage, l'utilisation d'un VAE ne permet pas de baisser l'effort mental requis lors d'une situation de trafic complexe [124].

Les personnes jeunes sont également plus à risque que la moyenne d'être impliquées dans un accident, que ce soit en vélo ou en VAE. En effet, les cyclistes jeunes sont une catégorie à risque, non pas en raison de leur fragilité, mais de par leur manque d'expérience et leur prise de risque plus élevée. Plusieurs études ont confirmé que le risque d'accident des cyclistes de moins de 25 ans était plus élevé que pour les usagers et usagères plus âgés [125].

Il n'y a pas de consensus concernant l'âge minimal nécessaire pour rouler à vélo. Aux Pays-Bas, où la plupart des enfants savent rouler à vélo dès 4 ans, Wierda & Brookhuis [115] ont estimé que les facultés nécessaires pour rouler à vélo en sécurité dans des situations complexes sont suffisamment développées à partir de 11 ans environ. Néanmoins, une étude plus récente dans le même pays [126] a montré que des cyclistes de 11 à 12 ans n'étaient pas encore en possession des facultés nécessaires pour rouler en sécurité à vélo, notamment en termes d'identification des dangers (hazard perception), de prise de décision lors de priorités (gap acceptance), et de détection d'angles morts (blind spot). Ces résultats ont été confirmés par des études similaires en Belgique [127] et aux Etats-Unis [128].

En ce qui concerne les VAE, une étude comparant des adolescent·e·s (16-18 ans) à de jeunes adultes (21-24 ans) en Israël [129] a également confirmé que les premier·ère·s détectaient moins rapidement les dangers avant que ceux-ci ne se matérialisent lors de situations de trafic, particulièrement lorsqu'ils ne disposaient pas d'une expérience préalable du VAE ou ne possédaient pas de permis de conduire. Ces résultats indiquent, comme pour les jeunes conducteur·trice·s de voitures, l'importance d'une période d'apprentissage de plusieurs années pour acquérir l'expérience nécessaire pour circuler dans des situations complexes en sécurité.

Les différences observées selon les groupes d'âge se retrouvent dans le type d'accidents à vélo. Selon Martínez-Ruiz et al. [125], tandis que les enfants et jeunes sont plus souvent impliqué·e·s dans des accidents individuels ou des collisions où ils sont fautifs (liés à l'inexpérience), les personnes plus âgées sont plus souvent impliquées dans des collisions, ce qui serait dû à leur capacité plus basse d'effectuer des manœuvres compliquées (p.ex. traverser une intersection).

## 2.3 Capacité momentanée à la conduite

La capacité de conduire correspond à l'état psychique et physique momentané (à l'instant T) d'une personne, la rendant capable de conduire de façon sûre un véhicule (automobile) dans la circulation routière. L'incapacité de conduire correspond ainsi à un état transitoire de courte durée, qui peut être due à la consommation d'alcool, médicaments ou stupéfiants, ainsi qu'en raison d'un état de fatigue.

### 2.3.1 Alcool, médicaments et stupéfiants

En ce qui concerne le vélo, plusieurs études indiquent une augmentation du risque d'accident lors de la consommation d'éthanol (le composant chimique présent dans l'alcool) (dès 5.6 fois pour 0.02 g/dl selon [130]), mais aussi de THC (le composant chimique présent dans le cannabis) [125], [130], [131], [132].

Selon Li et al. [130], l'éthanol a deux types d'effets qui augmentent le risque d'accident. Premièrement, il réduit les facultés psychomotrices, les fonctions cognitives, et altère le comportement des cyclistes, réduisant l'équilibre, la faculté à négocier des situations de trafic, et à percevoir et réagir à des dangers. Deuxièmement, l'éthanol augmente également les comportements à risque comme une vitesse inadaptée, rouler dans des conditions de luminosité réduite, ou encore l'absence de port du casque. Selon Hartung et al. [133], l'on observe chez les usagers et usagères de vélos un effet négatif de l'éthanol sur la coordination motrice déjà à partir d'une alcoolémie relativement faible (0.2 g/kg), bien qu'il y ait de grandes différences en termes de tolérance individuelle. Néanmoins, et malgré le danger que cela représente, l'acceptabilité sociale du fait de rouler à vélo lorsqu'on a consommé de l'éthanol reste relativement élevée, contrairement au fait de rouler en voiture [134].

### 2.3.2 Distractions et usage du téléphone

Les distractions ont également un effet néfaste sur la capacité de conduire un vélo. Une étude aux Pays-Bas [135] a démontré que l'utilisation d'un téléphone mobile en tant que tâche secondaire demandait un effort mental additionnel. Utiliser son téléphone augmente

ainsi les temps de réaction et baisse l'attention portée à l'environnement (peripheral vision detection), augmentant les déviations et faisant baisser la vitesse, sans toutefois que cela soit associé à un plus grand nombre d'accidents.

Dans le domaine de la conduite automobile, l'accomplissement de plusieurs tâches simultanées (multi-tasking) comme la gestion de la radio, d'un GPS, du téléphone, ou d'aliments et de boissons, présente également des risques, puisqu'il détériore la performance de la conduite. En particulier, la capacité des individus à effectuer plusieurs tâches simultanées lors de la conduite baisse avec l'âge, les personnes âgées étant donc plus à risque lorsqu'ils effectuent des tâches qui les mènent à détourner leur attention de la route [136].

## 2.4 Qualifications ou compétences nécessaires à la conduite

Comme évoqué au point 2.1.1., la Loi sur la Circulation Routière (LCR) indique que disposent des qualifications nécessaires les conducteurs et les conductrices qui, d'un côté, connaissent les règles de la circulation et, de l'autre côté, sont capables de conduire en toute sécurité les véhicules de la catégorie correspondant au permis. Les qualifications nécessaires à la conduite sont définies dans le Guide aptitude à la conduite [137] comme des compétences acquises par un individu via l'assimilation de connaissances théoriques et pratiques, le rendant capable de conduire de façon sûre un véhicule automobile au sein de la circulation routière. Ces qualifications à la conduite sont apprises par un entraînement individuel et vérifiées lors de l'examen de conduite, qui comprend une partie théorique, et une partie pratique évaluée par un-e expert-e de la circulation, débouchant sur l'obtention du permis de conduire.

Plusieurs études montrent que la grande majorité des cyclistes majeurs en Suisse possèdent un permis de conduire (catégorie B), et donc des qualifications légalement exigées pour la conduite d'un véhicule automobile (Tab. 8). Le taux de possession du permis de conduire atteint 95% des cyclistes pendulaires interrogé-e-s en 2016 dans l'étude Bike to Work [21], et 90% des cyclistes interrogé-e-s en 2021 à Lausanne et Genève [22]. L'étude menée à Lausanne auprès des usagers et usagères de VAE en 2018 arrive à un taux similaire, avec 93% de possesseurs de permis de conduire [20]. Enfin, une étude sur les usagers et usagères de vélos cargo en Suisse confirme que 91% des usagers et usagères sont dotés d'un permis de conduire automobile [23].

**Tab. 8** Possession du permis de conduire dans une sélection d'études sur le vélo en Suisse

Nom de l'étude et auteur-trice-s	Échantillon de la population interrogée	Pourcentage de détenteur-trice-s du permis de conduire (cat B)
Bike to work / Au travail à vélo...La pratique utilitaire de la bicyclette en Suisse [21]	N=13 744 participant-e-s à bike to work	95% pour les usagers et usagères de vélo mécanique 98% pour les usagers et usagères de VAE
La pratique du vélo à assistance électrique à Lausanne [20]	N=1443 propriétaires de VAE	93%
Le vélo en période de pandémie. Évolution des pratiques et effets des « coronapistes » à Genève et Lausanne [22]	N=1396 personnes se déplaçant à vélo	90%
Enquête sur les usagers et usagères de vélos cargo en Suisse (E-cargo) (Marincek, Rérat, Lurkin, 2023, à paraître)	N=796 propriétaires de vélo cargo	91%

### 2.4.1 Compétence comme un mélange de qualification, d'aptitude et de capacité

D'un point de vue légal, les qualifications à la conduite ne font pas explicitement référence aux conditions physiques et psychiques requises pour conduire en toute sécurité un

véhicule, qui sont du ressort des aptitudes et compétences à conduire. Néanmoins, dans la pratique, les compétences acquises par l'apprentissage sont indissociables de la dimension psychique et physique inhérente à la conduite d'un véhicule.

Il est ainsi important de souligner que le terme « compétence » (qui n'a pas de valeur légale en Suisse) sera utilisé ci-après pour évoquer à la fois des qualités et des prérequis de type médical (cognitif par exemple, ou lié au maintien de l'équilibre, donc l'aptitude) en plus des éléments spécifiques de la conduite d'un vélo (rouler sur une piste cyclable).

Selon Flamm & Kauffmann [138], les « compétences » sont l'une des trois composantes de la capacité individuelle à se déplacer à l'aide d'un moyen de transport. Chaque individu possède en effet un certain « potentiel de mobilité », qui dépend de son accès à différents moyens de transport (p.ex. posséder un VAE), de ses compétences (p.ex. savoir rouler à vélo), et de ses préférences (p.ex. aimer rouler en VAE). Cependant, le potentiel de mobilité d'un individu varie fortement selon le mode de transport envisagé. On peut ainsi différencier un potentiel cycliste (à se déplacer à vélo) qui exige des compétences spécifiques (p.ex. rouler sur une piste cyclable, maintenir l'équilibre) qui sont très différentes de celles liés à l'automobile (conduire sur une autoroute, embrayage, maintien de la vitesse autorisée, etc.).

Le potentiel de mobilité cycliste, et donc les compétences nécessaires, varient selon le contexte du territoire dans lequel l'on évolue [21]. La notion de potentiel d'accueil du territoire [139] exprime le rôle actif que joue le territoire (défini comme un ensemble socio-spatial et non strictement physique) dans sa relation au potentiel de mobilité. Un territoire est ainsi plus ou moins cyclable et garant d'une pratique du vélo sûre et attractive en fonction des conditions de circulation (infrastructures dédiées au vélo, réduction du volume et du trafic automobile, etc.).

Selon Cox [140], faire du vélo en ville représente une difficulté supplémentaire pour les cyclistes, puisque cela demande à la fois d'observer des règles écrites de la circulation (savoir formel), mais aussi de connaître les règles non-écrites (savoir informel), qui changent d'une ville à l'autre en raison de différences importantes en termes d'infrastructures cyclables. Alors que le code de la route est clair pour les automobilistes, l'usage du vélo en ville répond donc souvent à des us et coutumes appris par la pratique. L'incertitude quant au bon comportement à adopter représente donc une source de stress supplémentaire pour les cyclistes.

## 2.4.2 Trois niveaux de « compétences » cyclistes

Dans le domaine automobile, le modèle hiérarchique de Michon [141] voit les conducteur-trice-s comme résolvant des problèmes à trois niveaux de contrôle cognitif :

1. le niveau stratégique, soit la planification du trajet ;
2. le niveau tactique, soit les manœuvres et l'adaptation à l'environnement (p.ex. de la vitesse) ;
3. le niveau opérationnel, qui comprend le contrôle du véhicule et les actions apprises et automatiques.

Ce modèle a été appliqué à la conduite d'un vélo par Wierda & Brookhuis (1991). Dans le cas du VAE, nous pouvons résumer ces trois niveaux de compétences comme suit :

À un niveau stratégique ou de planification, faire du VAE exige des **compétences stratégiques**, qui se situent en dehors du déplacement lui-même. Faire du VAE exige ainsi de savoir estimer les risques et bénéfices du trajet, planifier un itinéraire, préparer son vélo, s'habiller en conséquence (y compris équipement de sécurité), gérer la batterie, et entretenir son vélo. A ce premier niveau, il s'agit donc de développer des habitudes sur un temps long.

À un niveau tactique, faire du VAE exige des **compétences pour manœuvrer** dans des situations de circulation complexes, qui varient selon le contexte et le type (ou l'absence) d'infrastructure cyclable. Il s'agit ici pour les cyclistes de négocier des situations en prenant

des décisions rapides, p.ex. sur la trajectoire à adapter, la vitesse, l'espace disponible, ce qui implique une interaction à la fois active (tourner la tête) et passive (apercevoir le clignotant d'une voiture) avec l'environnement de trafic. Ce niveau inclut notamment la gestion des intersections, les mouvements de tourne-à-gauche, la conduite dans les giratoires, le placement sur la chaussée (conduite défensive), la cohabitation avec les véhicules individuels motorisés ou poids lourds, et la cohabitation avec les usagers et usagères plus fragiles (vélos conventionnels, piéton-ne-s, trottinettes). Les compétences visées à ce deuxième niveau consistent en l'apprentissage de séquences de mouvement ordonnées, c'est-à-dire des manœuvres.

À un niveau opérationnel ou de contrôle, faire du VAE exige des **compétences de maniement du véhicule**. Ceci inclut notamment le pédalage et le maintien de l'équilibre à différentes vitesses, le changement de vitesses et la gestion de l'assistance électrique/accélération (spécifique au VAE), la conduite dans les virages, et les freinages. Ce troisième niveau de compétences renvoie à l'acquisition de réflexes automatisés (non réfléchis) lors de la conduite.

Rouler en VAE exige la maîtrise simultanée de ces trois niveaux de compétences. La différence entre un-e novice et un-e cycliste expérimenté-e tient donc au fait que ce-tte dernier-ère réalise de façon automatique l'ensemble de ces tâches simultanément, sans allouer un effort mental supplémentaire à l'une d'entre elles. A l'inverse, un-e cycliste novice ou trop jeune pourrait devoir allouer son attention à contrôler son VAE, ce qui peut perturber le niveau de manœuvre. Néanmoins, le contexte influe également sur la difficulté. Il sera ainsi plus difficile de faire du vélo dans un trafic urbain dense et complexe, qui exige une charge cognitive qui peut être trop importante pour des cyclistes inexpérimenté-e-s, ou bien des personnes âgées. En outre, l'ensemble des compétences exige au préalable d'être en possession des conditions physiques et psychiques (force musculaire pour tenir l'équilibre et pédaler, ce qui est en lien avec l'âge) et de disposer de la capacité pour se déplacer en VAE (ne pas être sous l'influence de l'éthanol et/ou de stupéfiants illicites et/ou de médicaments ayant un effet psychotrope).

### 2.4.3 Compétences stratégiques

#### Planification des trajets : choix de l'itinéraire, évitement du trafic, orientation

Savoir planifier son trajet représente l'une des compétences de base pour se déplacer à vélo. Dans le cas du VAE, l'assistance permet de pouvoir emprunter un parcours sans que la topographie ne représente une barrière [94]. Comme à vélo, l'orientation et l'estimation du temps de parcours font également partie des compétences de planification.

La planification des trajets est cependant aussi fortement influencée par la sécurité. En réaction aux situations dangereuses vécues, les cyclistes utilisent fréquemment des stratégies d'adaptation, comme l'évitement des heures de pointe ou des routes ne présentant pas de séparation du trafic motorisé. Certain-e-s cyclistes choisissent aussi d'emprunter le trottoir, ou de rouler à plusieurs [57], [60], [62]. L'on peut regrouper les cyclistes en trois idéaux-types: les cyclistes prudent-e-s, qui cherchent à éviter les dangers<sup>31</sup>, les cyclistes prévoyant-e-s, qui adaptent leur comportement aux conditions en faisant un arbitrage entre sécurité et rapidité, et les cyclistes confiant-e-s qui n'hésitent pas à prendre leur place dans le trafic [21].

La planification des trajets se réfère également au choix de se déplacer en VAE selon l'heure et le motif. Certaines conditions extérieures présentent des difficultés plus importantes pour rouler en VAE. Rouler la nuit exige d'être au préalable équipé-e de lumières<sup>32</sup>, qui font partie de l'équipement de série des VAE. Pour les personnes âgées

<sup>31</sup> Il est à relever que ce comportement peut toutefois se révéler plus dangereux, par exemple en raison d'un positionnement trop proche du bord de la chaussée qui peut mener à des accidents.

<sup>32</sup> En Suisse, la loi exige depuis le 1er avril 2022 que tout VAE soit équipé de lumières avant et arrière et que celles-ci soient enclenchées de jour comme de nuit.

dotées de facultés visuelles plus faibles en basse lumière, une faible luminosité peut particulièrement poser problème [29]. Rouler en VAE en hiver exige une préparation en raison d'une luminosité faible, du froid, des précipitations, et des conditions de surface qui peuvent être glissantes (pluie, glace, neige). Cela requiert un équipement adapté en termes d'habillement, de lumières, et d'accessoires du véhicule (p.ex. pare-boues). Cette part est plus importante que chez les cyclistes conventionnel-le-s et peut s'expliquer par des trajets réalisés qui sont plus longs, et donc plus difficiles à maintenir toute l'année, et l'accès à des modes de transport alternatifs (p.ex. voiture).

### Transport de charges ou d'enfants

Une partie importante des trajets effectués à vélo sort du cadre des trajets pendulaires domicile-travail. Ces trajets domestiques ou familiaux présentent des contraintes logistiques (affaires, enfants à transporter) qui peuvent constituer une barrière à l'usage du vélo [143]. L'augmentation récente des vélos cargo dotés d'un volume de chargement supplémentaire, et des longtails avec un porte-bagage allongé, démontre le potentiel d'amélioration qui existe encore pour le transport de charges ou d'enfants [144].

À condition qu'il soit équipé d'un panier ou de sacoches, le vélo ou VAE est particulièrement bien adapté au transport d'achats légers grâce à sa rapidité pour atteindre des destinations. Cependant, faire des courses domestiques à VAE peut représenter une barrière pour les familles nombreuses ayant besoin de transporter des charges plus importantes [145].

Le transport d'enfants à vélo peut se faire à l'aide de sièges pour enfant, de systèmes d'attache pour vélos d'enfants, à travers une remorque, ou par l'usage d'un vélo cargo dédié. Faire du VAE avec de jeunes enfants est une expérience enrichissante et l'occasion de passer du temps ensemble [146]. Cependant, cela requiert une attention particulière, en raison des conséquences que peut avoir un accident [147]. Bien que le fait de transporter des enfants à vélo soit considéré comme normal dans les pays où le vélo est développé, cette pratique n'est pas toujours socialement acceptée dans d'autres contextes où cela peut être considéré comme dangereux ou irresponsable [148].

### Vêtements et équipement de sécurité

Le choix des vêtements adaptés à une conséquence importante à vélo, puisque les cyclistes sont constamment exposé-e-s aux éléments. En automne et en hiver, l'utilisation de vêtements chauds (p.ex. gants et bonnets) mais aussi imperméables (p.ex. surpantalons) est décisive pour maintenir la pratique du vélo, comme d'autres équipements tels que les pare-boues ou lampes.

Les équipements de sécurité comme le casque ou les vêtements réfléchissants (gilets, vestes, accessoires<sup>33</sup>) permettent de réduire les risques d'accident en augmentant la visibilité par les autres usagers et usagères en cas d'obscurité, et de réduire la gravité des blessures à la tête. En Suisse, le port du casque n'est obligatoire que pour les usagers et usagères de VAE45, et pas pour ceux et celles de VAE 25. Cependant, son utilisation est très répandue. Parmi les pendulaires à vélo, 86.6% des usagers et usagères de VAE en portent un le plus souvent, tandis que seuls 4.7% ne le font jamais (contre 62.4% et 16.2% des cyclistes conventionnel-le-s) [10].

Néanmoins, ces équipements de sécurité ont aussi des limites. En effet, leur utilisation peut être vécue comme une contrainte supplémentaires par les cyclistes [70]. En outre, il est important de préciser qu'ils ne remplacent pas les actions sur la dimension infrastructure du système de sécurité, et le besoin d'une amélioration des aménagements cyclables. Ainsi, l'usage d'équipements de sécurité est presque absent aux Pays-Bas, où l'infrastructure cyclable est la plus développée, et où le taux d'utilisation du vélo est le plus haut au monde [59].

<sup>33</sup> Gants, autocollants, sacs.

## Gestion de la batterie

La gestion de la batterie est une compétence importante pour les usagers et usagères de VAE. En effet, rouler sans assistance est difficile en raison du poids (plus de 20 kg) du véhicule [97]. Cependant, la peur de manquer d'autonomie ou « range anxiety » n'est aujourd'hui plus un problème grâce au développement technique des batteries qui présentent pour la plupart une autonomie supérieure à 100km (selon le type d'utilisation, moins en cas de montée). L'autonomie est ainsi largement suffisante pour des trajets quotidiens, mais requiert la mise en place d'une routine de recharge.

Les usagers et usagères de VAE à vocation récréative sont le segment le plus concerné par l'autonomie de leur batterie, en raison des plus grandes distances que ceux-ci et celles-ci parcourent [149]. De par leur poids nettement plus important (capacité de charge pouvant dépasser 100kg), certains types de vélo cargo, par exemple ceux dotés de trois roues, peuvent également poser des problèmes d'autonomie ou ne pas offrir d'assistance suffisante à la montée [144], [150]. Cependant, il est fréquent que ceux-ci soient équipés par les fabricants d'une double batterie pour parer à cette éventualité.

## Entretien mécanique

L'entretien mécanique du VAE est plus complexe en raison du moteur électrique, de la présence de freins à disque, et du poids supérieur à un vélo conventionnel [97], [151]. Le poids des VAE a pour conséquence une usure des composantes (p.ex. disques de freins, pneus) plus importante que pour un vélo conventionnel, nécessitant donc un entretien plus régulier [150]. Une enquête auprès de cyclistes pendulaires confirme que les usagers et usagères de VAE sont moins à l'aise (38.5%) que ceux de vélos conventionnels (51.2%) pour effectuer une réparation (p.ex. crevaison) [10]. En outre, l'entretien du VAE requiert des mécanicien-ne-s spécialisé-e-s dans les vélos à assistance électrique [151] ou les vélos cargo [146].

### 2.4.4 Compétences liées à la circulation

Circuler en VAE dans le trafic avec d'autres usagers et usagères de la route requiert une attention importante en raison de la complexité des informations à traiter. Alors que les cyclistes sont faiblement impliqué-e-s dans les accidents survenant en ligne droite (16%), ils et elles sont surreprésenté-e-s dans les accidents survenant à un carrefour (23 %) et en particulier un giratoire (32%) [152]. Les accidents qui surviennent à des carrefours sont souvent des collisions impliquant d'autres usagers et usagères de la route qui ont pour conséquence un dommage corporel grave [32]. Comme nous l'avons vu à la section 1.2.3, la moitié des collisions en VAE sont dues à un refus de priorité, et parmi celles-ci, 73% sont à mettre à la charge de l'utilisateur ou utilisatrice antagoniste, le plus souvent une voiture [153].

#### Carrefours à priorité de droite (non-respect de la priorité)

Les principaux risques d'accidents aux carrefours pour les cyclistes proviennent des automobilistes bifurquant et traversant les itinéraires cyclables [41]. En effet, les automobilistes ne respectent souvent pas la priorité des cyclistes lors de cédez-le-passage, stop ou en tournant à droite à un feu, et ce même en présence de bandes ou pistes cyclables. Le risque de conflit à des intersections ou carrefours est doublement plus élevé pour les VAE que pour les vélos conventionnels, les usagers et usagères de VAE étant plus fréquemment victimes de perte de priorité [154]. Ceci s'explique notamment par la tendance des conducteurs et des conductrices à sous-estimer la vitesse des VAE, qui les pousse à accepter des écarts plus réduits en cas de traversée, provoquant des accidents [35]. Ceci est en partie dû à leur apparence similaire à celle des vélos conventionnels, une posture droite et un rythme de pédalage peu rapide, qui laisse faussement penser à une vitesse faible [155], [156], [157].

La taille des intersections traditionnelles (avec ou sans feux) augmente le risque d'accident pour les cyclistes. Celles-ci sont plus dangereuses si dotées de plusieurs voies de

présélection du trafic motorisé, et plus la largeur de la chaussée dévolue au trafic motorisé est importante [158], [159]. Des aménagements spécifiques aux carrefours remédient à ces éléments. L'installation de traversées surélevées (« raised bicycle crossings ») rend les carrefours plus sûrs en obligeant les automobilistes à ralentir en tournant [159], [160]. La présence de marquages colorés signalant la présence de cyclistes au sol a quant à elle une efficacité plus modérée, puisque son usage trop fréquent peut distraire les automobilistes [159], [161]. D'autres traitements des intersections comme le rapprochement des pistes cyclables du trafic motorisé avant l'intersection permettent de rendre les automobilistes attentifs aux cyclistes, tout comme les sas vélo donnant une avance aux cyclistes [162].

De façon générale, l'augmentation du volume de trafic automobile influence négativement la sécurité cycliste [41], [163], [164]. La présence accrue de véhicules larges tels que camions ou bus augmente le risque d'accident à vélo en raison de leur taille importante, de l'obstacle visuel qu'ils représentent et de leur angle mort [41].

### **Mouvements de tourne-à-gauche**

Les situations de tourne-à-gauche présentent un risque particulier pour les usagers et usagères de VAE, comme pour les cyclistes et autres usagers et usagères de la route. En effet, ces situations exigent de croiser la trajectoire d'autres véhicules, ce qui augmente le risque d'une collision. D'autre part, ces situations présentent une complexité plus élevée. En effet, elles exigent de réaliser plusieurs opérations simultanément : faire des signaux de la main, se retourner pour vérifier l'angle mort, effectuer la présélection tout en gardant l'attention sur le trafic venant en sens inverse, puis choisir le moment adéquat pour effectuer la bifurcation.

### **Giratoires**

Les carrefours giratoire (aussi appelés informellement « ronds-points ») présentent plus de risque d'accident pour les cyclistes que les carrefours traditionnels ou à feux, contrairement aux effets sur le trafic motorisé pour lequel ils baissent le nombre d'accidents<sup>34</sup> [45], [159], [165], [166]. Comme évoqué dans la section 1.2.3, les cyclistes ont été impliqués dans 40% des accidents survenus dans les giratoires en Suisse dans les 5 dernières années (2017 à 2021). Le risque de collision à vélo ou VAE dans un giratoire provient du refus de priorité par les usagers et usagères antagonistes (majoritairement des automobilistes), à la fois à l'entrée et à la sortie de l'anneau, et pour le cas des giratoires à deux voies, aux changements de voie et dépassements dans l'anneau. Les carrefours giratoires présentent un risque d'accident d'autant plus important pour les cyclistes lorsqu'ils et elles disposent de plusieurs voies de circulation, et si la taille de l'îlot central est trop réduite, deux facteurs qui contribuent à augmenter la vitesse du trafic motorisé [159], [167], [168].

L'une des causes possibles des collisions impliquant un VAE dans les giratoires est le manque d'attention des automobilistes, qui ont tendance à privilégier la recherche d'informations visuelles sur les automobiles (qui présentent un risque plus important en cas d'accident) plutôt que les cyclistes [169]. Ainsi, il arrive qu'un conducteur ou une conductrice approchant un giratoire ne détecte pas le cycliste malgré avoir regardé dans sa direction – une situation appelée « looked-but-failed-to-see » [170].

En l'absence d'aménagement dédié, la position conseillée pour le ou la cycliste ou VAE est donc de rouler au milieu de la chaussée<sup>35</sup> afin d'empêcher tout dépassement et d'occuper le champ visuel [171]. Cependant, cela exige d'effectuer une manœuvre supplémentaire (se déplacer depuis le côté vers le milieu) et de s'imposer face aux conducteurs, ce qui peut être difficile pour les cyclistes moins aguerris ou plus vulnérables (p.ex. transportant des enfants). En outre, dans le cas des giratoires à deux voies, il n'est pas

---

<sup>34</sup> En supprimant les mouvements de tourne-à-gauche, les carrefours giratoires réduisent le nombre de points de contact où un accident peut se produire.

<sup>35</sup> La loi autorise les cyclistes à déroger à l'obligation de rouler à droite dans les giratoires.

possible d'éviter le dépassement par l'intérieur ou l'extérieur. L'ajout de bandes cyclables à l'intérieur du giratoire ne résout pas ce problème puisqu'elle mène à des situations dangereuses lorsque les automobilistes sortent du rond-point en coupant la trajectoire des cyclistes [159], [165].

Pour pallier ces problèmes, les mesures portant sur les usagers et usagères ne sont pas la seule solution. En effet, l'aménagement des giratoires peut tout de même contribuer à baisser le risque d'accident cyclable [172]. L'un des modèles les plus avancés en la matière est le « giratoire hollandais » [90]. Cet aménagement courant aux Pays-Bas inclut un ensemble de mesures destinées à éviter les collisions entre cycles et véhicules motorisés: la séparation complète des flux de cyclistes du trafic motorisé par une piste extérieure, une réduction de la vitesse des véhicules motorisés, un croisement à angle droit (pour faciliter la visibilité), voire des traversées surélevées pour cycles (pour obliger les véhicules automobiles à freiner).

### **Distance de sécurité latérale et coup de la portière**

Le maintien d'une distance de sécurité avec le côté de la route (où sont souvent parkés des véhicules) est important pour éviter le risque de « coup de la portière » (« dooring »). Ce type d'accident peut occasionner des blessures graves, voire fatales [173]. Malgré cela, son importance reste relativement méconnue dans les statistiques. Le risque de ce type d'accident est potentiellement plus élevé en milieu urbain [174]. En effet, la présence de stationnement latéral dans une rue augmente significativement le risque d'accident grave pour les cyclistes [164]. En outre, le « dooring » est l'un des types de presque-accidents les plus fréquents et qui contribue aussi au sentiment d'insécurité des cyclistes [175], [64].

### **Cohabitation avec vélos conventionnels et piéton-ne-s**

La cohabitation entre VAE et vélos conventionnels peut également présenter des risques. La présence d'usagers et usagères plus lent-e-s peut obliger à des manœuvres de dépassement. C'est notamment le cas pour les vélos cargo, dont les dimensions et la vitesse réduite (16 km/h) peuvent obstruer l'écoulement sur une piste cyclable de manière équivalente à 4 vélos [176].

Pour les VAE rapides, la cohabitation avec les vélos conventionnels contribue significativement au risque de conflit (situation dangereuse pouvant déboucher sur un accident) en raison d'un différentiel de vitesse important, en particulier à des intersections sur une piste cyclable, ou lors de manœuvres de dépassement sur une piste cyclable bidirectionnelle [88]. Les conflits avec des piéton-ne-s sont quant à eux fréquemment liés à la traversée de la route ou d'une piste/bande cyclable [88].

Werneke et al. [177] identifient une part majoritaire d'événements de sécurité comme étant liés à un autre véhicule ou usager-ère (33% liés à un véhicule motorisé, 32% à un piéton, 16% à un cycliste – dont 86% à une intersection), tandis que 10% sont liés à un problème touchant l'infrastructure ou à un objet bloquant la route (10%). Il apparaît que les situations critiques sont plus nombreuses en présence d'intersections, et particulièrement en cas d'occlusion visuelle due à des bâtiments ou objets, en cas de mauvais entretien de la route, ou en cas de traversée de piéton-ne-s ou de cyclistes [178], [179]. Néanmoins, plusieurs événements critiques ont aussi lieu en dehors de la route, sur des pistes cyclables ou chemins partagés avec piéton-ne-s [180].

Selon Haustein & Møller [149], d'autres cyclistes et piéton-ne-s sous-estiment également la vitesse des usagers et usagères de VAE. Ceci peut également causer des accidents à des carrefours ou lors de dépassements sur des pistes cyclables.

Enfin, à notre connaissance, peu de recherches à ce jour ont été menées sur la cohabitation avec d'autres véhicules ou modes de locomotion censés circuler sur les aménagements cyclables, tels que les trottinettes électriques [181]. Il est cependant probable que l'augmentation de ces véhicules mène également à des problèmes de cohabitation, en raison d'un encombrement des aménagements.

## 2.4.5 Compétences liées au maniement du véhicule

### Maintien de l'équilibre et gestion du poids

Le poids des VAE (souvent plus de 25 kg) et surtout des vélos cargo représente une difficulté supplémentaire pour les usagers et usagères lors du maniement. Ce poids ne se remarque pas lors de la circulation, mais peut surprendre à l'arrêt. Il peut ainsi être difficile de garder l'équilibre sur un VAE si l'on doit poser un pied à terre lorsque l'on démarre ou s'arrête [34]. Ce problème affecte particulièrement les personnes âgées, qui peuvent présenter des troubles de l'équilibre et disposent généralement d'une musculature plus faible [29], [29], [30].

Néanmoins, lorsqu'il est en mouvement, le VAE permet grâce à son assistance électrique de bénéficier d'une plus forte accélération qui facilite le maintien de l'équilibre et les manœuvres à basse vitesse, comme signaler un virage de la main à la montée [4], [102], [182].

Le poids du VAE pose également des défis pour le transport ou lorsqu'il s'agit de franchir de franchir des obstacles, par exemple des rampes d'accès, ou pour embarquer dans un train, ou lors de l'utilisation de crochets pour le stationnement ou l'entreposage du VAE [34]. Pour faciliter la poussée, certains VAE disposent ainsi de la possibilité d'actionner une assistance sans pédalage.

### Accélération, conduite dans les virages

Les accidents individuels représentent la majorité des cyclistes admis à l'hôpital, entre 60% et 95% selon les pays [183]. Ceux-ci sont souvent liés à l'infrastructure cyclable [184] et à la qualité du revêtement, un pavage inégal ou la présence de glace augmentant le risque [185]. Comme pour les automobilistes, la visibilité des infrastructures cyclables, particulièrement en conditions de basse luminosité et pour les cyclistes âgé·e·s, est également un facteur important pour éviter les accidents individuels en vélo [118]. En l'absence d'infrastructures cyclables, les caractéristiques générales de la route comme la largeur, la présence de virages, la pente, les conditions de surface, l'éclairage de la route, l'absence de division centrale et les sens uniques, influencent le risque d'accident pour les cyclistes [186]. Enfin, la présence de franchissements tels que des rails de tram, tunnels, ponts, ou d'obstacles comme des arrêts de transports publics ou des chantiers augmente le risque d'accident pour les cyclistes [187].

Certaines spécificités des VAE (poids, accélération) peuvent augmenter le risque d'un accident individuel. Sur un revêtement glissant (p.ex. gravier, pluie, neige), le VAE peut se comporter différemment d'un vélo conventionnel en raison de l'assistance au pédalage, menant à un plus fort risque de dérapage [34]. Ainsi, comme évoqué à la section 1.2.3, les glissades ou dérapages représentent parmi les mécanismes d'accident individuel les plus fréquents en VAE [47].

### Freinage

Les usagers et usagères de VAE sont plus souvent impliqué·e·s dans des accidents à un seul véhicule que les utilisateur·rice·s de vélos classiques, notamment les dérapages sur des surfaces glissantes [188]. Les distances d'arrêt plus longues dues à la vitesse de conduite plus élevée (et un poids plus important) peuvent également entraîner des accidents si une situation de trafic n'a pas été correctement anticipée et qu'il ne reste pas assez de temps pour freiner en cas de conflit. Selon le BPA, la distance d'arrêt d'un VAE25 (circulant à 25 km/h) est de 18.4m, celle d'un VAE45 (à 45 km/h) de 39.5m, contre seulement 9.9m pour un vélo conventionnel circulant à 15 km/h [189]. Les accidents causés par une conduite trop rapide en VAE seraient plus fréquents chez les débutant·e·s qui ne sont pas encore très familiers avec les vélos à assistance électrique [149].

Deux études menées en Suède ont trouvé que les usagers et usagères de VAE ont un comportement de freinage différent des usagers et usagères de vélos conventionnels [86], [87]. Ceux-ci et celles-ci auraient tendance, en raison de leur vitesse plus élevée, à freiner

plus souvent en raison des conditions de trafic, par exemple lors de tentatives de dépassement d'autres cyclistes. Une étude menée aux Pays-Bas auprès d'usagers et usagères est arrivée à un résultat similaire pour les VAE 45 mais pas pour les VAE 25 [89]. En effet, les VAE45 varient plus fréquemment de vitesse et freinent plus régulièrement de manière soudaine, indiquant un plus grand besoin d'ajustement de la vitesse.

L'apparition de systèmes antiblocage des roues (ABS) représente une avancée potentiellement importante en termes de prévention d'accidents [190]. Comme pour les motocycles, l'ABS permet chez les VAE d'augmenter la stabilité et le maintien de la trajectoire lors du freinage en évitant le blocage de la roue avant et le soulèvement de la roue arrière. Cependant, peu de modèles de VAE sont actuellement équipés d'ABS.

## 2.5 Synthèse

Ce bref état de la littérature donne un aperçu des trois domaines de la capacité, l'aptitude, et les qualifications nécessaires pour conduire un véhicule, tels que définis par les normes en vigueur en Suisse.

Afin de faciliter la comparaison avec la littérature, nous avons également utilisé le terme de « compétences » qui n'est pas défini d'un point de vue légal en Suisse. Celui-ci représente en effet un mélange entre les qualifications (connaissances théoriques et pratiques acquises par l'expérience et l'entraînement individuel), l'aptitude physique et psychique (fonctions cognitives, équilibre, force musculaires, facultés visuelles) et la capacité momentanée à conduire (absence d'influence d'un produit psychotrope, par exemple).

A ce jour, il existe encore peu de recherches portant spécifiquement sur les compétences spécifiques à la conduite des VAE, c'est pourquoi une bonne partie des études considérées traitent des vélos conventionnels. En outre, il manque d'études sur les compétences relatives aux VAE45, qui sont plus nombreux dans le contexte Suisse que dans d'autres pays. En outre, il n'existe actuellement que peu de littérature sur les nouvelles formes de VAE, à savoir les vélos cargo ou de transport à assistance électrique, ou les vélos pliants à assistance électriques.

### 3 Catalogue de compétences

Cette section vise à développer un catalogue de compétences relatives à la conduite des VAE. Nous nous basons sur un modèle d'apprentissage de la conduite appelé « Goals for Driver Education » qui a fait l'objet d'une application au VAE dans le contexte de cours destinés à la formation de moniteur-trice-s de VAE par le Bureau de Prévention des Accidents (BPA). Ce modèle sert de trame de base pour développer un catalogue de compétences sur la base de la revue de la littérature académique et grise (cours de formation) disponible sur le VAE.

Comme évoqué précédemment, la conduite d'un véhicule automobile diffère fortement de celle d'un VAE, et ce notamment car l'automobile représente encore la forme dominante de mobilité dans nos sociétés, autour de laquelle ont été adaptés les éléments du système routier, et plus largement, le territoire. Cette position dominante de la voiture s'exprime également à travers son poids, sa vitesse, et le rapport de force qu'elle entretient avec les autres usagers et usagères de la route en cas de collision, en particulier avec les cyclistes. Ces différences fondamentales font qu'il n'est pas possible de considérer les deux modes exactement de la même manière.

Néanmoins, les modèles d'apprentissage de la conduite sont nettement plus développés que ceux pour le vélo ou pour le VAE. Pour les adapter aux particularités du VAE, il faut donc garder en tête les différences-clés entre cette pratique et celle de la voiture. C'est donc en prenant en compte les particularités du VAE que nous développons ici un catalogue de compétences propres à ce mode.

#### 3.1 Modèles d'apprentissage de la conduite

##### 3.1.1 Modèle « Goals for driver education » d'apprentissage de la conduite

Dans le domaine de l'automobile, il existe une riche littérature sur les compétences nécessaires à la conduite. Traditionnellement, les modèles d'apprentissage de la conduite automobile se focalisent sur la performance de la conduite elle-même, c'est-à-dire la connaissance des règles et usages de la route, la maîtrise du véhicule (contrôle), et la prise de décisions dans une variété de situations (manœuvres). Les modèles motivationnels ou basés sur le risque, voient le conducteur comme adaptant son comportement en fonction du risque perçu [191], [192], [193]. Le modèle hiérarchique de Michon [141] (évoqué à la section 2.4.2) voit le conducteur comme résolvant des problèmes et conçoit trois niveaux de contrôle cognitif : (1) le niveau stratégique, soit la planification du trajet ; (2), le niveau tactique, soit les manœuvres et l'adaptation à l'environnement (p.ex. de la vitesse), et (3) le niveau opérationnel, qui comprend le contrôle du véhicule et les actions apprises et automatiques. Le modèle dit de l'interface « tâche-capacité » (task-capability) de Fuller [194] postule que le ou la conducteur-trice tente de maintenir un certain degré de difficulté de la tâche, qui correspond à l'interaction entre la capacité du ou de la conducteur-trice et l'exigence de la tâche (similaire au risque).

Néanmoins, il a été constaté que la seule maîtrise du véhicule et des situations de trafic ne suffit pas à garantir la sécurité des conducteurs. Ainsi, bien des accidents sont dus à d'autres facteurs liés aux motivations ou attitudes individuelles, comme par exemple une surestimation de ses propres compétences [195]. En lien avec les avancées dans le domaine des sciences cognitives (psychologie), des modèles plus globaux du comportement de conduite ont donc été développés. Le modèle « Goals for driver education » de Hatakka et al. [36] a été développés il y a 20 ans par un consortium européen et sert de base à la formation des automobilistes dans plusieurs pays. Il émet que l'éducation à la conduite doit prendre en considération non seulement la maîtrise du véhicule et des situations de trafics, mais aussi un niveau hiérarchique supérieur, correspondant aux objectifs du ou de la conducteur-trice en lien avec la conduite, et dans la vie plus généralement (Fig. 28).



**Fig. 28** Niveaux hiérarchiques du comportement de conduite (tiré de Hatakka et al. [36], adapté de Keskinen [196]).

Comme représenté à la Fig. 28, ce modèle se compose d'une matrice comprenant quatre niveaux hiérarchiques liés à l'apprentissage de la conduite d'un véhicule :

- Niveau 4 : Les objectifs de vie généraux et orientations personnelles
- Niveau 3 : Les objectifs et le contexte de chaque trajet
- Niveau 2 : La maîtrise des situations de circulation
- Niveau 1 : Le contrôle du véhicule

Le premier niveau (« vehicle manoeuvring ») représente l'apprentissage de base du maniement du véhicule, son entretien, sa maîtrise selon les situations. Le second niveau (« mastering traffic situations ») comprend l'apprentissage des règles de la circulation et l'adaptation aux situations de conduite (de la vitesse, l'observation, l'interaction) et aux autres usagers et usagères de la route. Quant au troisième niveau (« goals and context of driving »), il vise à ce que l'individu comprenne ses propres objectifs associés à la conduite et le contexte dans lequel celle-ci a lieu, notamment la planification des trajets, le choix de se déplacer ou non en voiture, et la pression sociale. Enfin, le quatrième niveau (« goals for life and skills for living ») est le plus théorique. Il vise à faire comprendre au ou à la conducteur-trice l'impact général de son mode de vie et de ses objectifs sur la conduite, et à guider les jeunes adultes à adopter un mode de vie sain.

Selon cette approche hiérarchique, les objectifs d'un individu aux niveaux hiérarchiques supérieurs (auto-contrôle, identité liée à la conduite) vont influencer sur les compétences de conduite nécessaires aux niveaux inférieurs. Ainsi, l'objectif final de l'apprentissage à la conduite est que l'individu comprenne l'effet de facteurs comme l'autocontrôle, le mode de vie, le milieu social, le genre, l'âge, l'affiliation de groupe, sur la conduite.

### 3.1.2 Application de la matrice GDE au VAE

Comme le montre la Fig. 29 à la page suivante, la matrice GDE a été appliquée au VAE dans un document de formation en allemand proposé par le BPA et destiné aux moniteur-trice-s de cours de base de conduite en VAE (« Grundkurs freiwilliger E-Bike-Fahrkurs », Fig. 30). Ce modèle d'apprentissage distingue les quatre niveaux hiérarchiques précédemment évoqués, décrits ci-dessous. Pour chaque niveau, trois dimensions d'apprentissage sont considérées, qui correspondent aux trois colonnes du tableau : les savoirs/capacités, l'évaluation des risques, et l'auto-évaluation/conscience de soi.

Le premier niveau « **maniement du véhicule** » correspond aux compétences nécessaires pour la maîtrise du VAE (utilisation et contrôle). Il comprend les connaissances liées à la conduite, à la pression et l'adhérence des pneus, aux caractéristiques techniques du véhicule et à leur entretien, à l'équipement de sécurité (casque, gilet), et aux phénomènes physiques (fixation des bagages, poids).

Le deuxième niveau « **maîtrise des situations de circulation** » correspond aux compétences nécessaires pour gérer les situations de trafic. Il comprend les connaissances liées aux règles de circulation, à l'interprétation et l'usage des signaux (p.ex. signaux de la main), à la conduite dans des intersections (giratoires, tourne-à-

gauche), aux marges de sécurité (distance latérale, vitesse), à la vérification de l'angle mort, et à un comportement de partenaire avec les autres usagers et usagères de la route (communication, égards).

Le troisième niveau « **intentions et contexte social en rapport avec le trajet** » correspond aux compétences stratégiques nécessaires à la préparation d'un trajet (connaître le contexte, les circonstances du trajet, le comportement de conduite à prévoir). Il comprend les compétences liées au choix du véhicule, à l'organisation du trajet (budget-temps, horaire), au motif du trajet, à la planification de l'itinéraire, et à la connaissance de l'état personnel (substances, stress, fatigue). Celles-ci doivent prendre en compte les risques liés à l'environnement de conduite (rural/urbain), l'heure (jour/nuit), les conditions (sec/glissant), le temps à disposition, les distractions, la difficulté de l'itinéraire, la pression sociale, ou l'effet de la fatigue ou l'alcool.

Le quatrième niveau « **objectifs de vie et attitudes** » correspond aux compétences nécessaires pour comprendre ses propres objectifs de vie personnel et leur influence sur le comportement de conduite. Il vise à l'auto-évaluation du rôle des objectifs de vie, des traits psychologiques, et de la position sociale (âge, genre, culture, position) sur le comportement de conduite, soit: la propension à prendre des risques (évaluation du danger, comportement défensif), le besoin d'autonomie (recherche de reconnaissance par les pairs, la recherche de compétitivité/domination (surestimation de soi), l'estime de soi et le rapport au statut (responsabilité envers la société), le style de vie (respect des règles), les normes de groupe (agressivité).

Tandis que les niveaux 1 et 2 sont spécifiques au VAE ou au vélo conventionnel malgré quelques différences (p.ex. poids, freinage, sous-estimation de la vitesse), les niveaux 3 et surtout 4 sont bien plus théoriques et comportent moins de différences entre modes de transport, ils peuvent donc s'appliquer aussi bien à l'utilisation d'un VAE que du vélo, ou de la voiture.

	Savoir et compétences	Evaluation du risque	Auto-évaluation
Niveau 4 Personnalité	Niveau directeur		
Niveau 3 Intentions (personnelles) du trajet	Niveau directeur		
Niveau 2 Maîtrise des situations de circulation	Niveau d'exécution		
Niveau 1 Maniement du véhicule	Niveau d'exécution		

Fig. 29 Matrice GDE.

GDE-Matrix in Lehrmittel Grundkurs freiwillige E-Bike-Fahrkurse

	Wissen, Fähigkeiten	Risikoeinschätzung	Selbsteinschätzung / Bewusstsein
<b>Ebene 4</b> Lebensziele und Einstellungen für das Leben (generell)	Zusammenhang kennen: persönliche Lebensziele <-> • Lenkverhalten • Risikofreudigkeit • Autonomiebedürfnis, Eigenständigkeit • Wettbewerbs- und Dominanzstreben • Status- und Selbstwertorientierung • Lebensstil und -umstände • Gruppennormen • Alter • Geschlecht • Kultur • Soziale Stellung	Risikoverstärkend wirken: • Höhere Risikobereitschaft • Suche nach Anerkennung • Selbstüberschätzung • mangelnde Verantwortungsbereitschaft gegenüber Gesellschaft • mangelhafte Einsicht in Notwendigkeit / Sinnhaftigkeit von Regeln und deren Einhaltung • aggressives Fahrverhalten • Gebrauch von Alkohol und Drogen • fehlendes defensives Verhalten im Bewusstsein möglicher Unfallfolgen	Wie beeinflusst meine Persönlichkeit meinen Fahrstil? • Fähigkeit zur Impulskontrolle • Riskantes Verhalten • Selbstwert / Anerkennung • Selbstüberschätzung • Der Sicherheit zuwiderlaufende Motive
<b>Ebene 3</b> Absichten und sozialer Kontext (bezogen auf die jeweilige Fahrt)	Zusammenhang kennen: Umstände der Fahrt <-> • Lenkverhalten • Wahl des Fahrzeuges (schnelles / langsames E-Bike / Cargo-E-Bike) • Zeitbudget, Zeitplanung, Tageszeit • Zweck / Motiv der Fahrt • Routenplanung • Persönliche Verfassung (Substanzen, Stress, Müdigkeit)	Risiken verbunden mit: • Auswirkungen von Müdigkeit, (Rest-)Alkohol, Drogen, Medikamenten • Fahrumgebung: ländlich/urban, tags/nachts, trocken/nass • Zeitdruck • Ablenkung: während der Fahrt gedanklich nicht beim E-Bike sein, telefonieren, Musik hören etc. • Schwierigerer Route • Gruppendruck Risiko verursacht durch: • Verkehrsregeln nicht kennen / befolgen • falsche Annahmen zum Verhalten der Verkehrspartner:innen • mangelhafte Einschätzung der Situation • schwierige Strassen- und Wetterbedingungen (Nässe, Naturbelag usw.) • Unzureichende Geschwindigkeitsanpassung • Zu wenig Rücksichtnahme • schlechte Kommunikation • Informationsüberflutung • Wenig Erfahrung	Wie beeinflussen meine persönlichen Umstände (Motive, Absichten) die konkrete Fahrt? • Fähigkeit zur Planung der Fahrt • typische Fahrabsichten • Notwendigkeit der Fahrt • typische riskante Fahrmotive (z.B. eigener Zustand, Fahrumgebung, Ablenkung)
<b>Ebene 2</b> Beherrschen von Verkehrssituationen	Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung von Verkehrssituationen: • Verkehrsregeln • Wahrnehmen / Beachten von Signalen • Fahren / Verhalten im Kreisverkehr / beim Linksabbiegen • Antizipieren der Situation: Geschwindigkeit anpassen, Abstand halten, defensiv fahren • Sicherheitsmargen • Toter Winkel • Partnerschaftliches Verhalten	Risiko verbunden mit: • ungenügenden Automatismen / Fahrfertigkeiten • Falsche Annahmen zum Fahrzeugverhalten • Mangelhafter E-Bike-Unterhalt (Bremsen, Akku, Motor) • Fahren ohne Helm, nicht korrektes Helmtragen • Falsche GepäcksicHERUNG	Stimmt mein Fahrstil mit meinem Können und meinen Risikofaktoren überein? • Stärken / Schwächen des eigenen Fahrkönnens • persönlicher Fahrstil • persönliche Sicherheitsmargen • Stärken/Schwächen in gefährlichen Situationen (Vortrittsregelung, schwächere Verkehrsteilnehmer/-innen, Erfahrungsmangel)
<b>Ebene 1</b> Fahrzeugbedienung	Kenntnisse und Fähigkeiten zur Umsetzung bei Bedienung und Kontrolle des E-Bikes: • Kontrolle von Fahrzeugrichtung/-position • Pneuhaftung und Reibung • Fahrzeugeigenschaften • Korrekte E-Bike-Ausrüstung • Physikalische Phänomene	Risiko verbunden mit: • ungenügenden Automatismen / Fahrfertigkeiten • Falsche Annahmen zum Fahrzeugverhalten • Mangelhafter E-Bike-Unterhalt (Bremsen, Akku, Motor) • Fahren ohne Helm, nicht korrektes Helmtragen • Falsche GepäcksicHERUNG	Stimmt mein Umgang mit dem E-Bike mit meinem Fahrkönnen überein? • Stärken/Schwächen beim elementaren E-Bike-Bedienen • Stärken/Schwächen der Fähigkeiten in kritischen Situationen (Bremsen, Balance halten etc.) • Fahrkompetenzen zum Verhindern gefährlicher Situationen

Fig. 30 Matrice GDE adaptée à la conduite des VAE. Source: Document d'apprentissage « Grundkurs freiwilliger E-Bike-Fahrkurs » [197].

### 3.2 Catalogue de compétences pour l'apprentissage du VAE

Le Tableau 7 ci-dessous présente une première esquisse de catalogue de compétences basé sur le document d'apprentissage du BPA, en intégrant les résultats de la revue de la littérature. La première colonne indique la catégorie de compétence et son niveau hiérarchique : (1) maniement et entretien du véhicule, (2) maîtrise des situations de circulation, (3) intention du trajet, (4) mode de vie. La deuxième colonne détaille les compétences requises pour chaque niveau. La troisième colonne présente les objectifs d'apprentissage associés à chaque compétence.

Bien que ce catalogue se focalise sur les compétences individuelles, il ne faut pas sous-estimer l'importance des autres éléments du système de sécurité, particulièrement de l'infrastructure, sur les compétences individuelles. Ainsi, plus l'infrastructure cyclable est sûre et le réseau cyclable est développé, moins les exigences envers les usagers et usagères de VAE seront élevées en termes de compétences. Parmi les mesures qui permettraient de réduire les compétences exigées, le réaménagement de carrefours dangereux ou d'axes routiers à fort trafic automobile permettrait dans certains cas d'éviter à avoir à développer des compétences en termes de stratégies d'adaptation au danger. De même, la séparation des flux entre cycles et véhicules à moteur permettrait de réduire l'importance de la communication avec d'autres usagers et usagères, de la cohabitation et de la vigilance envers le non-respect des priorités par les automobilistes. Enfin, de meilleures conditions globales de sécurité cyclable permettraient de réduire le besoin de porter un équipement de sécurité à VAE. Pour conclure, et comme déjà évoqué à la section 1.2.5, un système de sécurité cyclable pardonnant les erreurs individuelles permettrait de rendre la pratique du VAE moins exigeante, et accessible à une part plus importante de la population.

**Tab. 9** Catalogue de compétences

Catégorie /niveau	Savoir / compétence	Objectifs
<b>4) Mode de vie et objectifs de vie</b>	Comprendre l'influence de la personnalité et des objectifs de vie personnels (recherche du risque, sous-estimation du danger, autonomie, responsabilité) sur le comportement de conduite	Apprendre à garder son calme (gestion de l'agressivité), ne pas surestimer ses compétences
	Comprendre l'influence du besoin de reconnaissance et des normes de groupe (liées à la culture, genre, âge, position sociale) sur le comportement de conduite	Évaluer sa propension à des comportements à risque sous l'influence de pairs (alcool, drogue, non-respect des règles)
<b>3) Intentions du trajet</b>	Planification des déplacements en VAE selon la dangerosité de l'itinéraire, le trafic (heures de pointe), les conditions externes (jour/nuit, sec/humide, neige/verglas), le type de trajet (motif, temps à dispositions)	Savoir estimer le niveau de sécurité lié à un trajet en VAE selon le contexte et les conditions externes, gérer la sécurité
	Gestion du budget-temps et de la pression de l'horaire	Savoir planifier la durée d'un trajet, coordonner des activités en VAE
	Buts et motifs du trajet	Identifier les motifs de trajet habituels (les plus fréquents) en VAE
	Planification de l'itinéraire, orientation	Savoir s'orienter en ville et suivre un itinéraire, mais aussi éviter axes à fort trafic ou dangereux.
	Estimer la capacité personnelle à la conduite sur le moment : alcool, substances, stress, fatigue, pression sociale, distractions	Prise en compte l'effet des circonstances personnelles sur le trajet et sa dangerosité

Catégorie /niveau	Savoir / compétence	Objectifs
<b>2) Maîtrise des situations de circulation</b>	Connaissance et respect des règles de circulation (priorités, feux, signalisation)	Connaître/suivre les règles
	Observation et filtrage des informations visuelles : Interprétation des comportements des autres usager-ères, reconnaître les signaux, communication	Bonne interprétation du comportement des autres usager-ères, mais aussi vigilance envers la sous-estimation de la vitesse et les refus de priorité
	Comportement de conduite dans les carrefours giratoires (rouler au milieu, regard en arrière, signaux de la main) et tourne-à-gauche (regard en arrière, signaux de la main, présélection)	Bonne compréhension/évaluation de la situation
	Anticipation des situations et adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques (humidité, revêtement) et au trafic (heures de pointe), distance de sécurité (coup de la portière), conduite défensive	Style de conduite adapté aux conditions
	Maintien des marges de sécurité	Adéquation des marges de sécurité au degré de danger
	Vérification de l'angle mort	Gestion des situations dangereuses
	Comportement partenarial envers autres usagers et usagères de la route & usagers et usagères plus vulnérables (piétons p.ex.)	Égards envers autres usagers et usagères
<b>(1) Maniement et entretien du véhicule</b>	Contrôle régulier du véhicule : position de conduite, accessoires bien fixés (porte-bagage, siège enfants), recharge de la batterie	Véhicule en état de marche
	Entretien mécanique régulier du VAE (contrôle de l'usure des freins, pneus, chaîne)	Véhicule bien entretenu
	Connaissance des propriétés du VAE (poids, vitesse, assistance) maintien de l'équilibre, pédalage, changement de vitesse & gestion niveau assistance	Maîtrise du maniement du véhicule
	Choix des vêtements adaptés aux conditions, port correct des équipements de sécurité (casque, gilet, etc.), lumières, équipement du vélo pour l'hiver (pneus, garde-boue)	Équipement adapté selon le contexte et les conditions
	Connaissance des caractéristiques physiques et limites du VAE : technique de freinage, risques de glissade	Gestion des situations dangereuses

## 4 Bases légales et débats politiques

Le contexte juridique – suisse mais à titre de comparaison aussi d'autres pays – est crucial dans le contexte des questions auxquelles doit répondre cette étude. Afin d'avoir une vue générale sur les bases légales en Suisse et de les comparer avec celles en vigueur en Europe, une recherche a été menée sur les dispositions existantes en Suisse, en Allemagne, en Autriche, en Italie, en France, au Danemark et aux Pays-Bas. Les éléments principalement analysés sont l'âge minimum requis pour la conduite d'un vélo à assistance électrique, l'obligation du port du casque, la puissance du moteur maximale autorisée et l'obligation d'emprunter les voies ou les pistes cyclables. Finalement, un regard est porté sur la législation suisse, où les débats politiques amènent à une évolution des dispositions légales concernant l'usage des vélos à assistance électrique.

### 4.1 Dispositions légales en Suisse

Le VAE25 est, selon l'art. 18 let. b. de l'OETV, un cyclomoteur léger. Il appartient ainsi à la catégorie des « autres véhicules automobiles ». Selon l'art. 10 al. 2 de la LCR, « les véhicules automobiles et leurs remorques ne peuvent être mis en circulation que s'ils sont pourvus d'un permis de circulation et de plaques de contrôle »[18]. A ce propos, les cyclomoteurs légers font exception. En effet, toute personne à partir de 16 ans est exemptée de l'obligation d'un permis de conduire, selon l'art. 5 al. 2 let. d de l'OAC. Les jeunes entre 14 et 16 ans peuvent également conduire des VAE avec l'obtention d'un permis de conduire de la catégorie M (cyclomoteurs). Les cantons peuvent aussi autoriser les plus jeunes à utiliser des VAE sous certaines conditions (p. ex. long trajet scolaire à la campagne).

Le VAE45 est, selon la loi, un cyclomoteur (cf. art. 18 let. a de l'OETV). Pour conduire un VAE45, tout le monde nécessite d'un permis de conduire - donc aussi les adultes (au moins la catégorie M). Pour les vélos à assistance électrique rapides, le port du casque est obligatoire et le vélo doit être muni d'une plaque d'immatriculation et d'un rétroviseur. Les vélos à assistance électrique rapides appartiennent à la catégorie des cyclomoteurs et doivent donc aussi emprunter les pistes cyclables. Ils peuvent également circuler sur les trottoirs autorisés aux vélos (« vélo autorisé »), mais uniquement avec le moteur éteint. Les vélos à assistance électrique rapides et lents doivent rouler avec les phares allumés également le jour. A partir du 1er avril 2024, les vélos à assistance électrique rapides nouvellement mis en circulation seront soumis à l'obligation d'avoir un compteur de vitesse installé, tandis que les vélos à assistance électrique existants devront en être équipés dans les trois ans.

**Tab. 10** Dispositions légales en Suisse et dans d'autres pays européens

Pays	Type de VAE	Âge minimum	Permis requis	Equipement	Casque obligatoire	Emprunt pistes cyclables
Suisse [198]	VAE25	16 ans, ou 14 avec permis de conduire catégorie M	Aucun (sauf à 14/15 ans)	Sonnette, phares fixes obligatoirement allumés	Non	Obligatoire
	VAE45	14 ans	Catégorie M	Sonnette, phares fixes obligatoirement allumés, rétroviseur, plaque d'immatriculation, compteur de vitesse*	Oui	Obligatoire
Danemark [199]	VAE25	Pas d'âge minimum	Aucun	Aucun	≤ 15 ans	Oui
	VAE45	15 ans	Aucun	Aucun	Oui	Oui
Allemagne [200]	VAE25	Pas d'âge minimum	Aucun	Aucun	≤ 12 ans	Obligatoire
	VAE45	16 ans	Catégorie AM	Plaque d'immatriculation d'assurance,	Oui	Interdit
France [201]	VAE25	Pas d'âge minimum	Aucun	Mauvaise visibilité : gilet réfléchissant hors agglomération	≤ 12 ans	Oui
	VAE45	16 ans	Catégorie AM	Aucun	Oui, casque de moto	Interdit
Italie [201], [202]	VAE25	Pas d'âge minimum	Aucun	Aucun	Non	Obligatoire
	VAE45	16 ans	Catégorie AM	Sonnette, phares fixes, rétroviseur, plaque d'immatriculation	Oui, casque de moto	Interdit
Pays-Bas [203]	VAE25	Pas d'âge minimum	Aucun	Aucun	Non	Obligatoire
	VAE45	16 ans	Pour cyclomoteur	Rétroviseurs, réflecteurs, plaque d'immatriculation pour cyclomoteur	Oui	Oui avec conditions*
Autriche [202], [204]	VAE25	14 ans, ou 12 avec permis de conduire un vélo	Aucun (sauf à 12/13 ans)	Sonnette, phares, réflecteur arrière, ainsi que des réflecteurs sur les rayons et les pédales	Non	Obligatoire
	VAE45	16 ans	Aucun	Plaque d'immatriculation, assurance appropriée, kit de premiers secours, les leviers de frein doivent être équipés d'embouts sphériques.	Oui, casque de moto	Interdit avec conditions*

Description	Vélos électriques lents Cyclomoteurs légers	Vélos électriques rapides Cyclomoteurs
		
Puissance du moteur	Au maximum 500 watts	Au maximum 1000 watts
Limite d'assistance au pédalage	Jusqu'à 25 km/h	Jusqu'à 45 km/h
Port du casque	Recommandé	Obligatoire
Vitesse maximale par construction (sans actionner les pédales)	Jusqu'à 20 km/h	Jusqu'à 30 km/h
Rétroviseur	Non requis	Requis, extérieur gauche
Éclairage	Éclairage fixe <sup>1, 2</sup>	Éclairage pour cyclomoteurs soumis à réception par type <sup>2</sup>
Avertisseur acoustique	Requis, mais sonnette uniquement	Requis, sonnette ou avertisseur acoustique
Permis de conduire	Non requis dès 16 ans, des jeunes de 14 à 16 ans: cat. M	Permis cat. M, âge minimal: 14 ans
Plaque de contrôle	Non requise	Requise, plaque jaune
Réception par type	Non requise	Requise
Permis de circulation	Non requis	Requis
Remorque ou siège pour enfant	Autorisé	Autorisé

Source: OFROU – Prescriptions concernant l'admission et l'utilisation des cyclomoteurs et vélos-taxis électriques  
Liste des principaux signaux routiers pour vélos et vélos électriques sur [www.ate.ch/velo-electrique](http://www.ate.ch/velo-electrique)

<sup>1</sup> Les phares amovibles installés sur le vélo sont acceptés, mais pas ceux que l'on porte sur soi.

<sup>2</sup> L'éclairage diurne est obligatoire pour tous les cyclomoteurs.

Attention: d'un pays à l'autre, la réglementation applicable aux vélos électriques varie.

Voir les dispositions légales en page 23

**Fig. 31** Comparatif des catégories de vélos électriques, Source : Brochure ATE  
« La sécurité commence à l'achat. Guide pour l'achat d'un vélo électrique » [205].

	Désignation du signal	Vélo / vélo électrique ~25 km/h	Vélo électrique ~45 km/h	Remarques
	Piste cyclable (signal 2.60)	Utilisation obligatoire	Utilisation obligatoire	Circulation autorisée pour les piéton-ne-s et les utilisateurs-trices d'engins assimilés à des véhicules (EAV) en absence de trottoir ou de chemin piéton.
	Piste cyclable et chemin piéton, sans partage de l'aire de circulation (signal 2.63.1)	Utilisation obligatoire Respect des piéton-ne-s	Utilisation obligatoire Respect des piéton-ne-s	Chemin sans marquage de séparation. Les vélos et les vélos électriques doivent respecter les piéton-ne-s et s'arrêter lorsque c'est nécessaire.
	Chemin piéton (signal 2.61)	<b>Passage interdit</b>	<b>Passage interdit</b>	Les piéton-ne-s et les utilisateurs-trices d'engins assimilés à des véhicules (EAV) doivent utiliser le chemin.
	Chemin piéton avec plaque complémentaire « Vélos autorisés » (signal 2.61)	Passage autorisé Piéton-ne-s / EAV prioritaires	<b>Passage autorisé uniquement avec le moteur arrêté</b>  Piéton-ne-s / EAV prioritaires	S'applique également aux zones piétonnes avec la plaque complémentaire « Vélos autorisés ». Mais ici uniquement à l'allure du pas. Les piéton-ne-s peuvent utiliser l'aire totale.
	Zone piétonne (signal 2.59.3)	<b>Passage interdit</b>  Pousser le vélo / le vélo électrique	<b>Passage interdit</b>  Pousser le vélo électrique	La zone piétonne n'est autorisée qu'aux piéton-ne-s et utilisateurs-trices d'engins assimilés à des véhicules (EAV).
	Circulation interdite aux cycles et cyclomoteurs (signal 2.05)	<b>Passage interdit</b>	<b>Passage interdit</b>	Il est permis de pousser le vélo (électrique).
	Circulation interdite aux cyclomoteurs (signal 2.06)	Passage autorisé	<b>Passage autorisé uniquement avec le moteur arrêté</b>	Circulation d'autres véhicules (automobile, motorcycle, etc.) autorisée.
	Circulation interdite aux automobiles, motocycles et cyclomoteurs (signal 2.14)	Passage autorisé	<b>Passage autorisé uniquement avec le moteur arrêté</b>	
	Accès interdit avec panneau complémentaire (signal 2.02)	Passage autorisé	<b>Passage autorisé uniquement avec le moteur arrêté</b>	

Source: Ordonnance sur la signalisation routière (OSR) et Ordonnance sur les règles de la circulation routière (OCR) Liste des principaux signaux routiers pour vélos et vélos électriques sur [www.ate.ch/velo-electrique](http://www.ate.ch/velo-electrique)

**Fig. 32** Les principaux signaux routiers pour la pratique du vélo électrique, source : Brochure ATE « La sécurité commence à l'achat. Guide pour l'achat d'un vélo électrique » [205].

## 4.2 Dispositions légales dans les pays voisins, aux Pays-Bas et au Danemark

### 4.2.1 Vélos à assistance électrique lents (25 km/h)

En ce qui concerne les réglementations légales pour les vélos à assistance électrique lents, il existe de grandes différences d'un pays à l'autre.

Le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Italie et les Pays-Bas n'imposent pas **d'âge minimum** pour les vélos à assistance électrique lents. En Autriche, l'âge minimum est de 12 ans. Les jeunes peuvent utiliser des vélos à assistance électrique à partir de 10 ans s'ils disposent du permis de conduire correspondant (permis de conduire pour vélos).

Au Danemark, **le port du casque est obligatoire** pour les moins de 15 ans. En Allemagne, en France et en Autriche, le port du casque est obligatoire pour les moins de 12 ans. Dans les autres pays étudiés, le port du casque n'est pas obligatoire pour les vélos à assistance électrique lents.

Dans l'Union européenne, la **puissance du moteur** est autorisée jusqu'à 250 watts. Pour le moment, c'est la directive européenne 2002/24/CE qui s'applique à tous les États membres. Selon cette directive, un vélo à assistance électrique est exempté de l'obligation d'immatriculation et de permis de conduire s'il dispose d'un moteur dont la puissance continue ne dépasse pas 250 watts. Cette puissance doit être réduite progressivement au fur et à mesure que la vitesse augmente, jusqu'à atteindre 25 km/h. A cette vitesse, le moteur coupe complètement son assistance. En outre, le moteur du vélo à assistance électrique ne devrait pas pouvoir fonctionner de manière indépendante. Les législateurs nationaux pourraient fixer d'autres restrictions s'ils le jugent nécessaire.

### 4.2.2 Vélos à assistance électrique rapides (45 km/h)

Les réglementations légales pour les **vélos à assistance électrique rapides** sont moins différentes dans les pays étudiés, à l'exception du Danemark, où les vélos à assistance électrique rapides sont traités de la même manière que les vélos à assistance électrique lents.

Pour les vélos à assistance électrique rapides, tous les pays sauf le Danemark exigent un **permis de conduire**.

L'**âge minimum** pour l'utilisation d'un vélo à assistance électrique rapide est de 16 ans, à l'exception du Danemark où il est de 15 ans.

Dans tous les pays étudiés, **le port du casque est obligatoire** pour les vélos à assistance électrique rapides. En France, en Autriche et en Italie, le port d'un casque de moto est même obligatoire.

Au Danemark, les vélos à assistance électrique rapides peuvent utiliser les **pistes cyclables**, aux Pays-Bas uniquement s'ils coupent le moteur ou roulent à une vitesse adaptée. Dans les autres pays, ils ne peuvent pas utiliser les pistes cyclables.

Dans l'Union Européenne, la **puissance du moteur** est autorisée jusqu'à 4'000 watts avec une assistance au pédalage de 400% maximum (règlement UE n° 168/2013).

### 4.2.3 Réglementations dans d'autres pays

D'autres pays ont également été analysés. De recherches effectués quelques éléments est intéressant à reporter.

En **Belgique**, les vélos à assistance sont divisés en trois catégories. Les vélos de la première catégorie (250W à 25 km/h) peuvent être conduits sans casque et il n'y a pas de

limite d'âge minimum. Pour les vélos de la deuxième catégorie (1,000W à 25km/h), un âge minimum de 16 ans subsiste, ainsi que la possession d'un certificat de conformité<sup>36</sup>. Les vélos de la troisième catégorie (4,000W à 45km/h) sont classés comme cyclomoteur et réglementés en conséquence.

En **Norvège**, les vélos à assistance électrique ne peuvent être utilisés que sur les pistes cyclables. Toute personne circulant avec un vélo à assistance électrique sur une route régulière peut être amendée. Le vélo à assistance électrique ne peut fournir une assistance que jusqu'à 20km/h.

Au **Royaume-Uni**, un vélo à assistance électrique qui pèse moins de 30 kg ne nécessite pas d'un permis de conduire. Le conducteur ou la conductrice doit être âgé·e d'au moins 14 ans.

### 4.3 Débats politiques en Suisse

Ces dernières années, une multitude de débats autour de l'utilisation des VAE ont été menés. Au niveau institutionnel, deux motions ont été déposées au Parlement fédéral<sup>37</sup>. Concernant l'âge minimum requis, les parlementaires Martin Schmid et Philippe Nantermod ont déposé les motions suivantes :

- **Motion Schmid (2019)** : la motion demandait d'adapter la législation de manière à ce que les jeunes de plus de 12 ans puissent conduire des vélos à assistance électrique avec une assistance au pédalage jusqu'à 25km/h sans permis de conduire. Le Conseil fédéral a conseillé de rejeter la motion, car, entre autres, les statistiques actuelles des accidents de la route font état d'une augmentation des accidents de vélos à assistance électrique. Le Conseil National a refusé la motion le 17 décembre 2020 [206].
- **Motion Nantermod (2020)** : selon le texte déposé « le Conseil fédéral est prié de modifier la législation pour permettre la pratique du vélo à assistance électrique pour les usagers de moins de 14 ans lorsqu'ils sont accompagnés d'un adulte. Le Conseil fédéral pourra limiter cette utilisation à des lieux de faible fréquentation » [207]. Le Conseil Fédéral a invité le Parlement à approuver la motion, en raison de la possibilité d'établir des nécessités en termes d'accompagnement des jeunes de moins de 14 ans, ainsi que de l'importance du VAE pour le secteur du tourisme. La motion a été adoptée par le Conseil des Etats et par le Conseil Général au cours du 2020. La motion actuellement est traitée par le Conseil Fédéral.

L'âge minimum requis pour conduire un VAE pose plusieurs questions surtout d'après des tendances observées ces dernières années. Les VAE sont toujours plus utilisés par les jeunes, en substituant parfois le vélomoteur. Ce phénomène s'observe en particulier dans les zones rurales, où le VAE permet davantage d'autonomie. Pourtant, les parents qui permettent à leurs enfants âgés de moins de 14 ans d'utiliser leur propre vélo électrique sont actuellement punissables par la loi [208]. La motion de Nantermod résoudrait seulement en partie ce phénomène.

Du 28 juin au 18 octobre 2023, le Conseil fédéral a mis en consultation différentes révisions du droit de la circulation routière concernant la mobilité douce, dont deux points concernent les vélos à assistance électrique :

- La suppression de l'obligation d'utiliser les pistes cyclables pour les cyclomoteurs (les vélos à assistance électrique rapides et les vélos-cargos lourds peuvent ainsi, au choix, également circuler sur les autres surfaces de circulation) ;
- afin de permettre l'application de la motion Nantermod, l'autorisation de conduire sans permis des VAE25 pour les mineur·e·s à partir de 12 ans, à condition qu'ils soient surveillés par une personne âgée d'au moins 18 ans.

<sup>36</sup> Certificat qui atteste que le véhicule est conforme à la réglementation européenne et qui permet son immatriculation.

<sup>37</sup> Pour une vue d'ensemble, voir <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/69506.pdf>.

Concernant l'obligation de porter un casque, le Conseil fédéral avait proposé en 2019 que le port du casque soit également obligatoire pour les VAE25. Lors de la consultation sur la révision partielle de la loi fédérale sur la circulation routière, environ 70 % des participant·e·s ont rejeté cette proposition. De même, la proposition a été rejetée par le Conseil national et le conseil des Etats en mars 2023. L'argument principal qui motive ce refus est la responsabilité individuelle, ainsi que, dans le cas des enfants entre 12 et 16 ans, la supposition que « les personnes concernées sont conscientes du danger accru lié à la conduite d'un vélo électrique et des conséquences que les traumatismes craniocérébraux peuvent précisément avoir chez les enfants et les adolescents » [209, p. 16-17].

Les routes forestières ont également été sujet de débat au niveau cantonal à Zurich. Suite à la décision du tribunal de district d'Affoltern am Albis, tous les chemins sans interdiction explicite de circuler peuvent être empruntés par les vélos à assistance électrique. Même, si la décision concerne le Canton de Zurich et peut prévaloir dans d'autres procédures judiciaires dans le reste de la Suisse, car elle est basée sur le droit fédéral [210].

## 4.4 Débats politiques en Europe

En 2022, la Commission européenne a proposé de réorganiser la classification des vélos à assistance électriques lents (Pedelects), notamment en introduisant à l'avenir deux catégories de poids différentes pour les vélos cargos. L'une serait valable jusqu'à 300 kilogrammes maximum et l'autre jusqu'à 550 ou 600 kilogrammes de poids total. En outre, il existe des réflexions sur la gestion des vélos à assistance électriques rapides (S-Pedelects) et l'utilisation des pistes cyclables<sup>38</sup>, qui sont nettement plus répandues en Suisse et en Belgique, où elles peuvent emprunter les pistes cyclables.

En Allemagne, le lobby cycliste demande que les pistes cyclables et les chemins forestiers et ruraux soient également ouverts aux S-Pedelects.

---

<sup>38</sup> Etat de la question : automne 2023.

## 5 Synthèse de la littérature et des bases légales

Un des objectifs de ce mandat est d'identifier les compétences nécessaires pour la conduite en toute sécurité d'un VAE. Cette première partie du projet a, sur la base de la littérature existante, défini la sécurité à vélo, analysé les statistiques d'accident, identifié les différentes dimensions et contenus des compétences pour se déplacer en VAE et proposé une grille à affiner et développer dans les étapes suivantes.

### **Le système de sécurité cyclable**

Dans un premier temps, nous avons défini la sécurité à vélo. Celle-ci doit être pensée comme un système, où intervient non seulement la personne se déplaçant en vélo à assistance électrique (le sujet de ce mandat), mais également les autres usagers et usagères de la route et leurs véhicules ainsi que les infrastructures. Il est donc important de contextualiser le rôle de l'individu dans ce système, et les limites d'une approche centrée uniquement sur celui/celle-ci.

Ensuite, la sécurité doit être vue comme composée non seulement des accidents de la route, mais également d'une sécurité perçue, qui reflète à la fois l'ensemble des situations dangereuses non prises en compte dans les statistiques, mais aussi les peurs et craintes des cyclistes (des presque-accidents aux situations inconfortables).

De manière générale, on observe, notamment dans les pays du Nord de l'Europe, qu'un changement d'approche s'opère dans le domaine de la sécurité routière. Il s'agit du passage d'une vision de la sécurité visant à attribuer la responsabilité de la sécurité à l'individu, à une approche systémique, où les conditions de circulation et les infrastructures doivent offrir un niveau de sécurité suffisant pour permettre l'erreur individuelle, sans que cela n'occasionne de conséquences graves.

A l'aide des statistiques d'accident de VAE et de vélo, nous avons pu brosser l'état de la sécurité cyclable en Suisse. Il en ressort que les chutes ou accidents individuels peuvent avoir des conséquences plus graves pour les VAE, en raison d'un poids et d'une vitesse supérieure comparée au vélo conventionnel, ainsi que d'une plus grande fragilité due à un âge de leurs usagers et usagères plus élevé en moyenne. Concernant les collisions avec d'autres usagers et usagères, il apparaît ici que les VAE sont particulièrement vulnérables dans les situations où ils doivent partager la route avec un véhicule motorisé, et aux carrefours où les priorités ne sont pas réglées entre les usagers et usagères. Ces rapports de force tournent le plus souvent au désavantage des VAE, qui ne sont pas responsables dans une majorité des collisions les impliquant, particulièrement dans les giratoires.

Les considérations théoriques et les statistiques d'accidents soulignent l'importance de mettre en perspective la question de la formation et des compétences des cyclistes avec celles des autres usages de la route ainsi que de la nécessité d'offrir des infrastructures cyclables de qualité qui ne sont actuellement pas encore assez développées en Suisse. Une focalisation uniquement sur les compétences des cyclistes n'apparaît pas suffisante et pourrait même nuire au développement de la pratique du VAE considérant ses intérêts sociétaux et environnementaux.

### **Aptitude, capacité et qualifications**

Plusieurs types d'exigences concernant les individus peuvent être identifiés pour la conduite d'un VAE en sécurité, sur la base de la législation sur la circulation routière suisse (LCR).

Premièrement, une aptitude physique et mentale à la conduite d'un VAE, qui inclut notamment un âge minimal, et l'absence de maladies ou handicap physique ou mental affectant la conduite d'un VAE.

Deuxièmement, la pleine possession des capacités momentanées à la conduite d'un VAE, notamment l'absence de consommation abusive d'alcool, d'effets dus à la prise de médicaments ou de drogues, ou encore de distractions comme l'usage du téléphone mobile.

Troisièmement, l'acquisition de qualifications issues de l'expérience et d'un apprentissage théorique et pratique, par exemple attesté par un permis de conduire.

En combinant l'aptitude, la capacité, et les qualifications, l'on peut distinguer trois types de compétences nécessaires à l'usage des VAE : de type stratégique, de circulation dans le trafic, et de maniement du VAE.

La revue de la littérature fournit une première base des compétences spécifiques qu'il est envisageable d'intégrer dans le cadre d'une formation à l'usage du VAE. En nous référant à la matrice d'apprentissage de la conduite automobile « Goals for driver education », et à l'outil de formation développé par le BPA pour la formation facultative au VAE, un premier catalogue de compétences a été formulé. Celui-ci servira de base pour les grilles d'entretien avec les usagers et usagères. Dans sa première version, le catalogue de compétences pour le VAE proposé contient quatre niveaux, comprenant chacun plusieurs compétences. Tandis que les deux premiers niveaux pratiques concernent directement le VAE (niveau) et son utilisation dans le trafic (niveau 2), les deux derniers sont plus théoriques et portent sur l'organisation individuelle des trajets (niveau 3), et la prise de conscience des facteurs influençant le comportement de conduite (niveau 4).

Le premier niveau, « Maniement et entretien du véhicule », inclut les compétences suivantes : le contrôle de l'état de marche du VAE ; l'entretien mécanique ; la maîtrise du maniement du véhicule ; l'équipement du cycliste et du VAE ; la gestion des situations dangereuses et des limites du véhicule.

Le second niveau, « Maîtrise des situations de circulation », inclut les compétences suivantes : la connaissance et l'observance des règles de circulation ; l'interprétation du comportement des autres usagers et usagères ; l'évaluation des situations de circulation l'adaptation du style de conduite selon les conditions ; le maintien des marges de sécurité ; la gestion des situations dangereuses ; les égards envers les autres usagers et usagères.

Le troisième niveau, « Intentions du trajet », comprend les compétences suivantes : l'estimation de la sécurité d'un trajet ; la gestion des contraintes horaires ; l'identification de motifs de trajet habituels ; l'orientation et la planification d'un itinéraire ; la prise en compte de l'incapacité à conduire.

Le quatrième niveau, « Mode de vie et objectifs de vie » inclut les compétences suivantes : la compréhension de l'influence de la personnalité et du mode de vie sur la conduite (gestion de l'agressivité), et la compréhension de l'influence des normes de groupe sur le comportement de conduite (pression sociale).

## Bases légales

Dans le chapitre 4, nous avons examiné les réglementations concernant les vélos à assistance électrique dans plusieurs pays, dont la Suisse, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie, la France, le Danemark et les Pays-Bas.

En ce qui concerne les réglementations légales pour les **VAE25**, il existe de grandes différences d'un pays à l'autre. Le Danemark, l'Allemagne, la France, l'Italie et les Pays-Bas n'imposent pas d'âge minimum pour les VAE25. En Suisse, l'âge minimum est de 16 ans et en Autriche de 12 ans. Les jeunes peuvent utiliser des VAE25 à partir respectivement de 14 et 10 ans s'ils ou elles disposent du permis de conduire correspondant (Suisse : catégorie M (cyclomoteurs) ; Autriche : permis de conduire pour vélo). En Suisse, les cantons peuvent autoriser les plus jeunes à utiliser des vélos électriques sous certaines conditions (p. ex. long trajet scolaire à la campagne). Au Danemark, le port du casque est obligatoire pour les moins de 15 ans. En Allemagne, en France et en Autriche, le port du casque est obligatoire

pour les moins de 12 ans. Dans les autres pays étudiés, le port du casque n'est pas obligatoire pour les VAE25. En Suisse, la puissance du moteur est autorisée jusqu'à 500 watts, dans l'UE seulement jusqu'à 250 watts.

Les réglementations légales pour les **VAE45** sont moins différentes dans les pays étudiés, à l'exception de la Suisse (âge minimum) et du Danemark, où les vélos à assistance électrique rapides sont traités de la même manière que les vélos à assistance électrique lents. Pour les VAE45, tous les pays sauf le Danemark exigent un permis de conduire. L'âge minimum pour l'utilisation d'un vélo à assistance électrique rapide est de 16 ans, à l'exception du Danemark où il est de 15 ans et de la Suisse où il est de 14 ans. Dans tous les pays étudiés, le port du casque est obligatoire pour les VAE45. En France, en Autriche et en Italie, le port d'un casque de moto est même obligatoire. Au Danemark, les VAE45 peuvent utiliser les pistes cyclables, aux Pays-Bas uniquement s'ils éteignent leur moteur ou roulent à une vitesse adaptée. En Suisse, ils doivent utiliser les pistes cyclables et peuvent circuler dans les zones piétonnes autorisées aux vélos (« vélos autorisés »), mais uniquement avec le moteur éteint. Dans les autres pays, ils ne peuvent pas emprunter les pistes cyclables. Enfin, en Suisse, la puissance du moteur est autorisée jusqu'à 1'000 watts, dans l'UE jusqu'à 4'000 watts avec une assistance au pédalage de 400% maximum.

## 6 Les usagers et usagères

### 6.1 Recrutement des usagers et usagères interviewé-e-s

Les partenaires d'interview ont été recruté-e-s par le biais de magasins de vélos. Pour ce faire, le groupe de travail a élaboré des flyers qui indiquaient le projet de recherche et qui, au moyen d'un code QR, conduisaient à une petite enquête en ligne. Pour les inciter à participer, les personnes interrogées ont reçu un bon d'achat de 50 CHF dans un magasin de vélo de leur choix. Certains magasins de vélo ont également attiré l'attention de leurs clients sur l'étude. Le sondage avait pour but de recruter les personnes adéquates pour l'enquête. En conséquence, les personnes devaient indiquer le type de VAE qu'elles utilisaient, la durée de leur trajet, si elles utilisaient le VAE plutôt pour faire des trajets utilitaires ou pour les loisirs, où elles habitaient, quel âge elles avaient et quel était leur sexe.

### 6.2 Profils des usagers et usagers interviewé.e.s

Les participant-e-s aux entretiens ont été soigneusement choisi-e-s afin d'assurer une diversité des profils. Cela implique la prise en compte de personnes provenant de Suisse romande et de Suisse alémanique, de genres différents, d'usager-ère-s de VAE rapides ou lents, et surtout, du critère souvent déterminant de l'expérience, qu'il s'agisse d'une utilisation de longue date ou d'un récent achat de VAE.

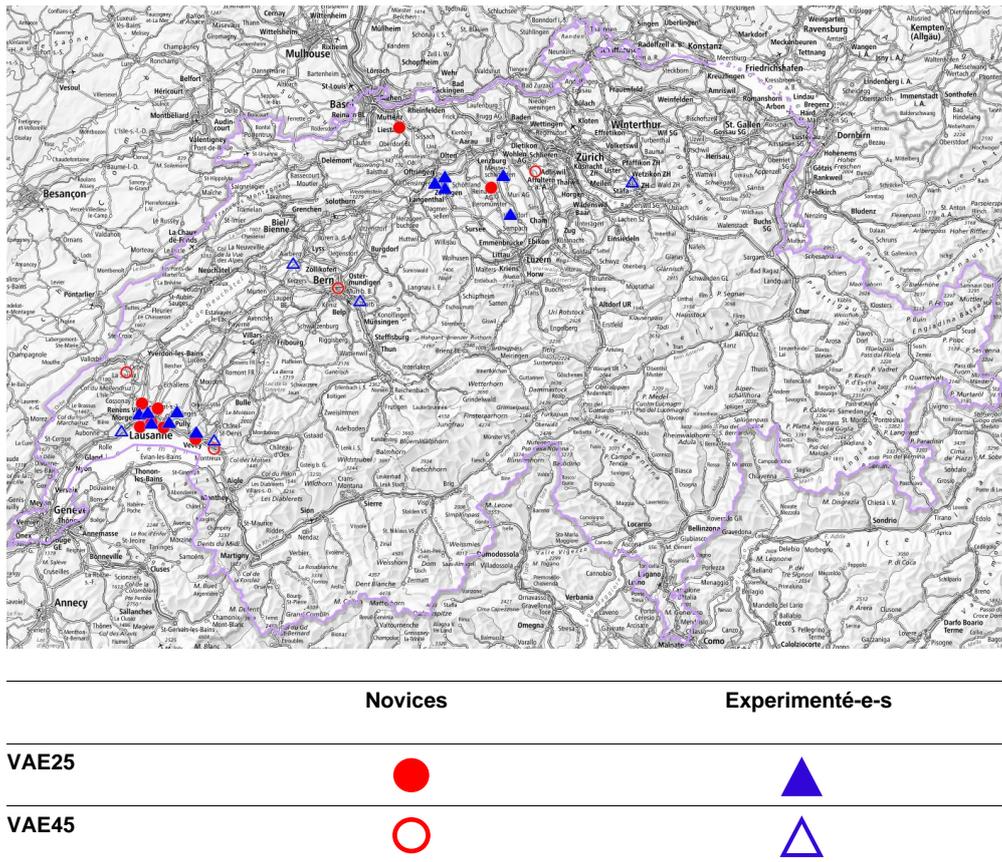


Fig. 33 Aperçu du domicile des personnes interrogées.

**Tab. 11** Caractéristiques des personnes interrogées

		Novices		Expérimenté-e-s	
		VAE 25 km/h	VAE 45 km/h	VAE 25 km/h	VAE 45 km/h
<b>Lieu de résidence</b>					
Suisse-romande	rural	1	1		
	urbain	6		6	2
Suisse alémanique	rural	1	2	5	1
	urbain	1			2
<b>Catégorie d'âge</b>					
20-30 ans		1			
31-70 ans		8	3	7	5
>70 ans				4	
<b>Sexe</b>					
Femme		7	1	6	3
Homme		2	3	4	2
Divers					
<b>Trajectoires*</b>					
Restauration		7	3	4	1
Résiliente		3		4	6
<b>Permis de conduire</b>					
Oui		8	4	10	5
Non				1	
<b>Motif**</b>					
Utilitaire		7	5	6	5
Loisirs		1	3	7	1
<b>Cours suivis</b>					
Pour VAE***		1		5	
Pour vélos mécaniques				1	2
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>5</b>

\* Les trajectoires « restauratrices » impliquent les personnes qui ont fait une pause prolongée dans leur usage du vélo et qui ont pu reprendre l'utilisation du vélo à des fins utilitaires. Les trajectoires « résilientes » comprennent les individus qui utilisaient déjà régulièrement le vélo et dont l'achat du VAE a permis de maintenir leur pratique du vélo.

\*\*De nombreuses personnes utilisent le VAE à la fois pour les loisirs et pour des trajets utilitaires, c'est pourquoi le total est ici supérieur à 28.

\*\*\* Inclut des randonnées guidées avec ProSenectute

Au total, nous avons réalisé 40 entretiens avec 28 personnes différentes. 12 d'entre elles étaient des personnes qui utilisaient un VAE pour la première fois ou depuis deux mois au maximum, 16 en utilisaient un depuis plus longtemps. Sur l'ensemble des personnes, 20 utilisent VAE25 et 8 un VAE45 (voir Tab. 11).

## 6.2.1 Motivations à l'adoption du VAE

L'adoption des VAE est motivée par une pluralité d'éléments, comprenant des motivations personnelles, des incitations financières, des influences sociales, ainsi que les circonstances de vie.

Parmi les motivations personnelles et les valeurs morales, nous retrouvons la conscience écologique qui a motivé une minorité d'individus à adopter le VAE. Certain.e-s participant.e-s ont également été motivé.e-s par le désir d'améliorer leur état de santé et leur performance sportive. Le VAE est alors perçu comme un moyen de combiner les déplacements pendulaires avec l'exercice physique.

*Lina : « Mais maintenant on a vraiment ce transfert, et non seulement au niveau du trajet, mais aussi au niveau du bien-être, finalement on a des rythmes de vie qui ne nous permettent pas vraiment d'aller faire du sport, entre les enfants et le boulot, etc (...) » (F, 46, EXP, VAE45, Tour-de-Peilz, trajectoire résiliente).*

*Ophélie : « Maintenant, moi je souhaite aussi faire du sport... je fais pas mal de sport, et donc je voulais essayer, je voulais aller au bureau en vélo. Même si effectivement, le trajet en train il est pratique, et il est plutôt vertueux par rapport à l'environnement... c'est plus pour des motivations pour faire du sport. » (F, 54, Lutry, VAE25, Trajectoire restauratrice).*

L'efficacité du VAE est également plusieurs fois évoquée et mise en relation avec d'autres modes de transport, plus particulièrement les transports publics, ne répondant pas pleinement aux besoins des enquêté.e-s.

*Corinne : « Il y a eu le COVID, donc j'ai eu 2 ans pour réfléchir à ça. Et, post-COVID, je me suis dit soit je prends le choix de prendre une voiture qui pollue, soit je vais être plus respectueuse de la planète. Alors, j'ai commencé à prendre un abonnement Montreux-Lausanne en 2e classe. Ça a duré une semaine avant que je me prenne la tête. Alors, ensuite, j'ai pris un abonnement en 1e, mais il restait le métro et, honnêtement, je n'aime pas trop la foule de base. Après, je me suis dit, bon le train me convient un peu, mais le métro pas du tout, et je n'avais pas le temps le matin de monter à pied. Donc, j'ai réfléchi à cette possibilité du vélo électrique. » (F, 46, Montreux, VAE45, trajectoire restauratrice).*

Le VAE répond dès lors à un besoin de fiabilité. Les problèmes liés aux transports publics, comme les pannes et les perturbations ont poussé certaines personnes à chercher des alternatives plus fiables pour leurs déplacements pendulaires.

De plus, plusieurs participant.e-s ont déclaré avoir bénéficié de subventions de la part de la ville de domicile ou de leur employeur. Ces incitations ont facilité et accéléré le processus d'achat. Comme tel est le cas d'Anne qui évoque le rôle de la subvention octroyée par le CHUV, dans le cadre de leur plan de mobilité :

*Anne : « Ça a participé pour ma part, parce que c'est quand même un prix conséquent, et après, on ne lâche pas complètement la voiture, mais c'est sûr que ça vaut la peine. Mais là, j'ai réussi à faire le pas en comptant sur l'organisation. Après, je l'utilise beaucoup moins ma voiture. Dans mes motivations, il y a la subvention, mais après bien sûr une motivation écologique. » (F, 36, VAE25, Forel, trajectoire restauratrice).*

*Matthieu : « Donc déjà, je me suis dit ben je veux prendre un vélo normal. Et quand j'ai vu que, en fait, c'était vraiment pénible pour moi de prendre le vélo normal [en raison des pentes], j'ai fini par me dire je peux faire cet investissement parce que financièrement, j'ai les moyens dorénavant de le faire puisqu'il y a quand même un gros argument financier aussi. Et du coup, ouais, c'est un peu un truc par étape et je crois, je pense que le fait qu'il y ait la sécurité de me dire que c'est bon, je peux en avoir un sans trop risquer de me le faire voler. Le fait d'avoir l'argent pour pouvoir l'acheter et qu'il y avait aussi les subventions d'Equiwatt à Lausanne, quand même à hauteur de 300-400 francs qui donnent un petit coup de main aussi. » (M, 31, VAE25, Malley, trajectoire résiliente).*

Les conversations avec des ami-e-s, des collègues et des membres de la famille ayant déjà adopté le VAE jouent également un rôle important sur la décision d'achat d'un VAE. Ces éléments sont développés plus en détails dans le processus d'apprentissage (section 6.2.2).

Finalement, les déclarations des enquêté-e-s sont en accord avec la littérature sur les biographies de mobilité [26], [27], [211] qui rend compte de la manière dont la mobilité est ancrée dans plusieurs domaines de la vie et qui identifie des « événements clés » dans le parcours de vie qui déclenchent une réévaluation des comportements de mobilité habituels. En effet, nos entretiens démontrent également que de nombreux individus ont réévalué leurs choix de mobilité en réponse à des événements clés de leur vie, tels que des déménagements, des transitions professionnelles, des besoins de transport pour les enfants ou la naissance d'enfants, ou des préoccupations environnementales survenues lors de la crise COVID.

*Jérôme : « (...) Puisque j'étais juste à côté de l'EPFL, il n'y avait pas de montée, rien du tout. Ensuite, on a déménagé, c'était dans les hauts Lausanne (...). Et là, j'ai utilisé pendant deux ou trois ans les transports publics. Parce que j'ai fait une fois du vélo et puis ça m'a rincé. Donc je me suis dit que je n'allais pas faire ça tous les jours. Et puis, au fur et à mesure de l'utilisation, les transports publics, il y a eu le COVID, il y a eu plein de petites choses. Des fois, il y avait des pannes, donc ça m'exaspérait un petit peu avec les enfants, si j'avais besoin de quelque chose qui était un peu plus stable en termes d'être sûr d'être à l'heure pour les récupérer, etc. Et donc est venue l'idée du vélo électrique. » (M, 35, VAE25, Lausanne, trajectoire restauratrice).*

*Anne : « Je venais avant en voiture au travail, parce que j'avais des horaires en 12h, de 7h à 20h, et des horaires de jour ou de nuit irréguliers, et les horaires de bus n'étaient pas toujours optimaux. (...) Et puis, tout s'est accéléré parce que j'ai aussi changé de travail à l'hôpital. Donc, là maintenant j'ai des horaires en semaine seulement, de 8h à 17h. J'ai une fois fait le test, une journée d'observation avec la voiture, et ça n'allait pas du tout avec les bouchons, c'est l'horreur. » (F, 36, VAE25, Forel, trajectoire restauratrice).*

*Julien : « (...) j'ai commencé à rentrer en vélo jusqu'à Ouchy et ensuite M2 en vélo pliable. Excellente solution pendant longtemps jusqu'à ce que les enfants arrivent. Et là, pour transporter les enfants, on a acheté une carriole que l'on a fixée sur le vélo pliable. Mais, pour aller à la piscine, remonter avec le vélo pliable et une carriole, ce n'est pas possible. Physiquement, il faut être Superman. Là, on a laissé tomber et on s'est dit qu'il fallait acheter un vélo électrique. » (M, 46 ans, VAE25, EXP, Lausanne, trajectoire résiliente).*

*Louise : « Et pour l'histoire du vélo électrique, j'avais mon cabinet à St-Sulpice, donc relativement proche de mon lieu de domicile, alors je me déplaçais à pied, ou à vélo normal. Quand j'allais faire des domiciles, je les faisais en voiture. C'était dans un rayon d'action entre Crissier - Bussigny – Ecublens - Chavannes. Puis, il y a eu le COVID et j'ai dû fermer mon cabinet quelque temps. J'ai aussi eu un problème de santé, donc je me suis rendu compte que ce que j'ai travaillé cette année-là servait quasiment à payer mon cabinet, donc je trouvais que ça ne faisait plus de sens, donc je me suis dit que comme j'allais bientôt arrêter de travailler, ça me permettait de faire une transition. Je me suis dit que là, je n'allais faire que du domicile, je vais remettre mon cabinet et c'est à ce moment que j'ai décidé d'acheter un vélo électrique pour me déplacer chez les patients à vélo électrique. » (F, 65, St-Sulpice, VAE25, trajectoire restauratrice).*

## 6.2.2 Processus d'apprentissage

Les informations fournies révèlent que l'achat d'un VAE est un processus influencé par plusieurs facteurs clés. L'une des influences majeures est l'expérience personnelle. Plusieurs enquêté-e-s ont été incité-e-s à considérer le VAE après avoir eu l'opportunité de l'essayer ou de l'emprunter. Les essais en conditions réelles ont permis aux personnes de mieux comprendre les avantages et les performances de ces vélos, ce qui a renforcé leur intérêt.

*Jessica : « Puis, c'est en discutant avec des personnes ayant un vélo électrique qui m'ont dit que ça valait la peine d'investir pour aller plus loin (...) Sinon, je voyais ça de loin et je ne savais pas comment ça fonctionnait. Je n'ai jamais fait de vélomoteur donc ça m'inquiétait un peu. Puis, la personne m'a prêté son vélo pendant 3 jours, et c'était génial. Je pense que c'est une bonne manière pour les hésitants. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

Les conseils et les expériences partagés par des ami·e·s et/ou des connaissances jouent également un rôle essentiel. De nombreux·se·s enquêté·e·s ont été encouragés à envisager l'achat d'un VAE après avoir discuté avec des ami·e·s ou des collègues qui en possédaient déjà.

*Louise : « Mais oui, il y a une personne qui est une cousine, qui a 10 ans de plus que moi, qui m'a dit quand on en discutait parce que je lui disais que je voulais bien m'acheter un vélo électrique, et elle m'a dit de ne pas faire la même bêtise qu'elle c'est-à-dire de l'avoir acheté 10 ans trop tard. Et encore une autre copine qui avait commencé à aller au travail avec son vélo, et qui me disait que quand j'irais acheter mon vélo, le plus important était que quand tu le prends le matin, il faut que tu sois contente de le prendre et de t'asseoir dessus. Et quand je suis allée chez le marchand de vélo pour essayer des vélos, ça a vraiment été mon idée à suivre (...). » (F, 65, St-Sulpice, VAE25, trajectoire restauratrice).*

*Anne : « J'avais une collègue qui venait depuis Savigny à vélo électrique. Puis, elle m'en a parlé, ça m'a donné envie et c'était déjà quelque chose qui me trottait dans la tête. » (F, 36 ans, VAE25, Forel, trajectoire restauratrice).*

Un enquêté parle même de contagion lorsqu'il évoque avoir été initié par un collègue et incite aujourd'hui à son tour d'autres à franchir le pas :

*Jean-Marc : « (...) c'est lui qui m'a un petit peu mis le pied à l'étrier, et puis c'est comme ça que c'est venu. Au départ, j'étais pas du tout vélo. La reconversion de base elle vient de lui. Et l'influence se fait aussi dans l'autre sens (...) j'ai des amis qui ont pris un camping-car, qui viennent d'acheter aussi un vélo électrique. C'est vite contagieux, quoi. » (M, 52 ans, Orbe, VAE45, trajectoire restauratrice).*

Un autre enquêté évoque la même idée et souligne l'importance d'avoir pu essayer le VAE d'une amie avant de s'en procurer :

*Matthieu : « (...) c'est vrai que ça m'a pas mal conforté dans l'idée en fait, le fait de pouvoir le tester avant. Parce que c'est quand même un gros achat et du coup c'est vrai qu'on n'a jamais eu ça avant, on ne sait même pas quel ressenti on va avoir etc. Je pense que pareillement dans l'autre sens, ma copine pendant longtemps elle était contre l'idée d'avoir un vélo électrique, (...) avec l'idée qu'elle voulait pouvoir le réparer manuellement de A à Z, mais elle a fini par s'en acheter un aussi. » (M, 31 ans, VAE25, Malley, trajectoire résiliente).*

De plus, la possibilité d'essayer plusieurs modèles de VAE en magasin a été un facteur déterminant pour certaines personnes. Les essais en magasin ont permis aux acheteur·euse·s potentiel·le·s de comparer différents modèles, de ressentir la sensation de conduite, et de prendre des décisions éclairées en fonction de leurs besoins spécifiques. De même, c'est souvent à ce moment-là que les individus se familiarisent avec le démarrage et le freinage du véhicule.

*Louise : « C'était intéressant parce que j'ai essayé 7 vélos, en faisant à chaque fois le même trajet, et à chaque fois je disais que "ah celui-là est vraiment bien", "celui-là je me sens super bien aussi" donc on a fait un mix de tout ça, entre celui qui me convenait le mieux dans la position assise mais j'aimais quand même mieux le guidon de l'autre, et il m'a dit "on change le guidon alors". Et c'est comme ça que ça s'est passé. » (F, 65, St-Sulpice, VAE25, trajectoire restauratrice).*

De même, c'est souvent à ce moment-là que les individus se familiarisent avec le démarrage et le freinage du véhicule.

*Jessica : « (...) je l'ai prêté à une amie mais que 3 secondes parce qu'elle est montée dessus et, effectivement, il a démarré et elle s'est cassée la gueule droit derrière. Alors j'ai remarqué qu'effectivement même les essais à Tandem m'avaient été hyper utiles pour anticiper ça. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

La plupart des personnes interrogées ayant acheté leur vélo chez le marchand de vélo Tandem ont suivi un processus d'apprentissage progressif et complémentaire. Ce processus débute par des discussions initiales entre pairs, tels que des ami-e-s, des collègues ou des membres de la famille, puis se poursuit et se concrétise au sein des magasins de vélo.

*Lina : « Un jour j'ai emprunté un 45km/h à un copain pour aller à Bulle et j'ai tellement aimé que le lendemain je l'ai repris. Alors, je me suis dit qu'effectivement on avait attendu vachement longtemps, alors qu'on aurait pu faire ce changement bien avant sur cette logique de transfert voiture-vélo. (...) Nous avons après tous les deux essayé plusieurs VAE pendant un mois chez Tandem. » (F, 46 ans, Tour-de-Peilz, VAE45, trajectoire résiliente).*

## 6.3 Compétences individuelles

### 6.3.1 Niveau 1 : Maniement et entretien du véhicule

**Contrôle régulier du véhicule : position de conduite, accessoires bien fixés, recharge batterie**

Une majorité d'enquêté-e-s indique vérifier l'état de la batterie et des pneumatiques avant de prendre la route. Le troisième élément le plus évoqué faisant l'objet de contrôle sont les freins. Seule une minorité évoque le contrôle des phares, la chaîne et les accessoires fixés.

Tous les usager-ère-s déclarent soumettre régulièrement leur VAE à des services assurés par le marchand de vélo. Il y a une distinction claire par rapport au vélo conventionnel. Dans ce contexte, les VAE sont comparés à la voiture, que les gens conduisent également au garage pour l'entretien.

*Patrick : « Das E-bike ist für mich da wie das Auto, das bringe ich für den Service auch zum Mech. » (M, 34, VAE45, Region Liestal, trajectoire résiliente).*

*Simone: «Uuu da mache ich nichts selber, wie beim Auto auch nicht. Wenn ich das Gefühl habe etwas ist nicht gut, fahre ich kurz beim Velogeschäft vorbei und die schauen dann.» (F, 41, VAE25, Region Beromünster, trajectoire résiliente).*

Concernant plus particulièrement la gestion de la batterie, la majorité des enquêté-e-s déclarent n'avoir rencontré aucun problème. Néanmoins, une minorité indique s'être déjà retrouvé à court de batterie, ce qui nécessite certaines adaptations tels que l'achat d'un câble supplémentaire pour la recharge sur le lieu de travail ou d'une deuxième batterie. Le lieu de travail devient ainsi la station de recharge principale.

*Matthieu : « Au début, juste ça m'a pris un peu de temps pour un peu trouver comment mettre en place. (...) au début j'avais toute une organisation (...) Donc je passais mon temps à porter la batterie d'un point à un autre et maintenant, je pense que j'ai un peu simplifié ça ou dès que je vois que j'ai qu'une ou deux barres, j'anticipe et je laisse toujours la batterie au même endroit et je sais que je vais recharger et que c'est bon quoi. » (M, 31 ans, VAE25, Lausanne, trajectoire résiliente).*

### Entretien mécanique régulier du VAE (contrôle de l'usure des freins, pneus, chaîne)

Aucun·e enquêté·e n'indique assurer seul l'entretien mécanique de son VAE. Une moitié déclare toutefois assurer les entretiens basiques du VAE, (gonfler les pneus, huiler la chaîne, ev. changer une roue, vérifier les plaquettes de freins) et déléguer le reste au marchand de vélo.

Parmi les nouveaux usagers et usagères, la quasi-totalité déclarent ne pas entretenir eux-mêmes mécaniquement leur VAE. La situation évolue peu dans le temps. Lors du deuxième entretien, seuls deux enquêtés déclarent entretenir davantage leur VAE, en se limitant toutefois aux entretiens basiques (huiler la chaîne, nettoyage, etc.).

### Connaissance des propriétés du VAE (poids, vitesse, assistance) maintien de l'équilibre, pédalage, changement de vitesse & gestion niveau assistance

La majorité des personnes interrogées ne rencontrent pas de difficultés particulières dans le maniement du VAE, le changement de vitesse et l'équilibre et affirment au contraire que le poids du VAE assure une plus grande stabilité dans la conduite d'un vélo. Néanmoins, certain·e·s enquêté·e·s évoquent des difficultés relatives au poids, comme la difficulté à déplacer le véhicule sans assistance, et la réactivité plus lente du VAE par rapport au vélo conventionnel, plus particulièrement sur les itinéraires plats et dans les virages. C'est avant tout dans les virages que les conducteur·ice·s de VAE45 remarquent un comportement différent de celui des vélos classiques.

*Rudolf* : « ... auch in der Kurve, wenn du anfängst zu rutschen, dann bist du weg. (...) wenn du beim E-Bike anfängst zu rutschen, dann kannst du nichts mehr tun. Einfach auch rein vom Gewicht her. » (M, 41, VAE45, Region Beromünster, trajectoire résiliente).

Ces difficultés concernent plus particulièrement les usagers et usagères du VAE45. Les usagers et usagères plus âgées (80+) déclarent rencontrer également plus de difficultés en ce qui concerne l'équilibre lors des phases d'arrêt et de démarrage. Par conséquent, certain·e·s ont acheté une tige de selle abaissable pour poser les deux pieds au sol à l'arrêt.

*Heiri* : « Ein Freund von mir hat eine automatische Sattelabsenkung. Das ist schon sehr praktisch, dann kann man immer mit beiden Beinen absteigen. Auf- und absteigen ist einfach heikel. Ich muss mir immer gut überlegen, wann und wo ich anhalte. Ich musste auch schon einen Gump nehmen, damit ich beim Anhalten nicht umfiel. » (M, 74, VAE25, Region Zofingen, trajectoire résiliente).

De manière générale, les nouveaux et nouvelles cyclistes déclarent se sentir plus à l'aise dans le maniement et la façon dont se comporte le véhicule lors du deuxième entretien. Néanmoins, une personne déclare avoir perdu l'équilibre après s'être coincé le pantalon dans la selle – une situation qu'elle estime pouvoir mieux maîtriser à vélo conventionnel en raison de son poids plus léger. Le poids du VAE dissuade également une autre enquêtée à utiliser son VAE pour des balades après l'avoir testé une première fois. Pour cet usage, elle explique favoriser son vélo conventionnel :

*Marie-Laure*: « C'était surtout mon trajet domicile-travail. Puis, après j'ai testé pour voir l'autonomie de la batterie, j'ai testé le Lavaux. Mais, je pense que pour les balades, c'est quand même mieux un vélo pas électrique. » (F, 34, VAE25, Lausanne, trajectoire restauratrice).

Q: « Pour les balades ? »

*Marie-Laure* : « Ouais, pour les longues balades. »

Q: « Pas électrique ? Pourquoi ? »

*Marie-Laure* : « Ouais, je pense que...c'est quand même lourd un vélo à assistance électrique. On sent quand même que l'assistance s'arrête après 25km/h. »

Concernant le transport de charges, la quasi-totalité des personnes concernées, indiquent ne rencontrer aucun problème avec le transport de sacoches ; la différence dans le maniement se ressent davantage pour les charges (paniers) à l'avant du VAE.

Les différences de maniement et d'équilibre sont plus prononcées chez les personnes transportant des enfants, bien qu'une personne évoque une plus grande stabilité du véhicule avec le poids supplémentaire d'une charrette.

### **Choix des vêtements adaptés aux conditions, port correct des équipements de sécurité (casque, gilet, etc.), lumières, équipement du vélo pour l'hiver (pneus, garde-boue)**

Environ la moitié des personnes enquêtées déclarent faire attention à être visibles, en se dotant d'équipements réfléchissants. La visibilité est un sujet important pour les personnes qui roulent en campagne. Néanmoins, chez les usagers et usagères interrogé·e·s en Suisse romande, les équipements réfléchissants semblent apparaître dans un deuxième temps (certain·e·s évoquent toutefois privilégier des bandes réfléchissantes ou autres accessoires que les gilets pour des raisons de style vestimentaire et « pour ne pas faire trop manifestant »). Une cycliste novice affirme lors du deuxième entretien ne pas s'être équipée davantage depuis le premier entretien, car elle apprécie garder une certaine simplicité dans son équipement et sa pratique du vélo. Une autre enquêtée évoque l'achat d'une nouvelle selle plus confortable lui permettant de « s'habiller plus normalement », sans peau de chamois (c.-à-d, un renfort matelassé placé à l'intérieur d'un cuissard de vélo).

Tou·te·s ont indiqué porter un casque.

*Hedi : « Den Helm muss man auch für ins Dorf anziehen und nicht nur für die langen Strecken. Man kann ja auch vor der Haustür hinfallen. » (F, 79, VAE25, Region Zofingen, trajectoire résiliente).*

Pour les cyclistes déclarant rouler en hiver, ils-elles sont une faible majorité à s'équiper avec des accessoires réfléchissants et des vêtements d'hiver, et à porter un casque avec des lumières et/ou clignotants intégrés. Parmi les participant·e·s au second entretien, trois affirment s'être équipé·e·s d'un imperméable. De plus, disposer d'un top-case (c'est-à-dire une petite mallette généralement fixée à l'arrière d'une moto ou d'un VAE) sur son VAE semble également permettre aux usagers et usagères d'anticiper les aléas météorologiques en rangeant l'équipement nécessaire en toutes circonstances. Deux enquêté·e·s indiquent en posséder un.

Le choix vestimentaire paraît plus difficile pour les cyclistes roulant à Lausanne en raison de la topographie de la ville. Ainsi, choisir un équipement vestimentaire qui permette d'éviter d'avoir trop chaud en montée et trop froid en descente devient plus compliqué.

De manière générale, les usagers et usagères déclarent trouver l'information sur l'équipement cycliste approprié facilement accessible. La plupart affirme aller chercher les informations et conseils auprès des marchands de vélo ou en observant les autres cyclistes dans la rue.

### **Connaissance des caractéristiques physiques et limites du VAE : technique de freinage, risques de glissade**

Le freinage et l'accélération ne sont pas perçus comme un problème par la plupart des personnes interrogées une fois qu'elles s'y sont habituées. Lors des premiers trajets, les freins à disque demandent un temps d'adaptation pour certaines personnes interrogées roulant à VAE25. Les cyclistes à Lausanne évoquent une distance de freinage plus longue en raison de la topographie, ce qui nécessite également un temps d'adaptation. L'accélération est davantage perçue comme surprenante chez les usagers et usagères du VAE 45 lors des premières utilisations.

Néanmoins, les participant-e-s à la deuxième série d'entretiens déclarent s'y habituer rapidement. Dans l'ensemble, ces dernier-ère-s considèrent l'accélération comme un avantage, car celle-ci leur permet de se déplacer plus rapidement, notamment dans les carrefours. Ainsi, les usager-ère-s sont en mesure de démarrer aussi vite que les voitures. Il est important de noter que la différence de capacité d'accélération du VAE25 par rapport aux voitures reste moindre.

Selon les déclarations des personnes interrogées roulant à VAE45, ces véhicules sont particulièrement délicats à utiliser lorsque les routes sont mouillées et glissantes. Par ailleurs, le moteur continue de « pousser » lorsque l'usager-ère ne pédale déjà plus. Cela représente une différence significative par rapport au vélo conventionnel. Si l'on ajoute à cela le poids plus important, la conduite d'un VAE45 sur des surfaces glissantes (neige, pluie) devient délicate. Bien que cette problématique soit moins explicitement évoquée parmi les usagers et usagères du VAE45 en Suisse romande, 2 des 4 usagers et usagères à VAE45 déclarent avoir déjà fait l'expérience de glissades sur du verglas, chemin en graviers et sur de la terre froide mouillée présente sur des chemins de campagne. Un usager évoque toutefois ne pas avoir de problème avec son VAE45 car celui-ci est doté d'un mode pluie avec ABS.

*Andi : « Im Sommer fahre ich den Originalpneu und für den Winter habe ich solche gekauft, die ein bisschen mehr Profil haben. » (M, 36, Region Aarberg, VAE45, trajectoire résiliente).*

Parmi les usagers et usagères d'un VAE25, seul un enquêté évoque avoir glissé sur du verglas et 5 autres affirment avoir dérapé lors de freinages d'urgence.

Dans la majorité des cas, les enquêté-e-s s'informent sur les propriétés et caractéristiques physiques au préalable et/ou lors de l'achat. Ainsi, bien que l'autonomie et la puissance de la batterie soient des facteurs déterminants dans le processus de choix du modèle du VAE, d'autres facteurs entrent en ligne de compte, tels que la robustesse, le poids, la stabilité, le confort et la puissance du VAE.

## 6.3.2 Niveau 2 : Maîtrise des situations de circulation

### Connaissance et respect des règles de circulation (priorités, feux, signalisation)

Certaines règles de la circulation spécifiques aux VAE demeurent non-maîtrisées (panneaux de signalisation, règles de dépassements, passages interdits aux vélomoteurs, phares), ce qui rend une infrastructure cyclable claire d'autant plus importante. Ainsi, comme évoqué dans la section 1.1., une infrastructure adéquate permet de tolérer certains écarts susceptibles de survenir chez les cyclistes, qu'ils-elles soient novices ou expérimenté-e-s. L'offre en voies dédiées aux vélos aurait l'avantage de permettre aux usagers et usagères d'apprendre progressivement les règles spécifiques tout en minimisant les risques potentiels.

De manière générale, les cyclistes apprécient particulièrement une infrastructure dédiée aux cycles. Par ailleurs, la quasi-totalité des enquêté-e-s disposent d'un permis de conduire une voiture et une majorité possèdent au moins une voiture dans le ménage. Néanmoins, une bonne connaissance des règles de circulation constitue la compétence la plus citée par les usagers et usagères interrogé-e-s pour rouler sereinement à vélo à assistance électrique.

Les discontinuités dans l'aménagement cyclable rendent la lecture de la route plus difficile :

*Matthieu « Ce qui est très désagréable à Lausanne, c'est que des fois c'est très balisé, tu sais exactement où t'es censé être placé. Et puis d'un coup, le balisage disparaît complètement et donc on ne sait pas où on est censé rouler, on ne sait pas si on a le droit dans ce cas-là, d'aller sur le trottoir ? Est-ce qu'on reste sur les voitures, sachant que c'est une route (...) où les voitures roulent à 60km/h (...). » (M, 31 ans, VAE25, Lausanne, trajectoire résiliente).*

Certains panneaux d'interdiction de circulation pour les cyclomoteurs sont perçus comme inadéquats par les usagers et usagères du VAE45 :

*Lina : « Par contre, je trouve que quand c'est écrit interdit aux véhicules motorisés, je trouve dommage qu'un vélo à assistance électrique 45km/h ne puisse pas y aller (...), c'est effectivement un threshold. Effectivement, je comprends l'interdiction d'un véhicule motorisé pour le bruit, mais un vélo à assistance électrique n'est pas une moto ou un scooter, autant pour le bruit que pour la vitesse. Est-ce qu'on interdit pour la vitesse, avec un vélo de course ? On peut rapidement être à 45km/h aussi. » (F, 46 ans, Tour-de-Peilz, VAE45, trajectoire résiliente).*

Cela semble particulièrement impacter les cyclistes qui dépendent de l'aménagements cyclable pour circuler comme tel est le cas d'une enquêtée déclarant avoir des connaissances plus limitées des règles de circulations :

*Tatiana : « Je vois des pistes cyclables, j'y vais. Je vois des feux et des panneaux et j'y vais. » (F, 32 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

Dans cette citation, l'enquêtée cherche à mettre en évidence que la bonne lisibilité de l'infrastructure cyclable qu'elle fréquente tolère ses potentielles lacunes en matière de règles de la circulation spécifiques aux VAE ou au vélo mécanique et lui confère une navigation plus sécurisée.

Ces lacunes concernent également les automobilistes, qui reprennent à tort les cyclistes dans leur bon droit et qui ne respectent pas le droit de priorité des cyclistes.

*Matthieu : « (...) toujours à côté de l'EPFL, pas au giratoire, vraiment un peu plus bas (...) il y a un gros passage piéton et en fait, là, il y a un marquage au sol à la fois pour les piétons et pour les vélos. (...) Et là, ça m'est arrivé d'être à vélo, d'arriver là et d'un coup, il y a une voiture qui passe, qui s'arrête en plein milieu du passage piéton. C'était une vieille dame qui s'est arrêtée pour me dire que j'aurais dû descendre du vélo pour traverser le passage piéton, donc descendre à pied à côté du vélo. Et donc elle s'est arrêtée pour me faire ce commentaire, pour me faire ce reproche et ensuite elle est partie. Et donc d'une part, elle avait tort parce qu'en plus, il y avait un marquage au sol clairement qui indiquait qu'on pouvait passer à un vélo et qui était séparé des piétons. Et, en plus, elle ne s'est pas arrêtée pour me laisser passer. » (M, 31 ans, Malley, VAE25, trajectoire résiliente).*

*Jessica : « J'ai moins peur d'aller dans un rond-point, et d'être au milieu, ce qui est la règle pour un vélo même si on se fait klaxonner dans tous les sens. Parce que certains n'ont pas compris ça. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

Une large majorité des cyclistes déclarent enfreindre les règles de la circulation (feux de circulation, trottoir, rouler avec des VAE45 dans des zones qui leur sont interdites), le plus fréquemment pour des raisons de sécurité.

*Julien : « Il y a beaucoup de situations où les feux ont été faits par des automobilistes pour des automobilistes et ne s'appliquent pas à nous, donc je respecte très peu les feux. Je respecte la sécurité avant tout, et je respecte les piétons, j'ai un principe cardinal, je dois absolument mettre en sécurité le piéton et, ensuite le feu, c'est anecdotique. Et si je constate qu'il n'y a pas de danger ni pour moi ni pour les autres alors j'y vais. » (M, 46 ans, VAE25, EXP, Lausanne, trajectoire résiliente).*

*Lina : « La deuxième chose à faire attention c'est dans les giratoires, parce que les automobilistes ne voient pas forcément la vitesse à laquelle on arrive. Alors là, je suis déjà hyper prudente en vélo normal, mais je le suis deux fois plus en vélo à assistance électrique. » (F, 46 ans, Tour-de-Peilz, VAE45, trajectoire résiliente).*

Notamment en raison du type d'usage des enquêté·e·s, principalement pendulaire, les cyclistes novices estiment que leurs connaissances des règles de la circulation à VAE

s'améliorent de façon limitée. Par ailleurs, la quasi-totalité des enquêtés disposent d'un permis de conduire. Parmi ceux-ci, seule une minorité ne possède pas de voiture dans le ménage. Néanmoins, cela ne semble pas contraindre leurs déplacements et les cyclistes estiment tou-te-s que l'information en la matière est facilement accessible. Une enquêtée ajoute qu'il s'agit de quelque chose qui s'apprend et que cela ne nécessite pas de formation particulière.

**Observations et filtrages des informations visuelles : interprétations des comportements des autres usager-ère-s, reconnaître les signaux, communication – Comportement partenarial envers autres usagers et usagères de la route & usagers et usagères plus vulnérables (piétons p.ex.)**

Tou-te-s les usagers et usagères interrogé-e-s ont déjà vécu des situations dans lesquelles leur comportement a été mal évalué par les automobilistes. Les conflits impliquent essentiellement le refus de priorité aux cycles dans les giratoires et dans les bandes cyclables, l'emportierage, la mauvaise évaluation de la vitesse des VAE, souvent sous-estimée, le plus souvent chez les usagers et usagères d'un VAE45, ainsi qu'un manque d'égard envers les cycles lors des pré-sélections aux carrefours.

*Jessica : « (...) en fin de journée, ils sont devenus fous ces conducteurs de voitures. Quand c'est l'heure de rentrer ou d'aller au travail, ils sont malades. (...) Mais si j'avais des enfants maintenant, je serais plus inquiète qu'avant parce que je trouve qu'ils sont tellement pressés, ils coupent la route, ils ne regardent pas (...). La ville est à eux, la route est à eux. C'est malade en Suisse la place qu'à la bagnole, pourtant j'ai une voiture, mais je ne pense pas que ça devrait être valorisé comme ça. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

La gestion des flux dans les zones de rencontre ou autres zones partagées sont parfois perçues comme conflictuelles. Néanmoins, de manière générale, les cyclistes déclarent veiller à ne pas mettre les piétons en danger. Cela conditionne également leurs dispositions à enfreindre le code de la route, c'est-à-dire à ne pas respecter les feux de circulation et à circuler sur le trottoir.

La plupart des accidents à VAE se produisent sans impliquer d'autres usagers et usagères de la route (glissades (verglas, obstacles sur la route), chutes (trottoirs, poids du véhicule). Seule une personne déclare avoir vécu une collision avec une voiture. Il est toutefois important de souligner que les cyclistes déclarent devoir anticiper considérablement pour circuler à VAE dans le trafic, ce qui peut contribuer à réduire le nombre d'accidents avec d'autres usagers et usagères de la route.

Par ailleurs, une forte minorité d'usagers et usagères ont une considération et perception différenciée selon s'ils-elles sont à vélo conventionnel ou VAE :

*Jessica : « Et généralement, je pense que les véhicules motorisés ont un peu plus de respect pour un vélo à assistance électrique. Légèrement plus parce que c'est un peu plus gros, massif et il y a le casque, les sacoches, voilà ça se voit mieux et ils savent que ça va plus vite donc ils sont légèrement plus attentifs. Oui, je pense qu'avec un vélo conventionnel, c'est limite s'ils ne peuvent pas vous pousser sur le trottoir, ils n'ont en rien à battre. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

Néanmoins, les « near misses » sont quant à eux évoqués dans une majorité des cas (priorités de droite non respectées par les automobilistes, priorités dans les giratoires, emportierages, etc.).

**Comportement de conduite dans les carrefours giratoires (rouler au milieu, regard en arrière, signaux de la main) et tourne-à-gauche (regard en arrière, signaux de la main, présélection)**

La majorité des personnes interrogées ont décrit rouler au milieu des giratoires et faire la présélection en indiquant leurs directions dans les carrefours. Les usagers et usagères plus

âgé-e-s ont appris à le faire à l'occasion de sorties à vélo organisées par Pro Senectute. Parmi les personnes indiquant se positionner sur le bord externe du giratoire, toutes sont des personnes s'étant récemment initiées au VAE (profil novice). Néanmoins, pour les personnes se positionnant au milieu du giratoire, prendre sa place dans les giratoires demeure une tâche compliquée et génère un sentiment d'insécurité.

*Matthieu : « Si je sors bientôt, je reste à droite, si je vais un peu plus loin, j'essaie d'aller au milieu, mais des fois c'est vrai que c'est compliqué parce qu'avec les voitures selon où on est pour réussir à aller au milieu alors qu'il y a des voitures, c'est un peu dangereux. Donc dans ce cas-là, je préfère rester sur le côté droit du giratoire, quitte à y rester un peu plus longtemps. Mais il y a [un] giratoire, typiquement, où il y a souvent ce problème où je n'arrive pas au milieu. J'arrive par la droite parce que la route de vélo fait qu'on arrive nécessairement par la droite. » (M, 31 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

Les profils novices ayant rapporté traverser les giratoires en circulant au bord lors du premier entretien déclarent continuer de le faire ainsi lors du deuxième entretien.

Parmi les compétences fréquemment mentionnées, l'anticipation se positionne en deuxième place, étant reconnue comme une compétence essentielle pour naviguer dans les carrefours et les giratoires.

*Julien : « Par exemple, hier un gars me dépasse juste avant d'entrer dans le rond-point alors on rentre pratiquement en même temps dans le ronds-points et lui il sort dans la première sortie (...). J'ai senti comme il m'a rattrapé j'ai vu venir alors je n'ai pas foncé dans le rond-point et j'ai freiné pour éviter qu'il me shoote. (...) Alors ce genre de trucs j'anticipe tout le temps. » (M, 46 ans, Lausanne, VAE45, trajectoire résiliente).*

*Ophélie : « Moi-même à un moment pour remonter chez moi je suis obligée de mettre sur la file de gauche parce qu'après ça se sépare, et là c'est vrai que c'est un peu dangereux parce que les voitures arrivent et à droite et à gauche... ces moments-là oui c'est un peu dangereux parce que moi je suis obligée de mettre sur la file de gauche pour pouvoir tourner à gauche et un vélo, on a l'habitude qu'il reste à droite. » (F, 54 ans, Lutry, VAE25, Trajectoire restauratrice).*

*Andi : « Beim Kreiseln musst du immer schauen, weil da wirst du von den Autofahrern meist falsch eingeschätzt. Dafür kannst du mit dem E-Bike auch mal noch schnell durchfahren oder aus dem Kreiseln rausbeschleunigen, das ist hilfreich. » (M, 36, VAE45, Region Aarberg, trajectoire résiliente).*

Les carrefours font l'objet de moins d'inquiétudes, bien que parmi les enquêtés en Suisse romande, personne ne déclare être parfaitement à l'aise dans ces aménagements. Les aménagements sont souvent perçus comme défallants, amenant certaines personnes à éviter ces itinéraires et/ou à se sentir en danger.

*Julien : « (...) c'est surtout la régulation des carrefours, ça ne joue pas. Il y a des situations où respecter les feux nous met en danger donc il faut partir avant pour ne pas être mis en danger. J'avais un exemple, je ne sais pas où ça en est maintenant, l'Avenue du Chablais, la descente depuis Malley vers l'UNIL. (...). » (M, 46 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

Néanmoins, traverser ce type d'aménagement semble plus aisé grâce à l'assistance des VAE.

*Julien : « C'est vrai qu'en tant que vélo à assistance électrique, on va rouler plus vite à priori, on a une meilleure accélération donc c'est moins gênant qu'un vélo qui peine à démarrer et qui zigzague et qui fait du 15km/h. Je pense que l'automobiliste est plus vite énervé face à un vélo lent que rapide. Je me suis rendu compte que je roulais très vite et que je gênais très peu les voitures, donc je me fais très peu klaxonner. » (M, 46 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

Lors du second entretien, les participant-e-s ayant déclaré se sentir peu à l'aise dans ses aménagements évoquent toujours les mêmes difficultés.

Les répondant-e-s plus âgés indiquent emprunter les passages piétons à pied, estimant parfois trop dangereux de traverser un carrefour en roulant à VAE.

### **Anticipation des situations et adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques (humidité, revêtement) et au trafic (heures de pointe), distance de sécurité (coup de la portière), conduite défensive**

L'utilisation du VAE implique également l'apprentissage de nouvelles routines : anticiper la météo, choisir le bon habillement et équipement en fonction des conditions météorologique (k-way, pantalon de pluie, lunettes anti-pluie) et de sécurité (casque, gilet et éléments réfléchissants, cadenas).

*Jessica : « Je me suis rendu compte à quel point ce n'était pas la même chose, c'est presque un autre véhicule. Un vélo normal c'est tout léger, on ouvre le cadenas hyper facilement et on part rapidement. Tandis que là, il y a le cadenas, mettre la batterie, mettre les sacoches, voilà c'est autre chose. C'est un démarrage un peu plus long. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

Le transport d'enfants influence également le choix des itinéraires – les enquêté-e-s privilégient des itinéraires aménagés et avec moins de circulation.

*Simone: « Mit den Kindern im Anhänger fahre ich oft auf dem Trottoir. Ich weiss, dass man das nicht darf, aber auf der Strasse ist es mir viel zu gefährlich. ... Darum fahre ich dann auf dem Trottoir, damit die Kinder im Anhänger sicher sind. » (F, 41 ans, Region Beromünster, VAE25, trajectoire résiliente).*

Lorsque nous abordons la question des compétences essentielles, un autre aspect fréquemment évoqué est la maîtrise de la vitesse. Cette compétence occupe la troisième place, suivant de près l'aptitude à anticiper et faire attention aux comportements dangereux des autres usagers de la route, ainsi que la maîtrise des règles de circulation.

La plupart des enquêtés déclarent anticiper le fait que les automobilistes ne respectent pas la priorité des cyclistes.

*Jean-Marc : « On n'est jamais prioritaire. C'est ce que je dis à mes enfants. Regarde bien s'il grille le stop, oui, il sera fautif, mais c'est toi qui auras mal. Je pars du principe que je ne suis jamais prioritaire, même si le feu est vert, même si tout...je regarde si une voiture, je regarde, j'anticipe... » (M, 52 ans, Orbe, VAE45, trajectoire restauratrice).*

*Coralie : « J'attends clairement avant... je vais ralentir et attendre pour voir si l'automobiliste m'a calculée ou pas. » (F, 57 ans, Vers-chez-les-Blancs, VAE25, trajectoire restauratrice).*

Une enquêtée évoque également cette compétence, mais cette fois-ci en se référant aux automobilistes. Elle estime que ces dernier-ère-s ont les moyens d'anticiper.

*Rina : « Le fait d'avoir le permis m'a rendu attentive au fait que les automobilistes sont dangereux et je fais attention à vélo. Je m'énerve rapidement contre les automobilistes car j'estime qu'ils ont les moyens d'anticiper et de nous voir, mais ils choisissent de ne pas le faire. » (F, 28 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire restauratrice).*

De manière générale, les enquêtés déclarent éviter les axes à fort trafic motorisé dans la mesure du possible et privilégier les itinéraires aménagés pour les vélos. Une enquêtée évoque néanmoins un contresens cyclable peu sécurisant augmentant le différentiel de vitesse entre voitures et vélos (aménagement en pente avec voitures qui descendent) et ne permettant pas une bonne visibilité dans les virages. Par conséquent, cette enquêtée préfère utiliser une route parallèle sans aménagement, mais plus sécuritaire pour elle).

### Maintien des marges de sécurité

La majorité des personnes interrogées indique maintenir les marges de sécurité sur la chaussée. La situation n'évolue pas lors du deuxième entretien.

### Faire des signes de main

Toutes les personnes interrogées en Suisse alémanique déclarent indiquer d'un geste de la main leurs changements de direction. En Suisse romande, la moitié des répondants déclarent ne pas le faire de manière systématique. Parmi les raisons évoquées, la plus recensée est le fait que les signes se font en interaction avec les autres. Par conséquent, en cas d'absence d'autres usagers et usagères de la route, l'indication n'est pas perçue comme utile. Une deuxième raison renvoie à la difficulté de freiner et d'indiquer simultanément.

Une majorité d'enquêtés est dotée d'un rétroviseur. Tous les cyclistes à VAE45 disposent d'un rétroviseur (il est obligatoire). La situation n'évolue pas lors du deuxième entretien.

## 6.3.3 Niveau 3 : Intentions du trajet

### Planification des déplacements en VAE selon la dangerosité de l'itinéraire, le trafic (heures de pointe), les conditions externes (jour/nuit, sec/humide, neige/verglas), le type de trajet (motif, temps à disposition)

De manière générale, les cyclistes interrogé-e-s déclarent éviter les axes à fort trafic motorisé et privilégier les itinéraires aménagés pour les cycles.

*Cornelia : « Mit dem E-Bike mache ich oft einen Umweg um auf weniger befahrenen Strassen unterwegs sein zu können. Durch den Motor ist es ja auch nicht schlimm steil bergauf zu fahren. Da nehme ich den Umweg gerne in Kauf um sicherer unterwegs sein zu können. » (F, 33 ans, Stadt Bern, VAE25, trajectoire résiliente).*

Un enquêté interrogé une seconde fois déclare avoir optimisé son itinéraire grâce à un nouvel aménagement cyclable. De cette manière, il déclare être en ordre avec le code de la route. Une autre enquêtée déclare que le trafic est moins dissuasif pour elle.

De même, une majorité des cyclistes adaptent leur équipement en fonction des conditions météorologiques. En cas de pluie ou de neige, une majorité d'enquêté-e-s préfèrent renoncer à leur trajet à VAE. Néanmoins, trois usagers et usagères (novices) indiquent lors du deuxième entretien s'être équipés d'un imperméable. Comme évoqué dans une section antérieure, un top-case permet aussi une meilleure adaptation aux conditions météorologiques.

Concernant le choix des itinéraires, certain-e-s déclarent prendre des itinéraires différents lorsqu'ils ou elles transportent des enfants que ce soit pour la sécurité des enfants ou pour avoir un aménagement plus approprié pour des charrettes.

### Buts et motifs du trajet

De manière générale, les usager-ère-s ont une idée claire des usages qu'ils/elles font de leur VAE. Certain-e-s distinguent nettement la fonction du VAE du vélo conventionnel (VAE = véhicule utilitaire vs. Vélo conventionnel = loisirs, balades, sports), ou les distinguent spatialement (ville = vélo conventionnel, hors-ville = VAE). Une majorité d'usagers et usagères interrogés actifs ont un usage utilitaire, plus particulièrement pendulaire de leur VAE. Néanmoins, les VAE25 sont davantage utilisés pour les loisirs et balades que les VAE45.

Parmi les novices, tous les répondants déclarent utiliser le VAE25 ou 45 pour d'autres usages que ceux précédemment évoqués (étendant l'usage principalement pendulaire, à d'autres motifs (courses, aller au lac ou au centre-ville, train-VAE).

### Planification de l'itinéraire, orientation

Pour la quasi-totalité des répondant-es, les applications mobiles (Google maps, Plans, Komoot, SuisseMobile) sont favorisées pour la planification de l'itinéraire, avec une grande majorité privilégiant Google Maps malgré certaines imprécisions.

Parmi les novices, une seule personne indique utiliser désormais Komoot pour ses balades à vélo.

### Estimer la capacité personnelle à la conduite sur le moment

La majorité des enquêtés déclarent que la consommation d'alcool n'est pas forcément un facteur dissuasif pour rouler à VAE à condition de respecter les normes légales.

Parmi les novices, une personne indique désormais s'accorder un verre d'une boisson alcoolisée à VAE25, alors qu'elle aurait renoncé à prendre son VAE25, trois mois auparavant.

## 6.3.4 Niveau 4 : Modes de vie et objectifs de vie

### Comprendre l'influence de la personnalité et des objectifs de vie personnels

Une grande majorité des personnes interrogées indiquent voir une différence dans leur attitude de conduite à VAE par rapport au vélo conventionnel ou à la voiture. Certaines personnes évoquent un gain de confiance/sentiment de puissance obtenu grâce au VAE.

*Jessica : « Après psychologiquement, je suis plus confiante parce que je pense que le vélo a plus de puissance. Je ne peux pas vous le garantir, mais c'est une impression. J'ai l'impression qu'il dévient un peu plus quoi, c'est peut-être juste à cause des sacoches. Alors, je suis plus affirmée dans ma conduite depuis que j'ai un vélo à assistance électrique, parce que je prends aussi des grands axes, ce que je ne faisais pas avant avec mon petit vélo. Je passais tout le temps par le bord du lac même si ça me prenait plus de temps. Là, vu qu'il y a ce côté plus utilitaire, j'ai moins peur, je suis mieux équipée et il réagit mieux dans le trafic. » (F, 52 ans, Vevey, VAE25, trajectoire résiliente).*

L'appréciation de la vitesse est également évoquée, malgré la reconnaissance des risques associés.

*Julien : « (...) moi j'ai envie d'aller vite. Moi j'apprécie beaucoup le punch de l'accélération du début, donc je me mets en turbo pour profiter à max de l'assistance. » (M, 47 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

*Louis : « C'est tellement efficace, que ça en devient un jeu, quoi » (M, 46 ans, Mont-sur-Lausanne, VAE25, trajectoire restauratrice).*

*Rudolf: « Mit dem E-Bike bist du schon verdammt schnell. Aber deswegen habe ich es ja, ich will ja schnell fahren damit. Man muss sich halt schon der Risiken bewusst sein. » (M, 41 ans, Region Beromünster, VAE45, trajectoire résiliente).*

D'autres évoquent le sentiment de liberté à vélo, les amenant à enfreindre certaines règles qu'ils respecteraient si ces derniers circulaient en voiture. Il est toutefois important de noter que les conséquences potentielles de telles infractions ne sont pas les mêmes à VAE qu'en voiture.

*Jean-Marc : « (...) c'est vrai que je pense quand même on est un petit peu plus tranquille en vélo parce que... typiquement aujourd'hui j'étais en voiture, je m'énerve parce que toutes les routes sont fermées et tout, j'ai mis 2 fois plus de temps parce que voilà alors qu'en vélo j'aurai pu passer, parce que j'aurais pu monter sur le trottoir. » (M, 52 ans, Orbe, VAE45, trajectoire restauratrice).*

Un certain nombre de cyclistes déclarent également avoir le sentiment de devoir donner l'exemple pour restaurer la mauvaise réputation des cyclistes.

Les personnes âgées interrogées qui se déplacent avec Pro Senectute indiquent qu'elles roulent parfois en queue de groupe, afin de ne pas subir la pression de rouler vite ou de pouvoir descendre lorsqu'elles ne se sentent plus bien.

*Dora : « Einmal bin ich bei einer Abfahrt mit der Gruppe gestürzt. Zuerst wollte ich dort gar nicht runter fahren, aber dann hab ich es trotzdem gemacht, damit die anderen nicht warten mussten. Nun mache ich das nicht mehr und fahre immer am Schuss, so kann ich immer absteigen wenn ich will. » (F, 79 ans, Region Zofingen, VAE25, trajectoire résiliente).*

Finalement, une grande partie des enquêté-e-s évoquent également le sentiment de colère que provoque les automobilistes et une conduite plus prudente et défensive à VAE.

*Rina : « Parfois, tu te rends compte qu'ils oublient que t'es là, que tu peux être sur la route ou ils ne te voient pas carrément alors qu'il fait grand jour que tu t'habille jaune fluo. Les gens regardent, c'est une voiture ? Non, j'y vais. J'ai l'impression que ça, ça me fait plus exploser. » (F, 28 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire restauratrice).*

Pendant le deuxième entretien la majorité des novices déclarent se sentir plus en confiance sur leur VAE. Une personne déclare se sentir plus engagée dans la pratique et évoque les vertus sociales de cette pratique – il a lui-même constitué l'équipe Bike to Work en juin et a incité d'autres collègues à participer.

Une personne mentionne adopter une conduite plus prudente à la suite de son accident avec un VAE25, effectuant une analyse des risques liés à la fréquence élevée de ses déplacements en VAE25.

## 6.4 Influence de l'infrastructure et des autres usagers et usagères de la route

La majorité des usagers et usagères interrogé-e-s déclarent adapter leur choix d'itinéraire à l'infrastructure cyclable, quitte à faire des détours ou prolonger leurs trajets. La présence d'un aménagement cyclable importe d'autant plus pour les usagers et usagères transportant des enfants.

### 6.4.1 Satisfaction générale des infrastructures et aménagements

En Suisse alémanique, les usagers et usagères de VAE45 expriment une perception défavorable de l'infrastructure qui ne répond pas à leurs besoins. Fréquemment, pour emprunter les pistes cyclables, les cyclistes à VAE45 doivent effectuer plusieurs traversées de route, ce qui complique leur parcours et rallonge la durée de leurs déplacements. Les individus interrogés manifestent le désir de se déplacer de manière directe et rapide. Cependant, la possibilité de rouler à la vitesse souhaitée sur les pistes cyclables est souvent limitée, car les cyclistes se déplaçant à vélo conventionnel ou VAE25 circulent à une allure moins rapide. Étant donné que les pistes cyclables sont souvent trop étroites pour permettre les dépassements, les cyclistes à VAE45 se voient contraints de retourner sur la route pour dépasser, une pratique pourtant perçue comme dangereuse.

De manière générale en Suisse romande, une forte majorité des personnes interrogées estiment que les infrastructures cyclables pourraient être améliorées. Seule une personne déclare être satisfaite des aménagements cyclables sur ses trajets quotidiens. La plupart regrettent avant tout les aménagements discontinus, le nombre de routes à fort trafic à 50-60km/h et les voies cyclables trop étroites. Les aménagements les plus appréciés sont les pistes cyclables séparées du trafic motorisé et les zones à faible trafic motorisé.

### 6.4.2 Milieu rural

En campagne, une attention particulière est portée au choix de l'itinéraire, étant donné que certaines routes sont considérées comme des zones à éviter pour les cyclistes utilisant un VAE. Cette perception découle soit de l'étroitesse des routes, ne permettant pas des croisements et dépassements en sécurité, soit en raison d'un trafic intense ou de la vitesse élevée des véhicules motorisés, notamment les camions. En Suisse romande, la majorité des répondant·e·s déclarent que rouler à la campagne ne dissuade pas l'usage du VAE. Au contraire, certain·e·s mettent en avant les atouts associés à la campagne (beauté, tranquillité, possibilité de choisir plusieurs parcours). Telle est l'opinion d'une enquêtée résidant en Lavaux, et qui emprunte des sentiers de campagne pour se rendre sur son lieu de travail :

*Anne : « Après, la campagne, il y a peut-être plus d'endroits sans piste cyclable. Mais, je pense qu'en campagne, il y a quand même beaucoup d'alternatives, à travers les champs qui sont quand même bétonnées. Donc, je pense que c'est plus simple. » (F, 36 ans, VAE25, Forel, trajectoire restauratrice).*

### 6.4.3 Cohabitation avec les piéton·ne·s

Les adeptes du cyclisme récréatif à VAE25 apprécient parcourir les sentiers forestiers, bien que la cohabitation avec certains piétons puisse parfois poser problème. Néanmoins, dans ce contexte, l'ensemble des personnes interrogées estiment qu'en adoptant une attitude respectueuse, il est parfaitement envisageable que piétons et usagers et usagères du VAE partagent ces mêmes sentiers.

*Rosa : « Wenn es Fussgänger hat muss man halt schauen. Ich klinge schon immer ganz früh, dass sie mich hören und fahre dann langsam vorbei und grüsse sie freundlich. So hat man eigentlich nie Probleme ausser mit denen, die Stöpsel in den Ohren haben. » (F, 81 ans, région Zofingen, VAE25, trajectoire résiliente).*

### 6.4.4 Giratoires et carrefours

Comme évoqué dans les sections précédentes, les entretiens révèlent que la plupart des cyclistes à VAE sont conscient·e·s des bonnes pratiques pour traverser les giratoires en se plaçant au milieu pour éviter les dépassements. Toutefois, la prise de cette place au centre du giratoire est souvent perçue comme compliquée et génératrice d'insécurité en raison de la présence de trafic et du comportement des automobilistes. L'anticipation devient alors une compétence clé pour éviter les conflits avec ces derniers et compenser l'absence de séparation des flux automobiles et cycles.

Les personnes interviewées âgées de plus de 70 ans ont indiqué qu'elles descendaient souvent de leur VAE et se sentaient contraintes de devoir le pousser sur le passage piéton afin d'éviter de devoir traverser un carrefour ou tourner à gauche.

En ce qui concerne les carrefours, la pré-sélection reste un défi. Les aménagements défectueux aux carrefours sont contournés. Néanmoins, il en ressort que par rapport au vélo conventionnel, l'assistance électrique des VAE facilite la traversée de ces intersections en permettant aux cyclistes d'atteindre des vitesses plus élevées. Cela contribue à réduire le différentiel de vitesse entre les cyclistes et les automobilistes, minimisant ainsi les conflits avec les véhicules motorisés.

### 6.4.5 Cohabitation avec le trafic motorisé

De manière générale, les entretiens révèlent que les cyclistes font face principalement à des conflits avec les automobilistes. Ces conflits découlent fréquemment d'une méconnaissance des automobilistes, qui peuvent parfois mal interpréter les actions des cyclistes. Les problèmes récurrents concernent le non-respect des priorités dans les giratoires et les bandes cyclables, l'ouverture inopinée des portières et le manque de précaution des automobilistes lorsque les cyclistes s'appêtent à tourner à gauche. Certains cyclistes

considèrent qu'une formation axée sur les règles de circulation et la cohabitation avec les cyclistes, destinée aux automobilistes, pourrait contribuer à atténuer ces conflits.

*Lina : « La deuxième chose à faire attention c'est dans les giratoires, parce que les automobilistes ne voient pas forcément la vitesse à laquelle on arrive. Alors là, je suis déjà hyper prudente en vélo normal, mais je le suis deux fois plus en vélo à assistance électrique. » (F, 46 ans, Tour-de-Peilz, VAE45, trajectoire résiliente).*

*Patrick : « Mit dem E-Bike bist du einfach so schnell, das checken die meisten Autofahrer nicht, da musst du immer auch für sie mitdenken. Es passiert mir auf so gut wie jeder Fahrt, dass ich falsch eingeschätzt werde, vor allem beim Kreisel. » (M, 34 ans, Region Liestal, VAE45, trajectoire résiliente).*

Finalement, une infrastructure cyclable plus sûre et un réseau cyclable plus complet épargnent aux cyclistes la nécessité de mobiliser des compétences spécifiques. Par exemple, une séparation claire des flux automobiles et cycles atténue la nécessité de communication constante avec d'autres usager·ère·s, minimise les situations de cohabitation et diminue le besoin de rester constamment vigilant face aux refus de priorités des automobilistes.

## 6.5 Formation

Dans le cadre de la deuxième série d'entretiens avec les nouveaux et nouvelles usager·ère·s, nous avons abordé la question du format de formation à VAE qui susciterait le plus leur intérêt. Cette section expose les éléments recensés lors des entretiens, mettant en lumière les différentes perspectives et préférences exprimés par les participant·e·s concernant le format de formation.

### 6.5.1 Le format e-learning privilégié

La flexibilité offerte par l'e-learning est largement reconnue par les participant·e·s. En effet, cela permet de concilier la formation avec les contraintes professionnelles et personnelles. Comme le souligne la répondant·e·s ci-dessous, les horaires traditionnels de formation peuvent poser problème pendant les heures de travail. Ainsi, les cours en ligne ou les vidéos éducatives sont envisagées comme des solutions attrayantes.

*Tatiana : « (...) Vous voyez c'est souvent des formations entre 8h et 18h donc ça pourrait poser un peu problème pendant les heures de travail. Mais sous forme de e-learning ou sous forme de vidéos comme ça pourrait être intéressant. » (F, 32 ans, Lausanne, VAE25, trajectoire résiliente).*

De plus, la possibilité d'interactivité avec des questions en fin de sessions est perçue comme un moyen de promouvoir l'engagement des apprenant·e·s, les transformant ainsi en acteur·trice·s plutôt qu'en simples spectateur·trice·s.

*Anne : « Ce que je vois au CHUV, c'est qu'on a pas mal de formation en e-learning qui sont interactives, où il y a des micro-capsules qui sont explicatives et après avec des exercices où il faut cocher...enfin il faut sélectionner les trucs et ça rend l'apprenant acteur un peu...un peu plus actif...plutôt que d'être passif et recevoir les informations. » (F, 36 ans, Forel, VAE25, trajectoire restauratrice).*

### 6.5.2 Importance de l'encadrement professionnel

L'importance d'être encadré par des professionnel·le·s dans le cadre de ces formations est également relevé par les participant·e·s. L'accès à des personnes possédant des connaissances approfondies dans le domaine de la sécurité routière est jugée comme étant bénéfique pour les usager·ère·s.

*Anne : « d'avoir quelqu'un avec d'excellentes connaissances et qui maîtrise ce qui est faisable ou pas pour respecter la loi et dire, là, en vous positionnant comme ça, vous vous mettez moins en danger... Là, ce que je me dis de l'intérêt de la formation, c'est d'avoir quelque chose d'encadré, pas forcément en mode loi de la jungle, non. Je ne sais pas, je trouverai intéressant de pouvoir discuter avec quelqu'un qui a vraiment d'excellentes connaissances et qui maîtrise ce qui est possible...ce qui est faisable ou pas pour respecter la loi de la circulation et puis de dire là, justement, vous vous mettez moins en danger en vous positionnant comme ça. Et puis c'est ce qui est attendu et discuter des différentes possibilités et de dire ce qui est le plus sécuritaire ou pas. Ça je trouverais intéressant, et je pense que ce serait bien pour tout le monde. » (F, 36 ans, Forel, VAE25, trajectoire restauratrice).*

### 6.5.3 Appréciation du format en présentiel

Bien que l'e-learning soit considéré comme une option pratique, de nombreux·se·s participant·e·s reconnaissent les avantages du format en présentiel, notamment l'interaction directe avec les instructeur·trice·s et la possibilité de poser des questions en temps réel. Un équilibre entre un format en ligne et en présentiel est préconisé ici.

*Jean-Marc : « J'aime bien le présentiel pour certaines activités. Si le mécano vous montre comment changer un pneu, je pense que c'est bien d'aller sur place et de changer un pneu parce que forcément il va arriver le petit problème, le petit truc et le mécano sera là pour vous dire mettez les mains là. Tandis que selon quoi pour des choses plus techniques en ligne ça peut suffire...et il y a le contact aussi, il y a d'autres personnes, on peut échanger...voilà ça peut aussi être quelque chose de sympathique de voir d'autres gens, d'échanger (...). On a tendance à faire tous nos trucs derrière notre ordinateur et du coup, on n'échange plus rien. » (M, 52 ans, Orbe, VAE45, trajectoire restauratrice).*

La capacité limitée de sensibilisation des formats en ligne est également soulignée par une enquêtée infirmière:

*Corinne : « Je pense qu'avoir un accidenté de la route en chaise roulante, qui vient de se faire taper (...)ce serait plus sensible. » (F, 46 ans, Montreux, VAE45, trajectoire restauratrice).*

### 6.5.4 Formations dans des espaces dédiés

La possibilité d'avoir accès à des espaces dédiés et sécurisés pour s'entraîner à rouler à VAE est également mentionnée. Ces espaces permettraient aux cyclistes de tester différents équipements et de pratiquer des compétences spécifiques telles que la gestion des vitesses et du freinage dans un environnement contrôlé.

### 6.5.5 Perspective sur l'absence de formation chez les automobilistes

Certain·e·s enquêté·e·s soulignent les lacunes dans le système actuel de formation pour les automobilistes, estimant que la sensibilisation à la cohabitation avec les cyclistes devrait être renforcée. Une enquêtée souligne qu'une sensibilisation accrue de la part des automobilistes pourrait contribuer à améliorer le respect mutuel entre les différent·e·s usager·ère·s de la route.

*Enquêtée : « Si on devait vous proposer une formation pour vous sentir plus à l'aise à circuler avec la circulation, quel est le format qu'elle prendrait pour qu'elle soit suffisamment attractive et intéressante pour vous ? »*

*Ophélie : « Je ne vais pas répondre à votre question mais les formations ce serait pour les automobilistes surtout qu'il les faudrait. Je ne suis pas sûre que j'irai à une formation ou peut-être une formation sur l'entretien de mon vélo. Pour rouler non je ne crois pas. »*

*Enquêtée : « qu'est-ce qu'il faudrait dire aux automobilistes selon vous ? »*

*Ophélie : « Rappelez que la route n'est pas que pour eux. Laissez la place au vélo. » (F, 54 ans, Lutry, VAE25, Trajectoire restauratrice).*

## 7 Les expert·e·s

25 entretiens avec des expert·e·s ont été menés (cf. Tab. 12) à distance ou à Berne au printemps 2023. Ils ont été basés sur les quatre niveaux du catalogue de compétences, sans pour autant le traiter point par point. Les expert·e·s ont eu l'occasion de réagir par écrit au catalogue pendant l'été 2023. Pendant les entretiens, les grandes lignes ont été discutées et les compétences nécessaires comparé au vélo mécanique ont été relevées et les méthodes pour les acquérir, et d'éventuelles différences entre groupes d'âge ont été abordées. De plus, les entretiens ont permis de récolter des indications pour les modules suivants du projet, c'est-à-dire la question de l'âge minimal pour conduire un VAE 25 ou 45 et les formes et méthodes d'apprentissage ainsi que les groupes-cibles à distinguer pour une formation. Enfin, la question de l'importance de l'infrastructure et des autres usagers et usagères de la route a été évoquée.

**Tab. 12** Expert·e·s interviewé·e·s

Nom	Domaine, institution
Bernard Favrat	Médecine du trafic, CHUV
Kristina Keller	Médecine du trafic, Université de Zurich
Jacqueline Bächli-Biétry	Psychologie du trafic, Intersection Forschung und Diagnostik
Nicole Eugster	Psychologie du trafic, co-présidente société suisse de psychologie de la circulation
Dorothea Schaffner	Psychologue, FHNW, Haute Ecole de Psychologie appliquée
Markus Hackenfort	Psychologue, ZHAW, Institut de Psychologie, « Psychologie des transports, de la sécurité et de l'environnement »
Bettina Zahnd	Sécurité routière, EBP
Daniel Morgenthaler	Sécurité routière, BPA
Markus Dill	Admission des personnes, OFROU
Urs Walter	Planification des transports, mobilité douce, OFROU
Fabian Schwab	Planification des transports, alors responsable Guichet Vélo Canton de Vaud
Johannes Hartmann	Marchand de VAE, Tandem Lausanne
Harry Ramsauer	Marchand de VAE, 2roues Suisse, Groupe de travail Vélo
Dominik Hug	Responsable de cours de VAE
Bea Steinegger	Responsable de la formation et monitrice de cours vélo/VAE, Pro Senectute
Denis Michaud	Moniteur de cours VAE, Pro Senectute Fribourg
Georgette Chappuis	Monitrice de cours VAE, Pro Senectute Fribourg
Romeo Wälti	Moniteur de cours VAE / policier à la retraite
Daniel Bachofner	Moniteur de cours VAE, Pro Velo Suisse
Matthias Recher	Prévention / éducation routière, Police cantonale de Zurich
Peter Miescher	Prévention / éducation routière, Police cantonale bernoise

Frank Rüfenacht	Prévention / éducation routière, Police cantonale bernoise
Gilles Morel	Prévention / éducation routière, Police neuchâteloise
Katharina Endes	Promotion du vélo auprès des adolescents, Défi Vélo (Suisse alémanique)
Benoît Perrenoud	Promotion du vélo auprès des adolescents, Défi Vélo (Romandie)

## 7.1 Catalogue de compétences individuelles

### 7.1.1 Niveau 1

En général, les expert·e·s voient relativement peu de différences avec le vélo mécanique, à part le poids plus important qui influence légèrement le maniement du véhicule (notamment le freinage avec des distances plus longues en raison de la vitesse plus élevée ou du poids), en particulier pour les personnes petites et légères (souvent des femmes).

La plupart propose de différencier VAE25 et VAE45 : les VAE25 ne se distinguent pas vraiment des vélos mécaniques, les VAE45 roulent clairement plus rapidement, ce qui demande d'autres compétences.

**Tab. 13** Compétences de niveau 1

Compétence	Synthèse des retours des expert·e·s
<b>Entretien mécanique régulier du VAE (contrôle de l'usure des freins, pneus, chaîne)</b>	L'entretien nécessite pour certaines tâches le soutien d'un·e professionnel·le et se fait de manière générale moins soi-même que pour un vélo mécanique. Les VAE plus coûteux sont en général très bien entretenus et en bon état ce qui peut même réduire les compétences nécessaires pour les utiliser par rapport à un vélo mécanique en mauvais état (avec p.ex. de mauvais freins).
<b>Connaissance des propriétés du VAE (poids, vitesse, assistance) maintien de l'équilibre, pédalage, changement de vitesse &amp; gestion niveau assistance</b>	Pour les seniors avant tout (et les personnes n'ayant plus fait de vélo avant), la maîtrise des niveaux de l'assistance électrique et des vitesses se révèle importante et ne pas aller de soi. Le démarrage peut représenter un défi pour certains seniors, mais les développements techniques font qu'aujourd'hui celui-ci est maîtrisé par le VAE pour ne pas provoquer de chutes au démarrage trop rapide.
<b>Choix des vêtements adaptés aux conditions, port correct des équipements de sécurité (casque, gilet, etc.), lumières, équipement du vélo pour l'hiver (pneus, garde-boue)</b>	Étant donné la vitesse plus élevée (en particulier pour les VAE45 - cf. compétences de niveau 2), la visibilité est d'autant plus importante pour les VAE. L'obligation d'avoir des phares de jour est positive
<b>Connaissance des caractéristiques physiques et limites du VAE : technique de freinage, risques de glissade</b>	Avec le développement de technologies (p.ex. l'assistance qui soutient graduellement lors du démarrage ou l'ABS qui est maintenant disponible pour les VAE, même si c'est encore peu répandu) et le fait que le moteur placé « au centre » du VAE est de loin le plus répandu, les compétences nécessaires diminuent, le vélo permet d'en compenser certaines exigences comme le poids plus lourd.

Même si du savoir théorique peut jouer un rôle, les expert·e·s sont d'accord qu'il faut surtout de la pratique pour tester les aspects qui différencient le VAE du vélo mécanique. Cette phase doit se dérouler avant tout dans un environnement protégé, à l'instar de l'apprentissage du freinage, pour ensuite pouvoir rouler dans le trafic.

Plusieurs personnes relèvent la question du rôle du vendeur ou de la vendeuse du VAE qui pourrait jouer un rôle dans une « formation » de base (faire passer les messages les plus importants lors de l'achat ou d'un test pratique).

Des différences d'âge sont mises en avant par la plupart des expert-e-s, mais aussi ou plutôt des différences d'expériences à vélo sont pertinentes : quelqu'un-e qui a pratiqué le vélo au quotidien aura besoin de beaucoup moins de formation (voire pour un VAE25 de quasiment aucune) pour ce qui concerne le maniement du véhicule.

## 7.1.2 Niveau 2

Comme pour le niveau 1, une différence importante (probablement encore plus forte) est perçue entre VAE 25 (qui ne se distingue peu du vélo mécanique, si ce n'est en montée où il atteint des vitesses plus élevées) et VAE45 qui à l'intérieur des localités atteignent (quasiment) la vitesse du trafic motorisé. Il faut donc plus anticiper en conduisant un VAE45.

**Tab. 14** Compétences de niveau 2

Compétence	Synthèse des retours des expert-e-s
<b>Connaissance et respect des règles de circulation (priorités, signalisation)</b>	Pour le VAE45, les interdictions de circuler sur certaines infrastructures cyclables accessibles aux VAE25 (mais interdites aux vélomoteurs et VAE45) ne sont pas connues par tout le monde. Pour les personnes qui ont fait une formation théorique au code de la route il y a longtemps, les règles et comportements suggérés p.ex. relatifs à de « nouveaux » aménagements comme les giratoires ne sont pas toujours connus et nécessitent un rafraîchissement.
<b>Observation et filtrage des informations visuelles : Interprétation des comportements des autres usagers et usagères, reconnaître les signaux, communication</b>	Étant donné la vitesse plus élevée des VAE45, ces compétences doivent être plus développées que pour la conduite d'un vélo mécanique ou d'un VAE25 qui ne se distinguent que peu au niveau des vitesses.
<b>Comportement de conduite dans les carrefours giratoires (rouler au milieu, regard en arrière, signaux de la main) et tourne-à-gauche (regard en arrière, signaux de la main, présélection)</b>	Ici, la grande différence provient du fait que les usagers et usagères motorisé-e-s sous-estiment la vitesse des VAE, de tous en montée et surtout des VAE45 au plat, et peuvent ainsi couper la priorité aux VAE ou les dépasser avec trop peu de marge.
<b>Anticipation des situations et adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques (humidité, revêtement) et au trafic (heures de pointe), distance de sécurité (coup de la portière), conduite défensive</b>	Ici encore, le poids et la vitesse plus élevés jouent un certain rôle.
<b>Maintien des marges de sécurité</b>	Ce point s'adresse autant aux cyclistes (p.ex. marges le long de stationnement latéral pour éviter le coup de la portière, en particulier pour un VAE45 qui s'approche relativement vite) qu'aux autres usagers et usagères de la route qui dépassent une personne à VAE.
<b>Vérification de l'angle mort</b>	La sensibilisation des cyclistes par rapport au fait de pouvoir se trouver dans l'angle mort d'un bus ou camion est un enjeu important tant que l'infrastructure ne réduit pas encore ce risque.
<b>Comportement partenarial envers autres usagers et usagères de la route &amp; usagers et usagères plus vulnérables (piéton-ne-s p.ex.)</b>	cf. ci-dessus

Les méthodes pour acquérir ces compétences ainsi que les groupes d'âge à distinguer ont été jugés similaires au niveau 1.

De manière générale, l'évolution de la technologie fait que dans de nombreux cas, les compétences nécessaires pour faire du VAE ont déjà évolué et fait diminuer les différences par rapport au vélo mécanique (p.ex. l'assistance au démarrage qui est contrôlée ou l'adaptation automatique du niveau d'assistance au terrain).

### 7.1.3 Niveaux 3 et 4

Ces deux niveaux plus généraux n'ont pas été abordés en détail lors de tous les entretiens. Les expert·e·s qui ont pu s'exprimer sur ce niveau ne voient pas de spécificités du VAE par rapport aux autres moyens de transports.

## 7.2 Influence de l'infrastructure et des autres usagers et usagères de la route

Tout·e·s les expert·e·s sont d'accord que l'infrastructure – ainsi que la cohabitation avec les autres usagers et usagères de la route qui en découle – joue un rôle crucial. Les compétences nécessaires du niveau 2 (et dans une moindre mesure aussi du niveau 1) dépendent en effet de l'infrastructure. Elles varient selon le niveau de partage entre vélos et autres moyens de transport ainsi que la largeur de l'infrastructure cyclable, permettant la cohabitation (notamment le dépassement des VAE45 des autres cyclistes voire de tous les VAE en montée) ou non.

## 7.3 Âge minimal pour la conduite d'un VAE

Note : ce sujet a été abordé et traité avant que le Conseil fédéral ne mette en consultation l'abaissement de l'âge minimal pour utiliser un VAE dès 12 ans sous condition d'être accompagné par un·e adulte.

Il n'est pas possible d'attribuer clairement un état de développement ou d'évolution à un âge concret. Ainsi, il n'existe pas de telle base pour de fixer un âge minimal pour conduire un VAE. On considère qu'à partir de 10-12 ans, les jeunes sont capables de se déplacer dans le trafic de manière indépendante, mais il y a d'énormes différences à cet âge entre les enfants, notamment en matière de taille et de poids ce qui n'est pas anodin pour gérer le poids d'un VAE.

Comme les compétences nécessaires pour conduire un VAE (25 du moins) ont été jugées relativement similaires au vélo sans assistance, il ne faudrait pas forcément le distinguer de celui-ci. Ce qui joue un rôle important pour conduire un VAE, comme un vélo de manière générale, c'est l'expérience. Ici il faut considérer que de moins en moins d'enfants savent bien faire du vélo et le font moins qu'à l'époque, pour différentes raisons. Un·e jeune de 12 ans habitué·e au vélo n'aura pas de problème d'avoir les compétences pour gérer un VAE (25 en tout cas). D'ailleurs, selon les psychologues et médecins du trafic, les 12-14 ans ne semblent pas être un groupe d'âge qui prendrait plus de risques que d'autres.

Un autre argument pour fixer un âge minimal, ce sont d'autres règles en place dans le domaine du trafic. Si les jeunes ont le droit de rouler sur le trottoir en absence d'infrastructure cyclable jusqu'à 12 ans, cela indiquerait aussi une limite à ne pas dépasser vers le bas pour rester cohérent. De même, pour assurer une égalité de traitement avec les vélomoteurs (accessibles dès 14 ans à la suite de la réussite d'un examen théorique), la limite actuelle semble pertinente aux expert·e·s qui se sont exprimé·e·s à ce sujet.

Pour l'âge minimal pour conduire un VAE25, les expert·e·s estiment donc que la règle actuelle de 14 ans avec permis et 16 ans sans semble pertinente, mais la plupart pourrait aussi imaginer la baisser à 12 ans pour les raisons évoquées ci-dessus. Un expert s'est exprimé en faveur d'aucune limite d'âge pour le VAE25 pour faciliter l'accès au vélo et vu que les compétences se distinguent si peu d'un vélo mécanique.

Quant aux VAE45, les expert·e·s ne voient pas d'urgence pour changer l'âge limite car ils sont relativement coûteux et surtout adaptés pour les trajets pendulaires. Malgré cela, la plupart des expert·e·s ne trouve pas forcément cohérent d'avoir actuellement la même limite d'âge que pour les VAE25 vu les différences de compétences. De plus, un VAE45 permet de rouler nettement plus vite qu'un vélomoteur (limité à 30km/h), une limite d'âge de 16 ans semblerait donc plus pertinente. Là encore, l'âge limite devrait se situer en cohérence avec d'autres catégories, notamment les motos légères (limitées à 45km/h) accessibles dès 15 ans, mais avec l'obligation d'une formation pratique de base en plus d'un examen théorique.

Dans ce contexte, plusieurs expert·e·s ont mentionné l'examen vélo à l'école comme une possible base, mais cela nécessiterait une harmonisation au niveau suisse car aujourd'hui, l'existence d'un examen théorique et pratique varie fortement d'un canton à l'autre [212].

## 7.4 Méthodes de formation et groupes-cibles à distinguer

### 7.4.1 Méthodes

Les expert·e·s estiment que la **théorie** est importante surtout pour les personnes n'ayant pas eu récemment de formation théorique (notamment d'éducation routière à l'école) ou lors du passage d'un permis. Cela concerne donc surtout des personnes dès un certain âge. Il semblerait que si l'apprentissage de la théorie n'est pas assez récent, beaucoup d'aspects ne sont plus présents au quotidien et des changements de règles survenus entre-temps peuvent être inconnus.

La théorie pourrait selon les expert·e·s aussi se faire **à distance**, mais plusieurs posent la question comment s'assurer que les messages passent ?

Une formation **pratique** semble également importante pour les expert·e·s. Même si une solution unique pour tous les usagers et usagères est toujours difficile, les expert·e·s sont d'accord que la pratique est surtout importante pour le VAE45.

Souvent des cours facultatifs sont préférés à une formation obligatoire. Cependant, il se pose la question comment réussir à attirer les gens à un **cours facultatif**. Pour les rendre attractifs, le fait de passer plutôt par l'offre de sorties et autres événements plutôt que des cours au sens strict a été évoqué. Quant aux canaux de diffusion, plusieurs expert·e·s ont évoqué la possibilité de s'appuyer sur les marchand·e·s de vélos qui pourraient effectuer une initiation pratique. Ils et elles proposent que la vente d'un VAE (en tout cas d'un VAE45) devrait être liée à une initiation car il s'agit d'un produit sensible en termes de sécurité. Dans ce cas, il se poserait par contre la question comment gérer tous les usagers et usagères qui en ont déjà un VAE.

### 7.4.2 Groupes-cibles

Même si de nombreux expert·e·s verraient aussi un intérêt à mélanger tous les groupes d'âge dans les mêmes cours et que les contenus seraient majoritairement les mêmes, il y a une tendance forte qui se dessine pour distinguer trois groupes-cibles :

- les jeunes jusqu'à 20 ou 25 ans environ
- ensuite un grand groupe d'adultes
- puis un groupe de personnes âgées à partir d'environ 60 ou 65 ans

Comme pour l'âge limite, il n'est pas si évident de distinguer différents groupes selon l'âge car ce n'est qu'un critère parmi d'autres. Distinguer les groupes d'âge se justifie par différentes formes d'attention et de méthodes d'enseignement ainsi que par l'état des connaissances et la durée du temps évolué depuis le passage du permis de conduire et de l'éducation routière à l'école ou encore des contenus pertinents (questions de prise de risque pour les jeunes p.ex. et nouvelles règles pour les personnes âgées).

Par contre, vis-à-vis des grandes différences au sein de ces groupes d'âge, une répartition supplémentaire (ou alternative) basée sur le niveau d'aisance des usagers et usagères de VAE est envisagée par les expert·e·s. Un autre aspect qui pourrait être pris en compte est le genre. Plusieurs expert·e·s ont en effet observé dans les cours pour VAE qu'à partir d'un certain âge, les hommes peuvent être réticents à participer à un cours mixte et les femmes être moins à l'aise. Les expert·e·s évoquaient aussi la possibilité de proposer différents modules qui ne viseraient pas tous les groupes (une introduction pour tout le monde, ensuite pratique différenciée et contenus théorie aussi pour différents groupes-cibles).

## 8 Synthèse de la partie empirique

Dans cette deuxième synthèse intermédiaire, les résultats des entretiens avec les usagers et usagères ainsi qu'avec les expert·e·s sont comparés et des conclusions en sont tirées pour la suite de l'étude. Ensuite, un catalogue de compétences adapté en fonction des résultats est proposé, ainsi que des conclusions par rapport aux groupes-cibles à distinguer et aux méthodes à utiliser pour le concept de formation.

### 8.1 Comparaison des résultats des entretiens

Les tableaux suivants présentent une synthèse des résultats des deux types d'entretiens pour chaque compétence du catalogue utilisé comme base (cf. chapitre 3.2).

Pour le maniement et l'entretien du VAE (niveau 1), les aspects évoqués par les usagers et usagères ne diffèrent que très peu des expert·e·s et se complètent essentiellement plutôt que de se contredire (cf. Tab. 15).

**Tab. 15** Compétences de niveau 1 : maniement et entretien du véhicule

Compétence	Synthèse des entretiens avec les usagers et usagères	Synthèse des entretiens avec les expert·e·s
<b>Contrôle régulier du véhicule</b> : position de conduite, accessoires bien fixés, recharge de la batterie	Une majorité d'enquêté·e·s indique vérifier l'état de la batterie et des pneumatiques avant de prendre la route. La batterie nécessite dans certains cas quelques adaptations organisationnelles. Le troisième élément le plus évoqué faisant l'objet de contrôle sont les freins. Seule une minorité évoque le contrôle des phares, de la chaîne et des accessoires fixés.	
<b>Entretien mécanique régulier du VAE</b> (contrôle de l'usure des freins, pneus, chaîne)	De manière générale, l'entretien mécanique est délégué aux magasins et ateliers vélo.	L'entretien nécessite pour certaines tâches le soutien d'un·e professionnel·le et se fait de manière générale moins soi-même que pour un vélo mécanique. Les VAE plus coûteux sont en général très bien entretenus et en bon état ce qui peut même réduire les compétences nécessaires pour les utiliser par rapport à un vélo mécanique en mauvais état (avec p.ex. de mauvais freins).
<b>Connaissance des propriétés du VAE</b> (poids, vitesse, assistance) maintien de l'équilibre, pédalage, changement de vitesse & gestion niveau assistance	La majorité des enquêté·e·s déclarent ne pas rencontrer de difficultés particulières dans le maniement, le changement de vitesse ou l'équilibre dans leur usage du VAE. Les difficultés concernent néanmoins davantage les usagers et usagères plus âgés (80+).  Le transport d'enfants et de paniers à l'avant du VAE déstabilise davantage le véhicule.	Pour les seniors avant tout (et les personnes n'ayant plus fait de vélo depuis longtemps), la maîtrise des niveaux de l'assistance électrique et des vitesses se révèle importante et ne pas aller de soi.  Le démarrage peut représenter un défi pour certains seniors, mais les développements techniques font qu'aujourd'hui celui-ci est maîtrisé par le VAE pour ne pas provoquer de chutes au démarrage trop rapide.

<p><b>Choix des vêtements adaptés</b> aux conditions, port correct des équipements de sécurité (casque, gilet, etc.), lumières, équipement du vélo pour l'hiver (pneus, garde-boue)</p>	<p>Tou-te-s les participant-e-s à l'enquête déclarent porter un <b>casque</b>, souvent acquis lors de l'achat du VAE, au même titre que les cadenas, sacoches et rétroviseurs.</p> <p>La moitié des personnes interrogées déclarent également s'équiper <b>d'accessoires réfléchissant</b>, bien que les Romand-e-s semblent apprécier une certaine sobriété par rapport aux Suisses alémaniques. Parmi les cyclistes qui roulent l'hiver, une faible majorité porte des accessoires réfléchissants.</p> <p>Une majorité d'enquêté-e-s en Suisse romande est dotée d'un <b>rétroviseur</b> (dont tous les cyclistes à VAE45 car la loi le requiert). En Suisse alémanique, peu de personnes interrogées ayant un VAE25 ont un rétroviseur.</p>	<p>En raison de la vitesse plus élevée (en particulier pour les VAE45 - cf. Niveau 2), la <b>visibilité</b> est d'autant plus importante pour les VAE, l'obligation d'avoir des <b>phares de jour</b> est positive.</p>
<p><b>Connaissance des caractéristiques physiques et limites du VAE</b> : technique de freinage, risques de glissade</p>	<p>De manière générale, le <b>freinage</b> et l'<b>accélération</b> ne constituent pas un problème particulier chez les usagers et usagères à VAE25, bien que cela puisse nécessiter un temps d'adaptation. Les difficultés concernent davantage les <b>VAE45 plus délicats sur surfaces glissantes et mouillées</b>.</p> <p>La majorité des personnes interrogées ne considèrent pas le poids plus élevé du VAE comme un problème, sauf occasionnellement dans les virages ou lorsqu'il faut soulever ou pousser le VAE.</p>	<p>Avec le développement de technologies (p.ex. l'assistance qui soutient graduellement lors du démarrage ou l'ABS qui est maintenant disponible pour les VAE, même si c'est encore peu répandu) et le fait que le moteur placé « au centre » du VAE est de loin le plus répandu, les compétences nécessaires diminuent, le vélo permet d'en compenser certaines exigences comme le poids plus lourd.</p>

Pour la maîtrise des situations de circulation (niveau 2), les usagers et usagères ont également relevé en grande majorité les mêmes points que les expert-e-s (cf. Tab. 16).

**Tab. 16** Compétences de niveau 2 : Maîtrise des situations de circulation

Compétence	Synthèse des entretiens avec les usagers et usagères	Synthèse des entretiens avec les expert-e-s
<p><b>Connaissance et respect des règles</b> de circulation (priorités, feux, signalisation)</p>	<p>Certaines <b>règles</b> de la circulation demeurent non-maîtrisées (panneaux de signalisation, règles de dépassements, passages interdits aux vélomoteurs, phares). De manière générale, les cyclistes apprécient particulièrement une infrastructure dédiée aux cycles. Néanmoins, une bonne connaissance des règles de circulation constitue l'une des compétences les plus citées par les usagers et usagères interrogés pour rouler sereinement à vélo à assistance électrique. Il est intéressant de noter que la quasi-totalité des répondant-e-s possèdent un permis de conduire et une voiture dans leur ménage, ce qui implique une maîtrise du code de la route.</p> <p>Une large majorité des cyclistes déclarent <b>enfreindre certaines règles de la circulation</b> (feux de circulation, trottoir, rouler avec des VAE45 dans des zones qui leur sont interdites.), le plus souvent pour des raisons de sécurité.</p>	<p>Pour le <b>VAE45, les interdictions de circuler sur certaines infrastructures</b> accessibles aux VAE25 ne sont pas connues par tout le monde. Pour les personnes qui ont fait une formation théorique au code de la route il y a longtemps, les <b>règles ou comportements à adopter dans de « nouveaux » aménagements</b> comme les giratoires ne sont pas toujours connues et nécessitent un rafraîchissement</p>

<p><b>Observation et filtrage des informations visuelles :</b> Interprétation des comportements des autres usager-ères, reconnaître les signaux, communication</p>	<p>Toutes les personnes interrogées ont déjà vécu des situations dans lesquelles leur <b>comportement a été mal évalué ou non respecté par les automobilistes</b> (refus de priorité, emportierage, mauvaise évaluation de la vitesse des VAE, souvent sous-estimée). Les personnes qui se déplacent souvent en VAE en font très souvent l'expérience. Elles savent donc qu'elles doivent penser pour les autres, en particulier pour les automobilistes.</p>	<p>En raison de la vitesse plus élevée (en particulier pour les VAE45) ces <b>compétences doivent être plus développées</b> que pour la conduite d'un vélo mécanique.</p>
<p><b>Comportement partenarial</b> envers autres usagers et usagères de la route et en particulier celles et ceux qui sont plus vulnérables (piétons p.ex.)</p>	<p>Bien que la plupart des accidents se produisent sans impliquer d'autres usagers et usagères de la route (glissades, freinages d'urgence), les « <b>near misses</b> » sont quant à eux évoqués dans une majorité des cas (priorité de droite non respectée par les automobilistes, refus de priorité dans les giratoires, emportierage, etc.)</p>	<p>Le comportement partenarial est mutuel, il faut se comporter de manière prudente, mais les cyclistes peuvent aussi s'attendre à ce que les autres usagers et usagères et usagères de la route adoptent aussi un comportement partenarial, mais vu leur faiblesse vis-à-vis des modes motorisés, cela nécessite une <b>vigilance</b> de leur part.</p>
<p>Comportement de conduite dans les <b>carrefours giratoires</b> (rouler au milieu, regard en arrière, signaux de la main) et <b>tourne-à-gauche</b> (regard en arrière, signaux de la main, présélection)</p>	<p>La majorité des personnes interrogées ont décrit rouler au milieu des giratoires et de faire la présélection en indiquant la direction dans les carrefours, bien qu'en Suisse romande, les enquêtés déclarent toutefois ne pas le faire systématiquement. Néanmoins, pour les personnes se positionnant au milieu du giratoire, prendre sa place dans les giratoires demeure une <b>tâche compliquée</b> et génère un <b>sentiment d'insécurité</b>.</p> <p>Bien que faisant l'objet de moindres inquiétudes en comparaison avec les <b>giratoires</b>, les enquêtés en Suisse romande déclarent ne pas se sentir à l'aise dans ces aménagements.</p>	<p>Ici, la grande différence provient du fait que les autres usagers et usagères de la route (en particulier les automobilistes et autres motorisés) <b>sous-estiment la vitesse des VAE</b>, de tous en montée et surtout du <b>VAE45</b> en situation plate, et peuvent ainsi <b>couper la priorité aux VAE</b> ou les <b>dépasser avec trop peu de marge</b>.</p>
<p><b>Anticipation</b> des situations et <b>adaptation de la vitesse</b> aux conditions météorologiques (humidité, revêtement) et au trafic (heures de pointe), distance de sécurité (coup de la portière), conduite défensive</p>	<p>L'utilisation du VAE implique également de <b>nouvelles routines</b> (anticiper la météo, choisir le bon équipement en fonction des conditions météorologique et de sécurité).</p> <p>La <b>maitrise de la vitesse</b> et <b>l'anticipation</b> constituent les compétences les plus évoquées comme nécessaires lors des entretiens.</p> <p>De manière générale, les enquêtés déclarent <b>éviter les axes à fort trafic motorisé</b> dans la mesure du possible et <b>privilégier les itinéraires aménagés pour les vélos</b>. Le transport d'enfant détermine d'autant plus le choix pour des itinéraires sécurisants et aménagés pour les cycles.</p>	<p>Ici encore, le <b>poids plus élevé et la vitesse plus élevée</b> jouent un certain rôle</p>
<p>Maintien des <b>marges de sécurité</b></p>	<p>La majorité des personnes interrogées indiquent <b>maintenir les marges de sécurité</b> sur la chaussée.</p>	<p>Ce point s'adresse autant aux cyclistes (p.ex. <b>marges le long de stationnement latéral</b> pour éviter le coup de la portière, en particulier pour un VAE45 qui s'approche relativement vite) qu'aux <b>autres usagers et usagères de la route</b> qui dépassent une personne à VAE ou qui sortent d'une place de parc.</p>
<p>Vérification de <b>l'angle mort</b></p>	<p>(ce point n'a pas été abordé avec les usagers et usagères – il est toutefois intéressant à noter aussi que cet aspect n'a pas été mentionné spontanément dans les entretiens, ce qui appuie l'importance d'une sensibilisation)</p>	<p>La <b>sensibilisation</b> des cyclistes par rapport au fait de pouvoir se trouver dans l'angle mort d'un bus ou camion est un enjeu important tant que l'infrastructure ne réduit pas encore ce risque.</p>

Pour les niveaux 3 et 4, les expert-e-s ayant estimé que ces niveaux ne diffèrent guère de tout autre mode de déplacement, nous ne présentons ci-dessous que les aspects évoqués par les usagers et usagères (cf. Tab. 17 et Tab. 18). Selon les réactions des personnes interviewées il s'avère que la pratique du VAE diffère notamment en ce qui concerne le respect des règles. Si elles sont enfreintes, c'est le plus souvent pour des raisons de sécurité ou en absence d'autres usagers et usagères, donc pas dans le sens d'une prise de risque plus élevée mais justement en tenant compte d'une évaluation des risques.

**Tab. 17** Compétences de niveau 3 : Intentions du trajet

Compétence	Synthèse des entretiens avec les usager-ères
<b>Planification</b> des déplacements en VAE selon la dangerosité de l'itinéraire, le trafic (heures de pointe), les conditions externes (jour/nuit, sec/humide, neige/verglas), le type de trajet (motif, temps à disposition)	De manière générale, les cyclistes interrogé-e-s déclarent <b>éviter les axes à fort trafic motorisé et privilégier les itinéraires aménagés pour les cycles</b> . En cas de <b>pluie ou de neige</b> , une majorité de participants préfèrent <b>renoncer</b> à leur trajet à VAE.
Gestion du <b>budget-temps</b> et de la pression de l'horaire	Il n'y a <b>pas eu de retour homogène</b> à propos du moyen de transport utilisé par les personnes interviewées lorsqu'elles sont pressées par le temps. Alors que certains préfèrent la voiture, d'autres utilisent le vélo électrique.
<b>Buts et motifs</b> du trajet	De manière générale, les usagers usagères ont une <b>idée claire</b> des usages qu'ils/elles font de leur VAE.
<b>Planification</b> de l'itinéraire, orientation	Une large majorité des répondant-e-s utilisent des <b>applications mobiles</b> pour planifier leurs itinéraires, avec une préférence pour Google Maps.
Estimer la <b>capacité personnelle à la conduite</b> sur le moment.	La <b>consommation d'alcool</b> ne constitue pas un facteur dissuasif pour rouler à VAE si les normes légales sont respectées. Certaines personnes interrogées ont toutefois évoqué le fait qu'elles appliquaient d'autres critères de capacité de conduite à VAE, c'est-à-dire elles rouleront encore à VAE dans un état dans lequel elles ne prendraient plus la voiture. Il importe toutefois de noter que les conséquences ne sont pas les mêmes selon le véhicule utilisé.  D'autres types de distractions comme le portable ou des pensées ailleurs n'ont pas été mentionnés.

**Tab. 18** Compétences de niveau 4 : Modes de vie et objectifs de vie

Compétence	Synthèse des entretiens avec les usager-ères
Comprendre <b>l'influence de la personnalité</b> et des objectifs de vie personnels	Une grande majorité des personnes interrogées indiquent trouver une <b>différence dans leur attitude de conduite au VAE par rapport au vélo conventionnel ou à la voiture</b> . Certaines personnes évoquent un <b>gain de confiance/sentiment de puissance</b> obtenu grâce au VAE, l'appréciation de la vitesse, malgré qu'ils soient conscient des risques associés. D'autres évoquent le <b>sentiment de liberté</b> à vélo, les amenant à enfreindre certaines règles qu'ils respecteraient si ces derniers circulaient en voiture. Un certain nombre de cyclistes déclarent également avoir le sentiment de devoir <b>donner l'exemple</b> pour restaurer la mauvaise réputation du/de la cycliste. Finalement, une grande partie des enquêté-e-s évoquent également le <b>sentiment de colère</b> que provoque les automobilistes et une conduite plus prudente et défensive à VAE.  La majorité des <b>novices</b> déclarent se sentir plus en confiance sur leur VAE que sur un vélo mécanique.

## 8.2 Conclusions des entretiens

La comparaison de tous les résultats des entretiens menés – y compris les aspects qui dépassent l'une ou l'autre compétence spécifique – nous mène à trois grandes conclusions à retenir pour la suite de cette étude.

Premièrement, il **convient de différencier VAE25 et VAE45**, même s'il n'y a pas de différence d'accidentologie [213]. Tandis que les VAE25 ne se distinguent pas vraiment des

vélos mécaniques (la seule différence marquée étant de maintenir des vitesses plus élevées en montée), les VAE45 sont plus lourds et roulent en moyenne clairement plus rapidement. Cela nécessite d'autres compétences, autant de la part des cyclistes que des autres usagers et usagères de la route qui tendent à sous-estimer leur vitesse. Alors qu'un ménage sur cinq en Suisse possède aujourd'hui un VAE et que ces vélos existent désormais depuis une vingtaine d'années, les automobilistes devraient s'y être habitué·e·s, mais nous constatons que ce n'est pas encore le cas, en particulier leur vitesse est toujours sous-estimée vu qu'il est difficile de les distinguer des autres vélos.

Deuxièmement, pour une série de compétences particulières aux VAE, **des outils** comme le rétroviseur peuvent réduire les exigences que le/la cycliste doit assurer et les **développements technologiques** jouent un rôle important également : de plus en plus le VAE régle « tout seul » l'assistance (notamment au démarrage où cela est déjà le cas et ne nécessite pas de compétence particulière contrairement aux premières générations de VAE)<sup>39</sup>.

Troisièmement, tous nos entretiens, autant avec les expert·e·s qu'avec les usagers et usagères, ont confirmé que notre approche qui pose les compétences individuelles nécessaires pour la conduite sûre d'un VAE au centre d'un système influencé par **l'infrastructure, les autres usagers et usagères de la route** ainsi que le VAE en tant que **véhicule** avec des équipements spécifiques est très pertinente.

Sur la base des schémas présentés dans les premiers chapitres de cette étude par rapport à la sécurité routière, nous proposons pour synthétiser nos résultats un « système de sécurité à VAE » (cf.

Fig. 34).

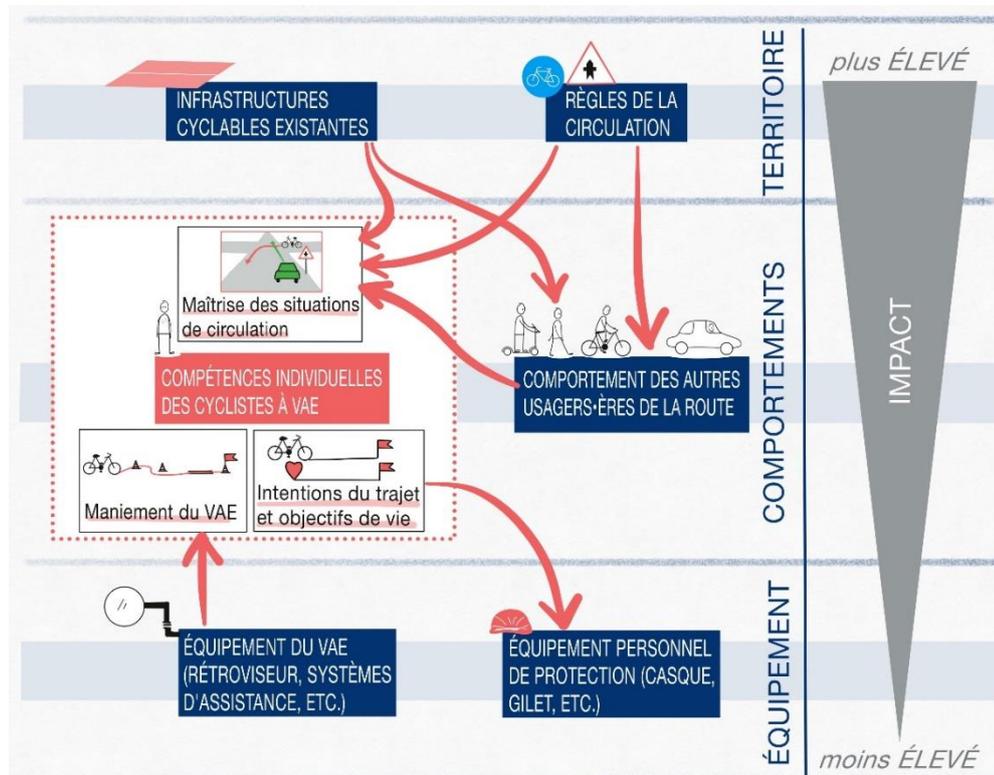


Fig. 34 Système de sécurité à VAE. Source : bfm.

Ainsi, les entretiens ont confirmé que les **compétences nécessaires dépendent de l'infrastructure** actuellement disponible dans les villes ou régions en question et varient

<sup>39</sup> cf. p.ex. <https://www.velojournal.ch/magazin/news-detail/bosch-smart-system-hallo-welt>.

selon ces dernières. Même si cette infrastructure diffère entre communes et régions suisses, elle est malgré tout de manière générale à un stade de développement similaire qui ne justifierait donc pas de distinguer des régions où les compétences diffèrent. D'autres études ont également montré que le niveau d'aisance ou de compétence ne varie pas, entre Suisse alémanique et romande notamment [213]. Cependant, par le choix d'itinéraires, les cyclistes peuvent actuellement parfois les contrebalancer, mais les déplacements sont ainsi fortement restreints et cette stratégie est réalisable pour des balades et trajets de loisirs à la campagne plus que des déplacements utilitaires au sein d'agglomérations.

Il faut donc, en particulier vu le nombre de surfaces partagées ou d'infrastructures cyclables sans séparation physique présentes actuellement en Suisse, aussi **agir sur les autres usagers et usagères de la route**. Le comportement partenarial est aussi quelque chose à laquelle il faut pouvoir s'attendre de la part des autres, ce qui n'est actuellement souvent pas le cas, il y a donc une nécessité d'agir là-dessus aussi.

### 8.3 Catalogue adapté des compétences, capacité et aptitude

Le catalogue de compétences initialement proposé (cf. chapitre 3) a été adapté suite aux résultats des entretiens et complété par la capacité et l'aptitude à la conduite d'un VAE (cf. Tab. 19), pour servir de base pour le concept de formation (cf. chapitre 11). De manière générale, aucune compétence supplémentaire n'a été identifiée mais certaines ont été séparées en deux, regroupées ou encore développées. Toutefois, nous avons reformulé les compétences et ne faisons plus de séparation entre compétence et objectif – l'objectif étant pour chaque compétence d'acquiescer cette dernière.

Pour les niveaux 3 et 4, il s'est avéré que les compétences requises ne sont que peu spécifiques au VAE, mais s'appliquent de manière générale à tous les modes de transport. Cependant, la circulation à VAE présente des risques, notamment en raison de l'absence de carrosserie à même de protéger l'individu et de la sous-estimation par les autres usagers et usagères de la route. Les niveaux 3 et 4 constituent donc une base importante pour se déplacer en sécurité et seront intégrés au concept de formation, même si leur développement dépasse le cadre de ce travail de recherche.

Quant aux niveaux 1 et 2, il y a un grand nombre de compétences qui diffèrent peu voire pas du tout d'un vélo sans assistance électrique. C'est pourquoi nous avons regroupé ces compétences en deux types : celles qui s'appliquent à tout vélo et celles spécifiques aux VAE25 et/ou les VAE45, étant donné que ces deux types ne sont pas non plus toujours identiques.

Pour tenir compte de l'importance et de l'interdépendance entre les compétences individuelles nécessaires et les autres éléments du système de sécurité cyclable, nous avons relevé, en orange dans le catalogue, les compétences qui dépendent de l'infrastructure et/ou des autres usagers et usagères et/ou de l'équipement (technologique) du VAE. En effet, pour certaines compétences, les cyclistes ne peuvent pas les garantir seule·e·s. Dans un giratoire, par exemple, les automobilistes et l'infrastructure jouent un rôle prépondérant. La qualité du revêtement, l'absence de voie de tram ou de voiture sur la droite, la trajectoire de la route nécessitant de freiner avant un virage influent sur la capacité à signaler sa direction d'un geste de la main.

Il est important de se souvenir aussi que le catalogue de compétences ne représente qu'une partie de la matrice GDE et qu'elle contient aussi l'évaluation du risque lié à chaque compétence et l'auto-évaluation par rapport à celle-ci (cf. chapitre 3). Nous avons donc repris ici ces deux aspects qui ne figuraient pas dans le catalogue de compétences proposé initialement.

Enfin, nous proposons d'intégrer au même catalogue aussi l'aptitude et les capacités à la conduite d'un VAE. À la suite des retours des expert·e·s lors de l'atelier (cf. chapitre 9), nous avons donc ajouté un socle au catalogue de compétences : pour faire du vélo, il faut disposer à la fois de la capacité et de l'aptitude, à savoir d'un état physique et psychique

momentané (capacité) et général (aptitude), par exemple en termes de force, d'acuité visuelle, et de cognition.

**Tab. 19** Catalogue de compétences, capacité et aptitude à la conduite d'un VAE adapté, orange = compétences qui dépendent de l'infrastructure et/ou des autres usagers et usagères et/ou de l'équipement (technologique) du VAE

	4) Mode de vie et objectifs de vie	Connaître et savoir gérer les risques liés à l'influence de sa personnalité sur son comportement de conduite et disposer de stratégies pour les minimiser (gestion de l'impulsivité, prise de conscience quant à la recherche du risque, besoin d'autonomie envers le respect de règles, responsabilité, sous-estimation du danger, surestimation de ses compétences).		Evaluation du risque Auto-évaluation
		Connaître et savoir gérer les risques liés à son besoin de reconnaissance et d'appartenance à un groupe et sa propension à des comportements à risque et développer des stratégies pour les minimiser (attributs de genre, attentes culturelles, comportements exploratoires lors de l'adolescence).		
	3) Intentions du trajet	Connaître et savoir estimer l'influence des circonstances sur le niveau de risque d'un trajet et disposer des stratégies pour minimiser les risques, par ex. <ul style="list-style-type: none"> <li>le motif du trajet</li> <li>la condition physique et psychique personnelle (alcool, autres substances, stress, émotions fortes, fatigue)</li> <li>la pression sociale (groupe)</li> </ul>		
		Connaître et savoir estimer l'influence des facteurs de planification sur le niveau de sécurité d'un trajet et disposer des stratégies pour les minimiser, notamment : <ul style="list-style-type: none"> <li>la planification du temps (gestion de la pression de l'horaire)</li> <li>la planification de l'itinéraire et du stationnement</li> <li>les conditions externes (jour/nuit, sec/humide, neige, verglas)</li> <li>le choix du véhicule</li> </ul>		
Compétences	<b>Compétences similaires aux vélos sans assistance électrique :</b>		<b>Compétences spécifiques aux VAE :</b>	
	Connaître et respecter les règles générales de circulation (priorités, feux, signalisation) et connaître le risque de ne pas les suivre		Connaître et respecter les règles qui s'appliquent en particulier aux VAE (25 et 45) et connaître le risque de ne pas les suivre	
	Comportement de conduite dans les <b>carrefours giratoires</b> (rouler au milieu, regard en arrière, signaux de la main) et <b>tourne-à-gauche</b> (regard en arrière, signaux de la main, présélection, tourner sans couper le virage)  <b>Observer et filtrer des informations visuelles</b> : interprétation des comportements des autres usagers et usagères, vigilance envers la sous-estimation de la vitesse et les refus de priorité, reconnaître les signaux, communication  Adopter un <b>comportement partenarial</b> et notamment à l'égard des usagers et usagères plus vulnérables (piétons p.ex.) Maintenir les <b>marges de sécurité</b> (notamment éviter le « coup de la portière ») Vérifier de ne pas se trouver dans l' <b>angle mort</b> d'un véhicule  Adopter une « <b>conduite défensive</b> » : prise de conscience des probables erreurs des autres et sa propre vulnérabilité à vélo, <b>anticipation</b> des situations (conduite avec assez de marges) et <b>adaptation de la vitesse</b> aux conditions météorologiques (humidité, revêtement), aux différences jour/nuit et au trafic (heures de pointe)		Dans les carrefours giratoires et tourne-à-gauche, en particulier pour les VAE45 : <b>vigilance envers la sous-estimation</b> de la vitesse et les refus de priorité  <b>Anticipation de la sous-estimation de la vitesse</b> du VAE par les automobilistes  <b>Adaptation de la vitesse</b> aux conditions météorologiques (en particulier chaussées glissantes à VAE45)	
2) Maîtrise des situations de circulation				

	<p>Savoir rouler (manier les fonctions de base du vélo : démarrer, freiner, s'arrêter, tourner, etc.) et garder l'équilibre ; développer des automatismes afin d'avoir plus de capacités mentales pour réagir aux situations dans le trafic</p> <p><b>Contrôler régulièrement son vélo</b> : position de conduite, accessoires bien fixés (porte-bagage, siège enfants)</p> <p><b>Gérer l'entretien mécanique de son vélo</b> (soi-même ou en déléguant à un-e professionnel-le) : contrôle de l'usure des freins, pneus, chaîne, lumières</p> <p><b>Équiper son vélo pour l'hiver</b> (pneus, garde-boue)</p> <p><b>Choisir ses vêtements</b> adaptés aux conditions</p> <p>Porter correctement des <b>équipements de sécurité</b> (casque, gilet, etc.)</p>	<p>Connaître et savoir gérer les <b>propriétés, caractéristiques physiques et limites du VAE</b> (poids, vitesse, assistance) et les risques en cas de les ignorer : démarrage, maintien de l'équilibre, pédalage, technique de freinage, risques de glissade (particulièrement pertinent pour les VAE45), changement de vitesse &amp; gestion du niveau assistance</p> <p>Savoir gérer la <b>batterie</b> (anticiper la recharge)</p>	
<b>Capacité</b>	<p>Ne <b>pas conduire un VAE en état d'ébriété</b><sup>40</sup> ou sous l'influence de <b>médicaments psychotropes</b> ou de <b>stupéfiants</b><sup>41</sup></p> <p>Ne pas conduire un VAE sous <b>stress, émotions fortes</b> ou <b>fatigue</b></p> <p>Ne pas être distrait par l'accomplissement d'autres <b>tâches simultanées</b> (p.ex. téléphoner, écouter de la musique, etc.)</p>		
<b>Aptitude</b>	<p>Disposer des <b>bases</b> nécessaires à se déplacer sur un VAE dans le trafic :</p> <p><b>Bases physiques</b> : vue, ouïe et force, équilibre (contrôle kinesthésique pour maintenir le VAE en équilibre) et absence de maladies neurologiques, cardiovasculaires, du métabolisme, des organes respiratoires, de la colonne vertébrale et de l'appareil locomoteur (troubles ou pertes de la conscience, de l'équilibre, malaises, baisse de tension, taux de glucose, somnolence diurne, déformations ou paralysies à la suite de blessures ou opérations)</p> <p><b>Bases psychiques</b> : absence de troubles psychiques avec des effets importants sur la perception de la réalité, l'acquisition et le traitement de l'information, la réactivité, ou l'adaptation du comportement à la situation ; absence d'une dépendance rendant la personne inapte à conduire un VAE en toute sécurité</p> <p><b>Bases cognitives</b> : absence de troubles des fonctions cérébrales perturbant la conscience, l'orientation, la mémoire, l'intellect, la réactivité</p>		

## 8.4 Méthodes et groupes-cibles pour une formation au VAE

Tandis que les expert·e·s estimaient qu'une formation théorique devrait s'adresser avant tout aux personnes d'un âge avancé, les entretiens avec les usagers et usagères ont un peu nuancé cet aspect, montrant qu'un rappel des règles et en particulier de celles qui s'appliquent spécifiquement aux VAE semble pertinent pour toutes et tous.

Pour la pratique, les différents niveaux se sont révélés dans les deux types d'entretien et incitent à une offre variée de formation pratique afin de différencier les niveaux d'aisance ainsi que les VAE25 et VAE45.

Quant aux groupes-cibles, un certain consensus semble se dessiner pour distinguer, en plus d'une distinction des deux types de VAE, trois groupes selon l'âge : les jeunes, les personnes âgées et les personnes entre-deux. Si leurs limites ne semblent pas forcément claires, ces groupes se distinguent en termes de besoins mais aussi de formes et méthodes

<sup>40</sup> La conduite en état d'ébriété (alcool,  $\geq 1,25$  mg/l ou  $\geq 2,5\%$ ) avec d'autres moyens de locomotion tels qu'un vélo entraîne en règle générale la détermination de l'aptitude à la conduite (expertise de niveau 4) normalement sans retrait du permis de conduire [17].

<sup>41</sup> La conduite sous stupéfiants (toutes substances, THC uniquement en cas de consommation répétée avérée de THC) sur d'autres moyens de locomotion tels qu'un vélo, entraîne la détermination de l'aptitude à la conduite (expertise de niveau 4), en règle générale sans retrait du permis de conduire [17].

d'enseignement (rythme, durée, etc.). Cette distinction sera reprise dans le concept de formation, cependant elle nécessite aussi de futures recherches pour mieux comprendre comment les seniors en particulier peuvent être mieux adressés.

Enfin, en synthèse de tout ce que nous avons récolté au sujet des contenus et formes d'une formation à la pratique du VAE dans le cadre des entretiens, il apparaît qu'une offre modulaire s'avère pertinente afin d'adresser les bons contenus aux bons groupes-cibles. Cependant, cet aspect dépend aussi fortement du caractère facultatif ou obligatoire de la formation qui restait ouverte à ce stade de l'étude.

## 9 Atelier avec les parties prenantes

Ce chapitre présente les discussions menées dans le cadre d'un atelier avec les différentes parties prenantes. Le 24 novembre 2023, un atelier d'une après-midi a eu lieu à Berne. Trente-trois expert-e-s (cf. Tab. 20) ont discuté d'une première proposition de modules didactiques. L'atelier a débuté avec la présentation du projet de recherche et de l'état des travaux. Les questions de recherche, la matrice GDE, la méthodologie et les résultats intermédiaires ont été exposés. De même, le schéma de synthèse du système sécurité à VAE, le catalogue des compétences et la proposition de concept de formation ont été présentés. Il a aussi été souligné le fait que ce dernier a été conçu de manière modulaire et dans un cadre bien précis : promouvoir et encourager la pratique du VAE.

**Tab. 20** Expert-e-s ayant participé à l'atelier

Daniel Bachofner (Pro Velo)	Christophe Nydegger (TCS)
Lisia Bürgi (Swiss Cycling)	Martin Platter (Velosuisse)
Markus Dill (OFROU)	Kathrin Raess (Fonds für Verkehrssicherheit FVS)
Flurin Dörig (Swiss Cycling Guide)	Patrick Rérat (OUVEMA UNIL)
Katharina Endes (Pro Velo/Défi Vélo)	Dorothea Schaffner (FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie)
Léonard Farine (Tandem),	Daniel Schärer (2rad Schweiz)
Bruno Häberli (Pro Senectute Kanton Bern)	Marco Selenati (Kantonspolizei Zürich, Präventionsabteilung, Kinder-/Jugendinstruktion)
Désirée Hagmann (ZHAW, Psychologisches Institut, « Verkehrs, Sicherheits- & Umweltpsychologie »)	Bea Steinegger (Pro Senectute)
Markus Hess (L-drive Suisse)	Christine Steinmann (ATE)
Martin Hirsbrunner (Pro Senectute)	Stefan Valkanover (Uni Bern, Abteilung Sportpädagogik)
Bengt Kayser (OUVEMA UNIL)	Urs Walter (OFROU)
Jean-Pierre Knoblauch (TCS)	Kurt Wenger (président du BK, VSR)
Christoph Merkli (Pro Velo)	Jürg Wittwer (moniteur de cours de VAE)
Gilles Morel (Police neuchâteloise, groupe d'éducation et de prévention routière)	Bettina Zahnd (AG MFZ / EBP)
Daniel Morgenthaler (BFU)	

Après cette brève introduction par l'équipe de projet, le flambeau a été passé aux participant-e-s de l'atelier. Lors de moments de travail en groupe (d'environ 10 personnes), en sous-groupe (3-4 personnes) et de partage en plénière, les participant-e-s ont discuté autour de quatre blocs thématiques.

Les prochains sous-chapitres exposent, sous forme de compte-rendu, le contenu abordé lors de l'atelier. Les conclusions que nous en tirons feront l'objet du chapitre suivant.

### 9.1 Discussion des compétences les plus importantes pour faire du VAE

Cette question avait un double objectif : d'abord, elle avait le rôle « d'exercice de warm-up » et ensuite, elle a permis d'explorer d'éventuels éléments qui n'avaient pas été inclus dans le catalogue de compétences, capacité et aptitude, et, par conséquent, dans le concept de formation. Les réflexions ont d'abord été menées individuellement, en annotant sur des post-it des mots-clés, qui ont été partagés et discutés par la suite en groupe. De manière générale, presque la totalité des compétences mentionnées étaient déjà présentes dans le catalogue de compétences et dans le concept de formation. Néanmoins, certains éléments

de réflexion supplémentaire sont ressortis : comment traiter « l'évaluation du risque » en tant que compétence ? Comment intégrer les compétences physiques de base (équilibre, force, ...) ? Ces aspects ont été pris en considération dans l'élaboration du concept de formation (cf. chapitre 10) ainsi que dans le catalogue de compétences adapté présenté au chapitre précédent.

## 9.2 Discussion des contenus, méthodes et distinctions pour les modules proposés pour une formation au VAE

Lors de ce bloc thématique, chaque participant-e a reçu une version papier du concept de formation. Cette dernière comprenait – pour chacun des modules – une brève description, le niveau correspondant du catalogue de compétences, l'application selon le type de VAE, les groupes-cibles et le format (théorie/pratique). D'abord en sous-groupe, puis en groupe, les modules ont été analysés. Les discussions ont tourné principalement autour des questions suivantes : ces modules sont-ils pertinents ? Comment les mettre en œuvre de façon à ce qu'ils soient efficaces ? Quels types de VAE et quels groupes cibles viser ?

Selon certain-e-s expert-e-s, la liste proposée présentait trop de modules théoriques et trop peu de modules pratiques. A ce sujet, d'autres expert-e-s ont relancé sur le fait que les modules pratiques proposés pourraient être aussi théoriques. La théorie ne devrait de toute façon pas être enlevée, mais plutôt proposée sous d'autres formats plus ludiques ou avec l'utilisation de technologies comme la réalité virtuelle. Sur les modules du niveau 1, il a été souligné le besoin de consacrer plus de temps aux compétences de base et de les rendre captivants grâce à des contenus vidéo.

Ensuite a été discutée la question : « Comment traiter les niveaux 3 (intentions du trajet) et 4 (mode de vie et objectifs de vie) ? De manière séparée ou intégrée dans chacun des autres modules ? ». De manière générale, les principaux éléments lors des discussions en sous-groupe, puis en groupe élargi, concernaient le format d'application des modules, à savoir théorique ou pratique. Les niveaux 3 et 4 ne devraient pas être abordés de manière théorique, ou pour le moins, pas seulement de manière théorique. Idéalement, les éléments des niveaux 3 et 4 devraient être intégrés dans ceux des niveaux 1 et 2, faisant l'objet d'exemples pratiques (sur le terrain ou dans la salle d'enseignement). Les formats devraient être transversaux et digestes et les personnes chargées de la formation devraient être en mesure de donner des conseils et proposer des stratégies. La création d'une application pour téléphone portable focalisée sur les comportements et la prise de risque pourrait être aussi prise en considération. Il a également été mis en avant la question de la perception de soi et de l'auto-évaluation. Comment entraîner ces compétences ? La question nécessiterait des approfondissements ultérieurs. Elle reste cependant centrale, dépassant le domaine des VAE et comprenant tout type de véhicule.

De manière générale, d'après les expert-e-s, les modules devraient être accessibles à tous et toutes et intéressants, y compris pour les personnes les plus expérimentées. En outre, les modules devraient être proposés pour plusieurs niveaux de compétences et adaptés à plusieurs classes d'âge. Les personnes devraient pouvoir choisir librement le niveau de cours qu'elles souhaitent. Actuellement, ces divisions dans les cours ne sont généralement pas possibles en raison du faible nombre de participant-e-s.

Concernant la distinction entre VAE25 et VAE45, une majorité du groupe l'a jugée non nécessaire, tandis que d'autres ont estimé qu'elle était pertinente pour certains contenus. Ce point n'a d'ailleurs pas été discuté en détail par les différents groupes mais été considéré de manière générale pour tous les modules.

Ces retours ont été intégrés dans la version finale du concept de formation qui sera présenté dans le chapitre suivant et auquel les expert-e-s ont pu réagir une deuxième fois par écrit en février 2024.

### 9.3 Discussion des avantages et désavantages d'un permis pour VAE (examen et/ou cours obligatoire)

Lors de la dernière partie de l'atelier, les participant·e·s se sont penché·e·s sur quatre options, dont trois envisageaient la possibilité d'introduire un permis de conduire aux VAE (soit un permis spécifique et supplémentaire) :

1. La première option représente le statu quo : des cours sont disponibles sur inscription volontaire, un permis (« vélomoteur » ou autre, examen théorique) est nécessaire pour les VAE45 et pour les VAE25 entre 14 et 16 ans.
2. La deuxième option propose un examen théorique obligatoire spécifique aux VAE.
3. La troisième option inclut un examen théorique et pratique obligatoire spécifique aux VAE.
4. La quatrième option propose un cours théorique et pratique obligatoire, mais sans examen.

Les expert·e·s ont discuté d'abord en sous-groupe et puis en groupe de ces options. Les paragraphes suivants détaillent les principaux éléments.

#### 9.3.1 Option 1 – Statu quo (cours facultatifs existants)

Selon les expert·e·s, de manière générale, les cours facultatifs existants (cf. encadré ci-dessous) permettent de garder une certaine attractivité des VAE. Les personnes qui participent sont motivées et disposées à payer. Une telle offre se base sur la responsabilité individuelle et peut être adaptée selon les besoins et les intérêts des participant·e·s. Cependant, le taux de participation reste faible et les groupes-cibles ne participent pas tous, en particulier certaines personnes dont il est estimé qu'elles auraient besoin d'une formation (p.ex. celles et ceux n'ayant pas fait du vélo depuis un certain temps ou n'ayant pas de connaissances (actuelles) suffisantes du code de la route). A l'heure actuelle, les cours ne sont en général pas divisés par groupe d'âge ou par besoin. Cet aspect comporte le risque de créer des cours avec un public trop hétérogène, entravant un apprentissage efficace pour tout le monde.

##### **Cours pour VAE existants en Suisse**

Des cours pour VAE sont été organisés en Suisse par différents acteurs tels que les principales organisations liées au vélo ou à la mobilité (notamment PRO VELO et le TCS) ainsi qu'aux seniors (Pro Senectute) mais aussi des acteurs privés comme des fournisseurs, des magasins ou des (auto-)écoles. De même, des collaborations entre organismes publics et organisations spécialisés afin de promouvoir l'utilisation du VAE ont été mises en place. De manière générale, les formations se déroulent sur une demi-journée et sont composées d'une partie théorique et d'une partie pratique dans un endroit sécurisé (p.ex. cour d'école). Ainsi, ces cours semblent reprendre au moins dans les grandes lignes la proposition du BPA qui a élaboré un manuel pour les cours facultatifs (disponible en allemand, traduction en français en cours) et forme les moniteurs et monitrices de ces cours et les certifie pour assurer leur qualité. Les niveaux de compétences de la matrice GDE (cf. chapitre 8.3) touchés par les cours existants semblent principalement le 1 et le 2, tandis que le BPA intègre les quatre niveaux. Les groupes cibles ne sont souvent pas mentionnées, sauf pour des cours organisés pour seniors.

Ces dernières années, les expert·e·s constatent une baisse de participation aux cours pour VAE sur route. Différentes raisons sont évoquées pour l'expliquer : il n'existe pas de vue d'ensemble pour l'offre de cours et une variété d'organisations qui en proposent ; le soutien par les pouvoirs publics n'est pas suffisant pour atteindre une meilleure efficacité ; souvent les néophytes à VAE surestiment leurs compétences (c'est en particulier remarqué par Pro Senectute) ; certains cours sont trop théoriques ou techniques et n'invitent pas à y participer et les cyclistes utilisant un VAE ne voient pas assez l'intérêt ou le gain de suivre un cours. Il est aussi relevé qu'il n'y a pas de standardisation des contenus des cours, à l'exception de ceux enseignés par des instructeurs et instructrices ayant suivi la formation du BPA.

En outre, il existe selon les expert·e·s une nécessité de labéliser l'offre car tout le monde peut proposer des cours. Le Fonds de la sécurité routière fixe des critères de qualité qui conditionnent son soutien financier mais tous les cours existants ne sont pas standardisés

et cela ne permet pas un contrôle de la qualité du contenu. De manière générale, l'organisation de cours facultatifs demande des ressources financières et temporelles importantes (mais le moins de toutes les options discutées), en ayant un impact limité sur la prévention des accidents.

### 9.3.2 Option 2 – Examen de théorie spécifique au VAE

Une telle option permet selon les expert·e·s de généraliser des connaissances minimales, toute personne conduisant un VAE devant faire preuve des mêmes notions de base, y compris celles spécifiques aux VAE45, absentes dans les examens actuellement en vigueur. Les contenus seraient ainsi standardisés, permettant de veiller à une certaine qualité. Cependant, ceci serait un traitement inégalitaire par rapport aux personnes utilisant des vélos musculaires. D'autant plus que les VAE25 sont normalement assimilés aux vélos sans assistance électrique, même si ce n'est pas le cas dans la loi où ils sont traités de « cyclomoteurs légers ». Un examen serait peu utile pour les personnes – très majoritaires – qui possèdent déjà un permis de conduire. L'apprentissage nécessaire à la réussite de l'examen a été mentionnée par les expert·e·s comme un potentiel facteur de désistement pour les personnes qui ont des difficultés d'apprentissage. Des cours qui resteraient facultatifs pour s'y préparer seraient suivis avec réticence. L'absence d'une partie pratique est vue aussi comme aspect négatif. Cette option diminuerait donc l'attrait du VAE et ses apports bénéfiques sur la santé publique. En outre, les expert·e·s ont soulevé qu'elle pose des questions concernant le contrôle, en particulier pour les VAE25 qui n'ont pas de plaque d'immatriculation, l'usage se fait donc pas nécessairement uniquement par la personne qui possède le VAE. La législation suisse serait différente de celle européenne (et ailleurs), rendant la pratique du VAE en Suisse moins attractive. Pour l'option 2 ainsi que pour les deux options suivantes, il a aussi été relevé la question de comment traiter les VAE déjà en circulation – dans le sens des « droits acquis », il faudrait décider si tous les usagers et usagères de VAE seraient traité·e·s de la même manière ou si de nouvelles règles ne s'appliqueraient qu'aux personnes qui achèteraient un VAE à partir d'une certaine date.

### 9.3.3 Option 3 – Examen de théorie et pratique spécifique au VAE

De manière analogue à l'option 2, l'option 3 permet selon les expert·e·s de mener un contrôle généralisé des compétences, où tous les conducteurs et toutes les conductrices de VAE sont concernées de manière égale. A la différence de l'option précédente, l'examen comprend également la pratique et permet d'intégrer les notions spécifiques au VAE. Cet aspect pourrait donc améliorer les compétences de conduite et les connaissances théoriques. En général, l'option 3 présente les mêmes réflexions critiques que l'option 2 : il existe la difficulté – voire l'impossibilité – de contrôler les VAE25, n'ayant pas de plaque, et l'investissement financier, temporel et administratif est conséquent. Le caractère obligatoire – et le temps nécessaire pour se préparer à l'examen – serait un effet dissuasif à l'usage du vélo, même si certain·e·s expert·e·s soulignent l'absence d'expérience pour démontrer un éventuel effet négatif car aucun pays n'en a fait l'expérience jusque-là. De même, une question concernant l'examen se pose : qu'est-ce qui se passe en cas d'échec ?

### 9.3.4 Option 4 – Cours obligatoires (théorie et pratique) mais sans examen

L'obligatorité permet selon les expert·e·s, aussi pour cette option, d'atteindre toute personne concernée, sans pourtant créer des pressions par un examen. Cependant, l'engagement et la motivation des participant·e·s, des formateurs et des formatrices pourrait manquer. Même sans examen, cette option pourrait aussi entraver la promotion du vélo et demander des procédures administratives onéreuses, notamment pour la formation de moniteurs et monitrices et de certification des cours pour garantir une certaine qualité. Une autre question est ressortie : est-ce que l'obligation concernera les personnes qui possédaient un VAE auparavant ? En effet, pour les options 2 à 4, la question du droit acquis pour toute personne possédant un VAE actuellement a été mentionnée – sans raisons majeures, il sera difficile d'imposer des règles qui empêcheront l'usage d'un véhicule acquis dans une situation où aucun (VAE25) respectivement un autre permis existant (VAE45) était exigé. Comme pour les deux options précédentes, la question du contrôle reste problématique.

### 9.3.5 Autres options

A la suite de ces quatre options, une discussion ouverte a été menée sur d'autres options possibles :

- Une option était que les cours (facultatifs) actuels pourraient être mieux promus, afin que la population prenne déjà connaissance des offres existantes. Une campagne au niveau national serait envisageable. L'incitation à participer aux cours pourrait p.ex. être faite à travers des bons offerts lors de l'achat d'un VAE.
- L'offre de cours pourrait aussi être plus variée en incluant des outils d'apprentissages en ligne, comme des clips vidéo ou des jeux vidéo, ou comprenant des technologies comme la réalité virtuelle.
- Les formations pour l'utilisation de drones<sup>42</sup> pourraient être un exemple de combinaison de parties en présence et parties en ligne.
- Le permis pourrait également être donné à tout le monde de manière gratuite, avec la possibilité de l'enlever en cas d'infraction.
- Comme p.ex. le brevet de sauvetage, un permis pour les VAE pourrait être exigé uniquement pour certains groupes de personnes, p.ex. pour les livreurs ou coursiers.
- Impliquer les magasins de VAE et ateliers de réparation, soit comme relais (p.ex. pour transmettre des offres ou inciter à suivre un cours), soit pour dispenser des formations directement.
- Finalement, les employeurs et les employeuses pourraient être un levier de financement et d'encouragement à la participation de ces cours, car il en résulterait une augmentation des compétences de leurs employés.

### 9.3.6 Résumé des avantages et désavantages des options

Le tableau suivant présente les avantages et désavantages des quatre options discutées lors de l'atelier par les expert-e-s. Ils seront analysés plus en détail dans le cadre de la synthèse dans le prochain chapitre.

---

<sup>42</sup> Les formations pour l'utilisation de drones sont souvent composées par des parties en présence et des modules en ligne. Le TCS, par exemple, propose une plateforme en ligne en allemand pour la formation e-learning (cf. <https://www.drohnen-training.ch/>).

Tab. 21 Avantages et désavantages des différentes options d'examens et cours

Option	Avantages	Désavantages
1. Cours facultatifs (statu quo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne restreint pas l'attractivité du VAE</li> <li>• Motivation des participant-e-s et disponibilité à contribuer financièrement</li> <li>• Responsabilité individuelle</li> <li>• Contenu flexible selon les besoins des participant-e-s</li> <li>• Offre facile d'accès</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taux de participation faible</li> <li>• Groupes-cibles pas atteints (personnes qui auraient besoin d'un cours y participent moins si c'est facultatif)</li> <li>• Coûts élevés en termes financiers et de temps (mais l'option la meilleure marché)</li> <li>• Pas de standardisation des contenus, pas de contrôle de qualité obligatoire</li> <li>• Risque de cours avec un public trop hétérogène</li> <li>• Impact limité sur le risque d'accidents</li> </ul>
2. Examen théorique spécifique au VAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assure une généralisation des connaissances de base</li> <li>• Standardisation des contenus qui assure une qualité de ces derniers</li> <li>• Permet de prendre en compte les règles spécifiques aux VAE45</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découragement à l'usage du VAE, donc diminution des apports bénéfiques en termes de santé publique</li> <li>• Diminution de l'acceptabilité</li> <li>• Coûts financiers et administratifs conséquents, y compris pour les participant-e-s</li> <li>• Absence de cours pratique</li> <li>• Traitement non-paritaire entre vélos musculaires et VAE25</li> <li>• Peu utile pour les personnes qui possèdent déjà un permis de conduire (selon différentes sources (cf.chapitre <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b>), plus de 90% des usagers/usagères de VAE)</li> <li>• Diminution du perfectionnement volontaire</li> <li>• Obstacle supplémentaire pour les personnes avec des difficultés dans l'apprentissage</li> <li>• Difficulté voire impossibilité du contrôle, en particulier pour les VAE25 (sans plaque)</li> <li>• La législation Suisse serait moins attractive et se différencierait de la législation européenne</li> <li>• Impact questionnable sur la diminution des accidents</li> <li>• Nécessite nouvelle catégorie de véhicule pour les VAE25</li> <li>• Enfreint le bénéfice du droit acquis</li> </ul>
3. Examen théorique et pratique spécifique au VAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assure une généralisation des connaissances de base</li> <li>• Amélioration des compétences de conduite et des connaissances théoriques</li> <li>• Standardisation des contenus</li> <li>• Orientation vers la pratique</li> <li>• Harmonisation avec les autres catégories (A1/F)</li> <li>• Contenu spécifique aux VAE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découragement à l'usage du VAE, donc diminution des apports bénéfiques en termes de santé publique</li> <li>• Acceptabilité</li> <li>• Préparation qui demande aux participant-e-s beaucoup de temps</li> <li>• Diminution du perfectionnement volontaire</li> <li>• Coûts financiers et administratifs conséquents, y compris pour le/la participant-e</li> <li>• Difficulté voire impossibilité du contrôle, en particulier pour les VAE25 (sans plaque)</li> <li>• Nécessite nouvelle catégorie de véhicule pour les VAE25</li> <li>• Enfreint le bénéfice du droit acquis</li> </ul>
4. Cours obligatoire théorique et pratique sans examen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assure une généralisation des connaissances de base</li> <li>• Standardisation des contenus, mais aussi adaptabilité selon le public cible</li> <li>• Permet de prendre en compte les règles spécifiques aux VAE45</li> <li>• Pas de pression due à un examen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Découragement à l'usage du VAE, donc diminution des apports bénéfiques en termes de santé publique</li> <li>• Acceptabilité</li> <li>• Diminution du perfectionnement volontaire</li> <li>• Coûts financiers et administratifs conséquents, y compris pour le/la participant-e et pour former des moniteurs et monitrices</li> <li>• Manque de motivation et d'engagement de la part des participant-e-s, voire aussi des formateurs et des formatrices</li> <li>• Nécessite nouvelle catégorie de véhicule pour les VAE25</li> <li>• Enfreint le bénéfice du droit acquis</li> </ul>

## 10 Synthèse intermédiaire

Ce chapitre a l'objectif de résumer et d'analyser les arguments autour de l'introduction d'un permis de conduire (basé sur un examen ou des cours obligatoires) et des groupes cibles à distinguer ou non. Il posera ainsi le cadre pour le concept de formation qui sera décrit dans le chapitre suivant. Cette synthèse se base autant sur les entretiens avec les usagers et les usagères et les expert·e·s, l'atelier avec les parties prenantes ainsi que sur la revue de littérature et est enfin le résultat d'une analyse menée par le groupe de projet.

### 10.1 Avantages et désavantages d'un permis pour les VAE

Lors de l'atelier avec les expert·e·s, quatre options de formation et d'évaluation des usagers et usagères de VAE ont été proposées (cf. chapitre 9.3). Comme l'a montré le Tab. 21, les avantages et désavantages se ressemblent en grande partie pour les différentes nouvelles options envisagées – à savoir l'introduction d'un permis, qu'il soit basé sur un ou deux examens (théorie/pratique) ou uniquement des cours obligatoires. C'est pourquoi dans ce sous-chapitre, nous discutons les différents arguments majeurs et tirerons une conclusion sous forme d'une option à retenir pour le concept de formation.

#### 10.1.1 Avantages

Au niveau des avantages d'un permis, il y a deux arguments majeurs. D'une part, il permettrait de s'assurer que toute personne circulant à VAE dispose de connaissances de base, théoriques et/ou pratiques sur comment rouler et se comporter dans le trafic et sur l'infrastructure actuellement en place en Suisse. Dans le cadre d'un examen uniquement théorique, le bénéfice serait limité, tandis que dans le cas d'un examen et / ou d'un cours pratique obligatoire, cela pourrait assurer un certain niveau de compétences et connaissances des règles et des stratégies pour rouler dans le trafic, d'autant plus dans une infrastructure qui ne permet aujourd'hui souvent pas de faire des fautes en tant que cycliste sans se mettre en danger vis-à-vis des automobilistes en particulier.

D'autre part, une offre obligatoire permettrait plus facilement d'assurer une certaine qualité des contenus de cours, soit directement, soit à travers des questions posées ou compétences pratiques à démontrer lors d'examens. Ainsi, la matière enseignée pourrait être harmonisée et il serait assuré que les contenus pertinents par rapport à toutes les compétences, y compris l'évaluation du risque et l'auto-évaluation et les niveaux 3 et 4 de la matrice GDE souvent négligés, soient transmis. De même, une certification pour les cours et/ou les enseignant·e·s pourraient être rendue obligatoire et assurer leur qualité.

La question de savoir quel serait l'effet sur la sécurité routière d'un permis et d'une formation harmonisée reste cependant ouverte. Nous ne pouvons pas estimer s'il y aurait un effet positif sur le nombre d'accidents qui permettrait de diminuer les coûts (sociaux aussi) de ces derniers. Vu le nombre important et croissant d'accidents de motos malgré la présence d'un permis, il n'existe à l'heure actuelle pas d'analyses indiquant un effet avantageux du permis et par conséquent d'arguments justifiant l'obligation d'un permis spécifique – cela devrait être testé pour en connaître l'effet. Il n'existe en fait pas d'exemple comparable au niveau international auquel se référer.

Enfin, un autre avantage potentiel pour les utilisateurs et les utilisatrices de VAE serait une légitimation accrue grâce à l'obtention d'un permis, ce qui pourrait réduire les avis critiques à leur égard, car ils et elles auraient démontré leurs connaissances et compétences théoriques et pratiques. Comme les VAE sont aujourd'hui d'après la loi des véhicules motorisés, introduire un permis permettrait aussi d'harmoniser leur traitement vis-à-vis des autres moyens de transport de cette catégorie, même si un VAE est, comme nous l'avons vu, plus proche d'un vélo.

### 10.1.2 Désavantages et incertitudes

Cependant, il existe toute une série de désavantages ou de grandes incertitudes liés à l'introduction d'un permis pour la pratique du VAE. A commencer par l'aspect que nous avons étudié dans le cadre de ce projet de recherche : les compétences nécessaires pour utiliser un VAE. L'introduction d'un permis pour toute personne utilisant un VAE irait à l'encontre du constat que ces compétences sont très similaires au vélo mécanique pour lequel aucun permis n'est requis. Le Fonds de la sécurité routière FSR ne distingue d'ailleurs pas non plus ses exigences envers les cours dans son « Manuel pour les cours de perfectionnement facultatif pour vélos et vélos électriques »[214].

En particulier pour ce qui concerne les VAE25, les conducteurs et les conductrices de ces derniers subiraient un traitement inégal face aux cyclistes utilisant un vélo musculaire qui serait difficile à expliquer dans la pratique vu leur faible différence de vitesse et de compétences nécessaires. Nous ne voyons cependant pas non plus de raison d'abroger la règle actuelle demandant de passer un examen théorique aux jeunes de moins de 16 ans car il est important d'être conscient des règles de la circulation pour se déplacer dans le trafic. Cette question pourrait cependant aussi être réglée dans le cadre d'une harmonisation et d'un développement de l'éducation routière à l'école obligatoire. Si tou-te-s les élèves passaient un examen théorique et pratique de vélo avant de quitter l'école obligatoire, cette règle devrait être abandonnée.

Pour le VAE45, un permis (M ou B) et donc un examen théorique général sur le code de la route est déjà nécessaire. Même si les compétences pour rouler à VAE45 se distinguent légèrement des autres types de vélos, une différenciation supplémentaire ne se justifie pas, notamment parce que les accidents ne montrent pas de différences majeures comparées aux VAE25. De par son coût et sa particularité, ce type de VAE s'adresse à un type de population bien particulier – en majorité des pendulaires – et ne semble pas constituer un groupe particulièrement à risque, mais conscient des particularités qu'une vitesse élevée induit. Cependant, le passage du permis qui donne accès au VAE45 peut dater et les caractéristiques spécifiques d'un vélo voire du VAE45 ne sont pas testées. Pour combler ce manque sur le plan théorique, ces notions devraient également être incluses dans les cours et les examens des permis déjà existants plutôt que d'ajouter un permis supplémentaire.

D'autres désavantages ou incertitudes par rapport à l'introduction d'un permis ont été relevés, notamment les coûts financiers et administratifs. Mettre en place un nouveau permis pour le VAE engendrerait d'énormes coûts, si l'on considère qu'entre 2005 et 2022, 1,35 million de VAE ont été vendus [1] et qu'autant de personnes pourraient donc en nécessiter un. Même si les coûts pour un examen ou cours obligatoire ne seraient pas énormes pour les usagers et usagères, pour les VAE25 ils pourraient ajouter une charge considérable et diminuer son attractivité – tandis que pour les VAE45, vu leur prix d'achat, cet aspect est négligeable.

Bien sûr, comme mentionné dans les avantages, les accidents qui surviennent actuellement aux usagers et usagères de VAE engendrent aussi des coûts non négligeables pour la société. Il faut cependant noter qu'en termes de santé publique les avantages sociétaux de la pratique du vélo – y compris du VAE – et leur bilan restent très positifs, tenant compte des risques et notamment des coûts liés aux accidents (même mortels) [24]. De ce point de vue, il faudrait donc promouvoir leur utilisation et ne pas restreindre l'accès au VAE.

Au niveau de la faisabilité, un tel changement de système soulève également de nombreuses questions : qui aurait besoin d'un permis, uniquement les nouveaux usagers et nouvelles usagères ou tout le monde ? De même, le contrôle ne serait pas évident à assurer, même si pour les autres types de permis, cela fonctionne aussi avec des contrôles ponctuels par la police. Le contrôle serait compliqué d'autant plus pour les VAE25 qui ne disposent pas de plaques d'immatriculation et ne sont donc pas recensés ni contrôlés régulièrement comme c'est le cas d'autres catégories de véhicules motorisés. De plus, il ne faut pas sous-estimer d'organiser des examens pratiques dans le trafic comme c'est le cas pour les motos.

Avec un permis spécifique pour les VAE25, la Suisse se distinguerait d'ailleurs de ses pays voisins et de l'Union européenne. Cela pose également de nombreuses questions en termes

de faisabilité et de contrôle ainsi que de communication, notamment pour les pendulaires transfrontaliers dans les agglomérations de Genève ou Bâle en particulier. Il faudrait aussi faire face à une forte opposition des milieux touristiques qui sont à l'origine de la baisse proposée de l'âge d'accès aux VAE25 pour s'accorder à des pays concurrents dans le tourisme alpin.

Un autre type de désavantage c'est le découragement à l'usage du VAE que l'introduction d'un permis pourrait engendrer. Elle va en effet à l'encontre de la promotion du vélo basée sur ses avantages pour la société ainsi que pour l'individu. Cet argument n'est certes pas prouvé directement, car il n'existe pas d'exemple d'un pays comparable à la Suisse ayant introduit un permis pour VAE, mais tous les témoignages récoltés laissent croire que l'obligatorité puisse devenir un véritable obstacle dans un contexte suisse où le VAE n'est pas utilisé de manière généralisée et une culture vélo pas encore établie. L'exemple du port obligatoire du casque en Australie en Nouvelle-Zélande mentionnée dans la revue de la littérature offre cependant une indication des effets d'une telle mesure [71], [72], [73], [74], [75], [215].

Pour résumer, la mise en œuvre d'un permis pour les VAE ne se justifie pas par les compétences nécessaires pour les utiliser. Elle serait aussi très complexe et coûteuse à mettre en place et il n'est pas possible d'attester que des formations obligatoires puissent améliorer la sécurité routière, en particulier avec une infrastructure déficitaire telle qu'elle existe actuellement en Suisse. De plus, le bénéfice du droit acquis est un autre argument en défaveur de l'introduction d'un permis. En l'absence de très bons arguments, notamment de l'effet bénéfique sur la sécurité routière, il est difficile à concevoir pour toutes les personnes ayant acquis un VAE dans les conditions actuelles de rendre son utilisation plus compliquée. En effet, nous manquons aussi d'informations détaillées par rapport aux accidents des VAE et notamment l'exposition des cyclistes ou encore sur les raisons des accidents : sont-ils dus à un manque de compétences ou à une méconnaissance des règles de la circulation ou d'autres aspects qu'une formation des cyclistes pourrait améliorer ? En effet, comme évoqué dans nos entretiens qualitatifs, les règles de la circulation non respectées peuvent aussi s'expliquer par des considérations de sécurité. Ainsi, un·e cycliste pourrait être amené·e à penser dans certaines situations particulières qu'il sera plus en sécurité s'il ou elle passe au feu rouge plutôt que d'attendre le feu vert, afin de passer avant des automobilistes qui pourraient le ou la mettre en danger sur une surface partagée. De même, les données existantes sur les accidents n'imposent pas un traitement différencié des VAE45 : ils comptent pour environ autant d'accidents graves que des ventes de VAE – tenant compte des distances plus longues qui ne sont souvent pas parcourues avec ce type VAE il y aurait donc potentiellement même moins d'accidents qu'à VAE25. Il manque cependant des informations sur les profils des personnes ayant eu des accidents : ont-elles un permis de conduire ou non ? En quoi leurs profils se différencient de l'ensemble des usagers et usagères ou de la population ?

Finalement, les informations récoltées dans le cadre de cette étude ne nous permettent pas de tirer des conclusions qui montreraient que les avantages de l'introduction d'un permis seraient plus importants que les désavantages. Il n'empêche que le système actuel avec uniquement des cours facultatifs présente encore un grand potentiel inexploité pour développer l'option que nous proposons dans la conclusion de ce chapitre.

## 10.2 Groupes cibles à distinguer

Le deuxième aspect central d'une formation au VAE, et une des questions de recherche auquel ce projet vise à répondre, est de savoir si des groupes cibles sont à distinguer et le cas échéant lesquels. La division par groupes cibles a été prise en considération lors des deux types d'entretiens et de l'atelier avec les expert·e·s. Les données récoltées ne nous permettent pas de trancher de manière claire. Des recherches plus approfondies seraient nécessaires pour connaître l'effet de cours qui réunissent ou non différents types d'usagers et usagères. En outre, le contexte actuel, où certains cours sont difficilement remplis, montre qu'une division des formations par public cible exacerberait la pénurie de participant·e·s et ferait augmenter considérablement les coûts.

Cependant, lors de la partie empirique, plusieurs groupes cibles sont ressortis, en montrant des besoins de formation différents. Il est donc pertinent d'exprimer ces besoins, afin que le formateur ou la formatrice puisse les prendre en compte lors de la préparation et du déroulement d'un cours. De même, certaines thématiques seraient plus pertinentes pour un public cible plutôt qu'un autre.

Parmi les groupes cibles identifiés, il y a notamment les deux types de VAE, 25 et 45, qui devront être distingués pour certaines formations pratiques car il y a une différence majeure liée à la vitesse. De plus, les personnes conduisant un VAE45 se distinguent en général par une forte utilisation utilitaire et pendulaire, et par l'emprunt d'infrastructures majoritairement partagées avec les automobilistes.

Les élèves du secondaire II qui ont suivi l'éducation routière à l'école représentent également un groupe cible particulier. À l'heure actuelle, le VAE ne fait pas partie des contenus enseignés dans le cadre de l'éducation routière, mais de plus en plus de jeunes utilisent aussi des VAE25. Avec la réduction en vue de l'âge minimal, cela pourra encore augmenter. Comme une étude pour l'OFROU l'a démontré, il existe cependant d'énormes différences dans les différents cantons suisses concernant les contenus et les heures consacrées à l'éducation routière liée au vélo [212]. Ces différences doivent être prises en compte.

Ensuite, les trois groupes d'âge – les jeunes de moins de 25 ans, les adultes jusqu'à 64 ans et les seniors – représentent également des publics qui peuvent avoir des besoins différents, notamment en termes de types de formations (supports utilisés, méthodes d'enseignement).

Les personnes sans permis de conduire, très peu nombreuses, mais plus présentes parmi les jeunes, représentent également un groupe-cible avec des besoins spécifiques, n'ayant pas (encore) passé d'examen sur les bases du code de la route, même si de manière générale celles-ci ont été apprises dans le cadre de l'enseignement scolaire. À l'autre bout, des personnes ayant passé leur permis de conduire il y a longtemps peuvent ne plus connaître toutes les règles actuelles, les types d'infrastructures introduits récemment et les comportements conseillés y relatif.

De plus, des contenus de cours pratiques peuvent présenter deux autres formes de distinction pertinente, permettant aux participant·e·s de choisir la forme qui plus leur convient: les personnes prudentes et les personnes intrépides. Ces groupes peuvent ressembler aux personnes peu et très expérimentées mais pas nécessairement, et représenter des besoins différents par rapport à la vitesse d'avancement d'un cours pratique ou de l'encadrement (taille du groupe, ratio de moniteurs/monitrices par participant·e, etc.).

### **10.3 Conclusion : créer une plateforme de formation volontaire**

Ce projet a été motivé par le constat que les accidents de VAE en Suisse ont augmenté sensiblement ces dernières années (cf. chapitre 1.4.3). Afin de contrer cette tendance, des réflexions s'imposent autour de la formation des usagers et usagères de VAE. Toutefois, il est important de ne pas négliger dans l'équation deux aspects : l'augmentation des accidents s'inscrit dans un contexte de forte croissance des ventes et de l'usage du VAE et – comme notre approche de la sécurité à VAE le démontre – l'individu ne représente qu'un des trois éléments impactant la sécurité routière (cf. chapitre 1.4.2). Rendre l'accès au VAE plus compliqué pour augmenter la sécurité routière ne semble pas se justifier sur la base des arguments discutés et des connaissances actuelles, y compris de celles accumulées dans le cadre de la présente recherche. Il faudrait plutôt agir au même titre sur les autres usagers et usagères de la route ainsi que sur les infrastructures, aménagements et règles.

Néanmoins, le statu quo n'est pas souhaitable et nous ne pouvons pas attendre que l'infrastructure soit adaptée. Il est donc nécessaire d'agir et de mieux sensibiliser toute personne utilisant un VAE pour aller au-delà de celles et ceux trop peu nombreuses qui aujourd'hui suivent déjà les cours. Dans ce sens, nous estimons qu'une offre attractive de cours théoriques et pratiques qui s'appuient notamment sur les différents supports existants aujourd'hui pour atteindre un maximum de personnes dont les différents groupes-cibles

prioritaires (cf. ci-dessous) permettrait de répondre autant aux avantages qu'aux désavantages discutés. Nous proposons donc de ne pas changer les règles actuellement en vigueur (et ainsi ne pas d'introduire un nouveau permis spécifique pour les VAE), mais de développer les cours volontaires et d'émettre le conseil (ou la recommandation) à chaque usager et usagère d'en suivre un lors de ses débuts à VAE. Ainsi, suivre un cours doit être « normalisé » et ne plus constituer une exception pour des groupes de personnes (notamment les plus « vulnérables » à l'exemple des seniors), un peu comme c'est le cas pour beaucoup d'enfants pour les cours de natation par exemple. Pour augmenter l'incitation, un système de bons distribués aux usagers et usagères pour suivre un cours pourraient aussi être imaginé lors de l'achat d'un VAE ou plus particulièrement pour les VAE45 dans le cadre de leur immatriculation. Cela aurait bien sûr des coûts, mais vu les moyens à disposition dans le domaine de la sécurité – et la diminution éventuelle d'accidents graves qui pourraient en résulter – un test d'une telle mesure dans le cadre d'une campagne de sensibilisation, accompagné d'une évaluation s'impose.

Une telle mesure d'entraînement volontaire de perfectionnement de la conduite à VAE auraient également une forte acceptation (contrairement à une formation obligatoire) comme le montre les résultats d'un sondage mené dans le cadre du projet de recherche SESPIN sur les VAE45 en Suisse, Allemagne et Autriche [216].

Il s'agit de créer une offre de formation modulaire, plus complète et qui vise les différents public-cibles (cf. chapitre précédent), en incitant davantage de partenaires à y contribuer et d'usagers et usagères à en bénéficier. Les magasins de VAE ont un rôle central à jouer dans cette option proposée pour accompagner et sensibiliser les usagers et usagères. Il y aura donc aussi un travail important à les soutenir dans cette tâche. Les employeurs sont un autre multiplicateur à intégrer à cette démarche.

En d'autres mots : nous proposons la création d'une plateforme en ligne de formation modulaire au VAE avec des contenus théoriques variés – valorisant ainsi toutes les informations et offres déjà existantes de manière dispersée sur différents sites web – ainsi que des renvois aux offres de cours pratiques. Cette option représente une offre attractive et abordable aussi pour les personnes qui n'auraient pas les moyens – financiers ou temporels – de suivre une formation plus conséquente, tout en incluant aussi des formations pratiques. Les détails seront décrits dans le chapitre suivant et repris dans les recommandations en fin de ce rapport également.

## 11 Concept de formation

Ce chapitre présente le concept de formation qui est le résultat d'un processus interdisciplinaire mené dans le cadre de ce projet de recherche visant à répondre aux questions autour des compétences nécessaires à la conduite d'un VAE et de la pertinence (ou non) d'introduire un permis spécifique à ce type de vélo. Pour commencer, nous rappellerons le cadre du concept : les bases, les destinataires et les objectifs ainsi que les approches retenues pour élaborer ce concept. Ensuite, les contenus seront détaillés. Le concept de formation propose des lignes directrices et se caractérise par une offre modulaire.

### 11.1 Cadre du concept

#### 11.1.1 Bases et destinataires du concept

Ce concept de formation se base sur les entretiens menés dans le cadre de ce projet avec des usagers et usagères de VAE et des expert-e-s, et enfin, un atelier participatif avec des représentant-e-s de différentes parties prenantes. Une riche revue de littérature ainsi que le manuel « Freiwilliger E-Bike Fahrkurs » du BPA [197] et le « Manuel pour les cours de perfectionnement facultatif pour vélos et vélos électriques » du Fonds pour la sécurité routière FSR [214] ont également servi de bases pour ce concept. Plus particulièrement, ces différentes sources ainsi que le travail empirique de ce projet ont contribué au catalogue de compétences, capacité et aptitude présenté au chapitre 8.3 qui a servi de base pour la proposition des modules concrets décrits ci-dessous.

Le concept s'adresse autant aux autorités telles que l'Office fédéral des routes à l'origine de cette recherche que tous les partenaires actuellement actifs dans le domaine du VAE et de la sécurité routière de manière plus large. Il pourra être réalisé entièrement et offre, indépendamment d'une proposition d'approche globale, aussi des indications qui peuvent être reprises de manière ponctuelle notamment par qui conçoit des contenus didactiques comme les entités qui proposent des cours pour VAE.

#### 11.1.2 Objectifs et approches

L'objectif de ce concept de formation est de proposer des pistes pour des outils didactiques permettant d'acquérir les compétences jugées pertinentes pour la conduite d'un VAE. Ainsi, il vise à augmenter la sécurité routière et à diminuer le nombre d'accidents (en particulier ceux qui n'incluent pas d'autres usagers ou usagères). Toutefois, dans la perspective d'un système de sécurité routière efficacement améliorée, cet outil de formation ne peut que répondre à ce besoin de manière complémentaire, accompagné par des politiques de renforcement des infrastructures routières favorisant la mobilité active. Inversement, ce concept de formation est donc aussi une réponse partielle aux infrastructures cyclables lacunaires qui existent aujourd'hui en Suisse et qui nécessitent certaines compétences individuelles supplémentaires pour y rouler sans se mettre en danger. Un autre élément du système de sécurité, les autres usagers et usagères de la route, sera également abordé par des mesures (cf. chapitre 11.3.5).

En partant du constat qu'il y a un intérêt écologique, social et sanitaire à promouvoir plus de part modale vélo sous toutes ses formes, nous proposons d'inscrire ce concept de formation plus particulièrement dans une approche d'encouragement et d'empowerment, dans le sens d'appropriation de l'espace routier et d'émancipation des usagers et des usagères. En effet, ce concept de formation doit être compris et appliqué en tant qu'ensemble d'outils permettant aux cyclistes d'accroître leur « motilité », c'est-à-dire « l'ensemble des caractéristiques propres à un acteur qui [lui] permettent d'être mobiles » [217, p. 61].

Une formation à la pratique du VAE qui aura du succès doit aller de pair avec la promotion du vélo respectivement du VAE. Ce concept de formation s'oppose donc à une approche axée sur la culpabilisation de l'individu. Les expériences à l'étranger, comme aux Pays-Bas

ou au Danemark (« vision zéro » ou « sustainable safety vision », cf. chapitre 1.4.5), montrent comment l'augmentation de la sécurité routière est en grande partie déterminée par l'amélioration de l'infrastructure et moins par les changements des comportements individuels. L'objectif est donc de donner envie à faire du vélo tout en formant les (néo)cyclistes et en formant et sensibilisant les autres usagers et usagères de la route à leur présence.

Néanmoins, comme nous venons de le rappeler dans la conclusion du chapitre précédent, le statu quo n'est plus tenable et l'on ne peut pas attendre que l'infrastructure soit adaptée pour améliorer la sécurité routière. Il est donc nécessaire d'agir et de mieux sensibiliser toute personne utilisant (même potentiellement) un VAE pour aller au-delà de celles et ceux trop peu nombreuses qui aujourd'hui suivent déjà les cours. L'idée – à développer lors de la réalisation – est de se baser sur l'approche de « nudging » développée par la psychologie sociale : il s'agit de changer des comportements sans poser de contraintes, sans que les personnes s'en rendent compte, par des mesures subtiles. Comme nous l'avons mentionné, il s'agira ainsi de rendre normale une formation – théorique et/ou pratique – sans qu'elle soit obligatoire, afin d'augmenter le niveau de connaissances des usagers et usagères de VAE pour apporter leur part à éviter des accidents.

## 11.2 Plateforme de formation au VAE en ligne

Le concept de formation vise à créer une plateforme en ligne (accessible et attractive pour tous les supports, donc aussi sous forme de web app) avec une offre de formation modulaire au VAE (voir Fig. 35). Elle regroupe des contenus théoriques variés ainsi que des renvois aux offres de cours pratiques. Cette plateforme sera une porte d'entrée à la formation au VAE qui sera élaborée avec tous les acteurs intéressés et permettra de regrouper toutes les offres existantes qui s'adressent aux VAE (y compris les contenus développés de manière plus générale pour la pratique du vélo qui sont pertinents pour le VAE comme nous l'avons vu dans le catalogue de compétences, capacité et aptitude).

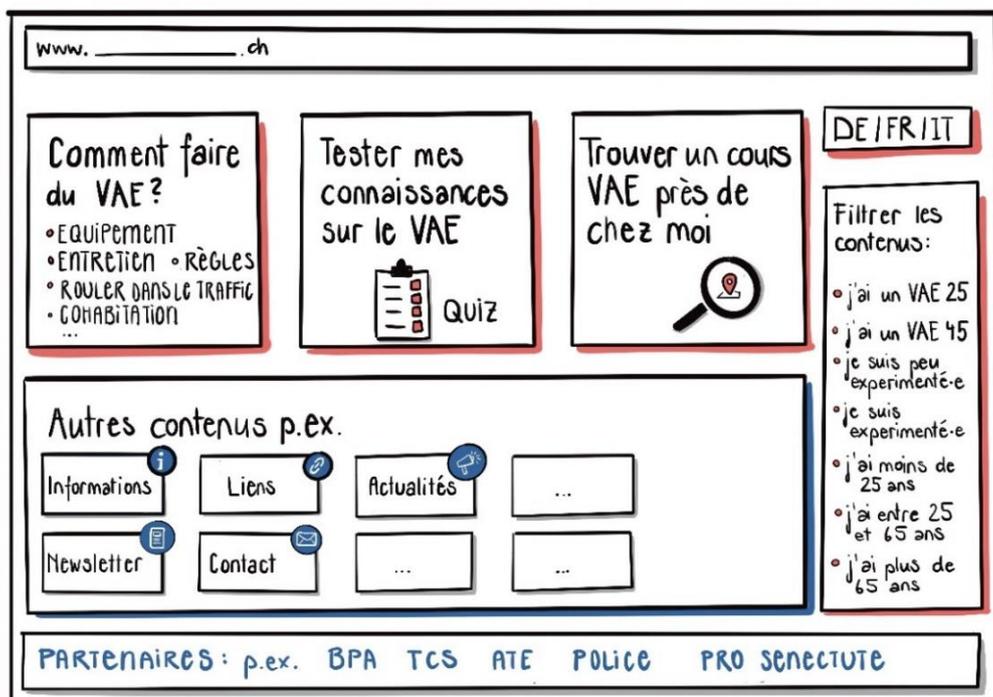


Fig. 35: Interface de la plateforme de formation. Source : bfm.

Dans le but de créer des contenus qui soient efficaces et accessibles à plus de personnes possibles une combinaison de plusieurs outils de formation est proposée. Les contenus seront proposés à la fois de manière théorique sur le site web que sous forme pratique par des offres de cours, en présentiel. Les canaux potentiels sont variés et pourront aller au-

delà de ces deux bases : matériel imprimé (brochures...), applications pour smartphone, réalité virtuelle, matériel interactif (par exemple, des jeux vidéo).

### 11.2.1 Organisation, diffusion et rôles des différentes parties prenantes

La plateforme sera le fruit d'une collaboration entre les différent·e·s acteurs et actrices du milieu, où l'OFROU ou un organe mandaté en assurera la coordination et le bon fonctionnement en cohérence avec les objectifs fixés avec ce concept de formation. Afin que sa diffusion soit efficace, il sera crucial de sensibiliser toute une constellation d'acteurs et d'actrices autour de la vente, de la promotion du vélo ou de la sécurité routière, afin que ces derniers et dernières invitent leur propre clientèle ou leurs propres membres à utiliser la plateforme.

Ainsi, les magasins de vélos, les organisations de sensibilisation tels que le BPA ou les associations dans le domaine de la mobilité, mais aussi d'autres acteurs et actrices tel·le·s que les assurances-accident et les employeurs et les employeuses, devront être interpellé·e·s. Une campagne nationale d'information et sensibilisation autour de la plateforme permettra de lancer la plateforme et les institutions publiques, telles que les Cantons, les Communes et les régions, mais aussi d'autres organes au niveau national et local, pourraient amplifier l'effet de cette campagne. Des flyers et autres supports devront permettre de faire connaître à la plateforme.

Les magasins qui vendent des VAE ont un rôle central à jouer pour augmenter la sécurité des usagers et usagères de VAE. Ils devront assurer que toute personne achetant un VAE sera sensibilisée et informée aux spécificités et règles de base concernant le VAE, de la présence de la plateforme, et incitée à suivre un cours. Ce travail peut aussi aller au-delà et inclure p.ex. des accompagnements lors des essais de VAE, des cours d'introduction ou toute autre mesure. L'effet positif de ces mesures que certains proposent déjà a aussi été relevé dans des entretiens menés. Pour mettre en œuvre cette mesure, il sera nécessaire de mener un travail de sensibilisation des magasins de vélos / VAE et de leur mettre à disposition des outils nécessaires (flyers, autres supports visuels, formations pratiques, etc.). Comme certains magasins, notamment de grande surface, vendent des VAE comme tout autre objet, il faudra éventuellement des réglementations pour s'assurer que ce rôle sera joué par tous les points de vente. De même il existe bien sûr d'autres canaux de vente de VAE, notamment les bourses aux vélos où le même travail devra être fait par les associations qui les organisent. Pour la revente ou passation de VAE d'occasion entre privés, cela pourra se faire aussi lors du premier contact avec le magasin de vélos, sachant qu'il n'y a que peu de personnes qui s'occupent elles-mêmes de l'entretien et que celui a tendance à se faire plus régulièrement que pour un vélo mécanique comme l'ont montré les entretiens menés dans le cadre de ce projet.

Pour inciter à la participation aux cours pratiques, différentes solutions sont possibles : diffuser un bon pour suivre un cours lors de l'achat d'un VAE ou plus particulièrement pour les VAE45 dans le cadre de leur immatriculation (ou à l'inverse, pas de coût d'immatriculation si un cours est suivi), des bons pour un service au magasin de vélo à la fin d'un cours, ou encore des cours entièrement gratuits.

À l'heure actuelle, des acteurs tels que PRO VELO (entre autres par l'action DEFI VELO), BPA, TCS, ATE, Pro Senectute, Swiss Cycling Guide, ainsi que la Police disposent d'une expertise de longue date dans la formation, la sensibilisation et la promotion concernant le vélo et le VAE. Au-delà des formations qui pourront être proposées sur la plateforme, les contenus médiatiques déjà proposés sur leurs sites web respectifs pourront être intégrés dans la plateforme.

Les universités et les hautes écoles spécialisées – en particulier les départements de pédagogie et psychologie du sport, de psychologie ou de médecine du trafic – pourront collaborer dans la création de contenus faciles d'accès, adaptés selon le public cible, innovants et captivants.

Quant au financement, même s'il ne fait pas partie de ce projet de détailler cet aspect, la proposition faite ici est réalisable dans la mesure où les différent-e-s acteurs et actrices cité-e-s ci-dessus et impliqué-e-s dans le cadre de ce projet pourront contribuer de différentes manières, soit par des prestations propres, soit par du financement (p.ex. Fonds de la sécurité routière qui soutient déjà aujourd'hui financièrement les cours vélos / VAE).

### 11.2.2 Groupes cibles

La plateforme proposée s'adresse de manière générale à tous les types d'utilisateurs et utilisatrices de VAE : L'accès aux contenus didactiques n'est pas divisé par groupe cible. Cependant, les compétences et les besoins des différents groupes évoqués dans le chapitre 10.2. doivent être pris en considération, tant dans la conception des contenus que dans l'enseignement par les formateurs et les formatrices.

La plateforme pourra proposer une option de filtrer les contenus en fonction de groupes cibles, p.ex. des cours s'adressant à un certain groupe d'âge ou niveau d'expérience ou des contenus théoriques de base sur le code de la route (et faisant partie du permis pour d'autres véhicules ou de l'éducation routière) ou spécifiques au VAE.

Lors d'un cours, tant qu'il y a un nombre suffisant de participant-e-s, une division par groupe cible pourrait être envisagée dans la partie pratique. De même, un module théorique ou pratique pourrait être plus pertinent pour un groupe cible auquel il s'adresse en premier, sans pourtant exclure l'accès aux autres personnes.

Mais il est crucial de rappeler que ces groupes basés sur une caractéristique ou un besoin ne s'appliquent pas à tout individu qui s'y retrouve car chaque personne a son parcours de vie unique et particulier. Voici les principaux groupes à distinguer le cas échéant, selon le module proposé :

- Les usagers et utilisatrices de VAE25 et VAE45
- Les jeunes de moins de 25 ans, les adultes, et les seniors de 65 ans et plus
- Les personnes sans permis de conduire ou ayant passé le permis il y a longtemps
- Les personnes débutantes et les personnes (plus ou moins) expérimentées

Dans un deuxième temps, vu la surreprésentation des personnes âgées dans les accidents, il convient de mettre un accent particulier sur ce groupe cible en collaboration notamment avec Pro Senectute mais aussi d'autres institutions. Une campagne particulière devra donc s'adresser aux seniors pour les inciter à utiliser l'offre à disposition et démontrer qu'elle s'adresse à toutes et tous et non seulement à des personnes qui estiment en avoir besoin car ce ne sont pas qu'eux et elles qui devraient les suivre.

## 11.3 Contenus et méthodes des modules

Ce sous-chapitre détaille les différents modules proposés pour la plateforme – des supports existants, de nouveaux contenus et des renvois vers des offres telles que les cours et formations. Pour commencer, les offres existantes sont décrites ci-dessous et les deux grandes formes – théorie et pratique – sont présentées, puis les contenus des différents modules.

Une des raisons majeures de proposer la création d'une plateforme est en effet l'existence de toute une série d'offres sur le sujet du VAE. Il s'agira de les regrouper et si possible de les intégrer à la plateforme, tout en respectant bien sûr d'éventuels droits d'auteurs. Parmi ces offres, il y a notamment les suivants :

- Un guide, des conseils (y compris des vidéos) et un site web de l'ATE<sup>43</sup>
- Des conseils y compris une vidéo sur le site du BPA<sup>44</sup>

<sup>43</sup> <https://www.ate-ge.ch/nos-themes/velo-a-assistance-electrique/>.

<sup>44</sup> <https://www.bfu.ch/fr/conseils/velo-electrique>.

- Une brochure et un site web avec des conseils du TCS<sup>45</sup>
- Des conseils de producteurs, notamment du fabricant de moteurs Bosch<sup>46</sup>

### 11.3.1 Méthodes et formats théoriques

Pour plusieurs modules, des formats théoriques sont proposés. Deux formes principales existent, à commencer par des méthodes de « e-learning ». Avec la plateforme en ligne que nous proposons de développer, il va de soi que des contenus de e-learning en feront partie. Différentes méthodes existent : des contenus statiques (textes et images), des vidéos, des quiz ou questionnaires pour tester son savoir, des formats ludiques tels que des jeux vidéo voire des simulations de réalité virtuelle. Les différents modules se composeront à la fois d'une partie « informative » avec des contenus ou vidéos que d'une forme d'évaluation avec un quiz ou questionnaire. Cela permettra aussi de mieux inclure les deux aspects de l'évaluation du risque et de l'auto-évaluation qui font partie de manière transversale du catalogue de compétences.

Un système d'inscription et d'attestation avec des récompenses (symboliques voire matérielles, p.ex. des tirages au sort) pourront servir d'incitations à y participer (« nudging »). L'idée est de créer du contenu interactif, ludique et attrayant où les participant·e·s sont actifs et actives dans l'apprentissage. Dans ce sens, un forum d'échange pourrait aussi être imaginé. Les expériences faites dans le cadre du projet de la FHNW sur les compétences générales pour faire du vélo montrent que des modules de e-learning semblent pertinents aussi pour le VAE.

Ces modules pourront être accessibles sur le site web de la plateforme en ligne qui devra être optimisé aussi pour les supports mobiles (téléphones portables et tablettes) afin d'éviter le développement d'une application particulière, ce qui pourrait cependant aussi représenter une option.

La deuxième forme de transmission de contenus plutôt théoriques sont des cours en présentiel. Les retours des expert·e·s montrent en effet que des cours de théorie en présentiel sont pertinents, mais uniquement combiné à des cours de pratique, notamment car trop de peu de personnes pourraient être motivées à participer à un cours théorique sur place. Inversement, les cours pratiques peuvent très facilement être complétés par des aspects théoriques afin de démontrer les fondements d'exercices pratiques.

De plus, des publications écrites (support papier) peuvent compléter l'offre. Même si des publications imprimées contiennent toujours le risque de ne plus être à jour et n'atteignent pas tous les groupes-cibles ni ne permettent de passer tous les messages, certaines formes de bases semblent pertinentes. A titre d'exemple, on peut imaginer un dépliant qui indique les règles à suivre pour les VAE25 et 45 qui serait distribué lors de l'achat et qui renverrait à la plateforme en ligne.

### 11.3.2 Méthodes et formats pratiques

Le format pratique permet de tester ses propres compétences de manière concrète. Cette forme, proposée uniquement en présentiel, est particulièrement utile pour les modules qui comprennent le maniement du véhicule et la gestion des situations dans le trafic. De même, les modules des niveaux 3 et 4 du catalogue de compétences peuvent être réalisés en les intégrant dans la partie pratique des autres modules, en approfondissant leur contenu de manière transversale, assurant ainsi le succès de tout le module (cf. Manuel du BPA : « Dialogues sur les risques dans la formation à la conduite »).

Plus concrètement, les formats pratiques peuvent prendre différentes formes : de l'observation du trafic et d'autres personnes au déplacement soi-même dans un espace

<sup>45</sup> <https://www.tcs.ch/fr/tests-conseils/conseils/velo-e-bike/>.

<sup>46</sup> <https://www.bosch-ebike.com/fr/service/consultationvae>.

protégé comme une cour d'école ou place de sport (voire un jardin de la circulation) jusqu'à la pratique sur l'infrastructure routière et dans le trafic.

Les contenus pratiques devront aussi avoir des formats plus attractifs pour attirer des personnes aujourd'hui réticentes à les suivre. Il faudra aller au-delà de cours « classiques » qui offrent un cadre plutôt scolaire et développer une offre de type « sorties accompagnées » lors desquelles les contenus seront transmis de manière subtile et ludique au cours d'une balade à VAE.

### 11.3.3 Proposition de modules

Les modules présentés ci-dessous découlent à la base du catalogue de compétences, capacités et aptitude (cf. chapitre 8). L'aptitude étant une base qui ne peut pas s'acquérir, elle ne fait pas l'objet de modules de ce concept. Nous pouvons cependant imaginer un module sensibilisant les personnes âgées à leur plus grande vulnérabilité qui concernerait l'aptitude. Les capacités quant à elles figurent en partie dans les compétences du niveau 3 ou 4, dans le sens où savoir gérer sa capacité à rouler à VAE peut représenter une compétence qui peut s'acquérir. Les modules comprennent donc uniquement des compétences.

Le premier chiffre de chaque numéro indique le niveau du catalogue de compétences auquel le module se réfère. Une brève description de chaque module est complétée par l'indication des groupes cibles pertinents à prendre en compte dans l'élaboration (le cas échéant) ainsi que de leur format. Vu que tous les modules devraient se décliner sous forme théorique et pratique, cela n'est mentionné dans le tableau qu'en cas d'exceptions pour les modèles pour lesquels ce n'est pas le cas. Cette colonne présente par contre quels modules pourront être proposés par des contenus directement sur la plateforme en ligne et lesquels sous un autre format<sup>47</sup>. Un module pourra aussi se composer de différentes parties, p.ex. un module sur des règles de plusieurs vidéos explicatives des différents aspects importants à retenir (p.ex. des situations comme les carrefours à feu, les giratoires, etc.), afin de permettre aux personnes de choisir les contenus qui les concernent et intéressent au cas par cas.

Quant aux modules proposés entre autres sous forme pratique, ces contenus pourront être proposés lors d'un ou plusieurs cours et formations pour VAE. Le manuel du BPA « Freiwilliger E-Bike-Fahrkurs » (en cours de traduction en 2024) détaille de manière concrète le déroulement d'un cours qui reprend la plupart de ces modules.

De manière générale, suivant le catalogue de compétences, dans la conception des modules, il s'agira de ne pas uniquement veiller à transmettre du savoir et des compétences, mais aussi à intégrer dans chacun l'évaluation du risque ainsi que l'auto-évaluation de ce dernier pour soi-même compte tenu de sa propre personnalité.

**Tab. 22** Proposition de modules

Module	Groupes cibles particulièrement importants	Format
4.1 Gérer l'influence de sa personnalité sur son comportement dans le trafic et stratégies pour minimiser les risques		A déterminer
4.2 Gérer son besoin de reconnaissance et d'appartenance à un groupe et sa propension à des comportements à risque		A déterminer

<sup>47</sup> À noter que pour les niveaux 3 et 4, vu que ces contenus ne sont pas spécifiques au VAE et qu'il n'y a à ce jour que peu d'expérience pour les intégrer à des formations, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les détails et ne font pas partie d'une proposition dans le cadre de ce concept de formation.

**Tab. 22 Proposition de modules**

Module	Groupes cibles particulièrement importants	Format
<b>3.1 Estimer sa capacité personnelle à la conduite sur le moment et stratégies pour minimiser les risques I</b> : évaluation de sa propre condition physique (alcool, substances, médicaments, stress, fatigue, distractions, souffrance psychique)		A déterminer
<b>3.2 Estimer sa capacité personnelle à la conduite sur le moment et stratégies pour minimiser les risques II</b> : évaluation de soi face à la pression sociale (groupe)		A déterminer
<b>3.3 Planifier son trajet</b> : en fonction de l'infrastructure existante (éviter des endroits dangereux), des conditions météorologiques, jour/nuit, etc.		A déterminer
<b>2.1 Règles générales de circulation</b> : priorités, feux, signalisation.	Personnes sans permis	Contenus (notamment vidéos) sur la plateforme ; observations en présentiel
<b>2.2 Nouvelles règles de la circulation à adopter</b> : p.ex. giratoires, tourner à droite au feu rouge.	Seniors (65+ ans), personnes sans permis	Contenus (notamment vidéos) sur la plateforme ; observations en présentiel
<b>2.3 Règles spécifiques au VAE</b> : permis pour VAE45, restrictions de circulation pour les VAE et VAE45 en particulier, équipement nécessaire.	VAE25 et VAE45	Uniquement contenu théorique sur la plateforme
<b>2.4 Maniement du VAE dans le trafic</b> (manœuvres en site protégé) : démarrage, arrêt, changement de vitesse et de niveau d'assistance, tourner, conduite en virage, freinage, passage à travers d'obstacles.	-	Avant tout pratique lors de cours en présentiel, éventuellement vidéos et théorie sur la plateforme
<b>2.5 Gestion de situations générales et particularités du VAE</b> : anticipation des situations et adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques et jour/nuit.	-	Avant tout pratique lors de cours en présentiel, éventuellement vidéos et théorie sur la plateforme
<b>2.6 Gestion de situations liées à l'infrastructure et particularités du VAE</b> : giratoires, carrefours, tourne-à-gauche ; pour les VAE45 en particulier : vigilance envers la sous-estimation de la vitesse et les refus de priorité.	VAE45	Avant tout pratique lors de cours en présentiel, éventuellement vidéos et théorie sur la plateforme
<b>2.7 Gestion de situations liées à l'infrastructure et à la cohabitation avec d'autres modes</b> : marges de sécurité, « coup de la portière », angle mort, ombre		Vidéos sur la plateforme ; cours pratique à réaliser en collaboration avec d'autres usagers et usagères, p.ex. conducteurs et conductrices de bus / camion ou au moins de voiture avec véhicules
<b>2.8 Comportement partenarial</b> envers autres usagers et usagères de la route & usagers et usagères plus vulnérables (piéton-ne-s p.ex.), interprétation des comportements		Vidéos sur la plateforme ; cours pratique à réaliser en collaboration avec d'autres usagers et usagères p.ex. personnes aveugles/malvoyantes ou autres groupes vulnérables
<b>1.1 Maniement du VAE</b> : connaissance des caractéristiques physiques du VAE et de ses limites, gestion de l'assistance et de la batterie, nouveautés technologiques.		Contenus théoriques sur la plateforme, pratique en cours (site protégé)
<b>1.2 Entretien du VAE</b> : contrôle des éléments en fonction (freins, vitesses etc.), reconnaître les besoins d'entretien / adaptations, équipements spécifiques pour l'hiver.		Contenus théoriques sur la plateforme, pratique en cours (site protégé, atelier)

**Tab. 22** Proposition de modules

Module	Groupes cibles particulièrement importants	Format
1.3 Equipement général du et de la cycliste : équipement de sécurité permettant aussi d'être visible ; équipement pour l'hiver		Contenu théorique sur la plateforme et en cours

### 11.3.4 Option : adapter les examens théoriques donnant accès au VAE45

Une autre option pour mieux intégrer les aspects liés aux VAE45 serait de compléter les examens théoriques qui permettent son utilisation. A commencer par le permis M (vélomoteurs), mais aussi le permis B (voitures), quelques questions pertinentes pourraient être ajoutées pour prendre en compte les aspects de cohabitation les plus importants. Ainsi, toute personne serait amenée à réfléchir aux VAE dans le trafic routier, qu'elle en fera ou non, il y aura un bénéfice, soit directement, soit puisque l'autre perspective sera mieux comprise. Dans le même sens, des aspects relatifs à d'autres véhicules compris dans ces catégories pourraient être ajoutés.

### 11.3.5 Compléter les formations pour autres usagers et usagères de la route

Comme les résultats de nos entretiens ont indiqué l'importance du comportement des autres usagers et usagères de la route, nous proposons de réfléchir également à comment les aspects liés aux VAE et en particulier aux VAE45 souvent sous-estimés par les automobilistes notamment peuvent être mieux intégrés dans la formation pour les modes motorisés (y compris bus et camions).

Une proposition concrète figure dans les modules 2.7 et 2.8 ci-dessus relatifs aux situations de cohabitation sur les routes. Un changement de perspective serait un contenu crucial pour augmenter la sécurité routière et devrait être intégré dans toute formation à conduire un moyen de transport, non seulement en théorie mais en pratique.

D'autres aspects devront être défini dans un autre cadre que cette étude car il faudrait d'abord relever à quel point aujourd'hui les aspects relatifs à la cohabitation avec les vélos et VAE sont traités ou non dans la théorie et la pratique des formations pour voitures et autres véhicules motorisés en Suisse.

Comme évoqué ci-dessus, une autre piste consisterait à harmoniser et développer les contenus et la forme de l'éducation routière dans le cadre de l'école obligatoire. Le vélo a actuellement un poids très différent selon le canton [212]. Une formation plus conséquente permettrait de s'assurer que tous les jeunes d'un certain âge disposent de savoirs et compétences pratiques par rapport au vélo et ainsi par extension

## 11.4 Evaluation et perspectives futures

Ce concept de formation s'inscrit dans une approche évolutive. A partir de sa mise en œuvre, le concept devra être évalué dans son impact sur l'apprentissage des participant-e-s, sur la promotion du vélo et sur la sécurité routière (notamment sur l'accidentologie). Selon ces observations, le concept de formation et les contenus devront être adaptés, afin d'être les plus efficaces possible. Même s'il sera difficile d'attribuer des effets à certaines mesures particulières, une évaluation permettra de voir s'il y a une amélioration de la sécurité routière ou si des mesures devront être renforcées, par exemple si les cours devaient être payants comme aujourd'hui dans un premier temps, ils pourraient devenir gratuits ou soutenus à l'aide de bons dans un deuxième temps.

## 12 Conclusions

Le dernier chapitre de ce rapport revient sur les questions de recherche présentées au début de ce travail de recherche et résumé les réponses que nous pouvons déduire. Enfin il contient une série de recommandations ainsi que les futurs besoins de recherche qui découlent de notre travail.

### 12.1 Questions de recherche

#### 12.1.1 Quelles sont la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour rouler en toute sécurité avec un VAE ?

Les différents aspects relatifs aux qualifications, à la capacité et à l'aptitude qui sont nécessaires pour conduire un VAE ont été intégrés à un catalogue sous forme de tableau (cf. chapitre 8.3).

Pour circuler à vélo ainsi qu'en VAE, il faut disposer à la fois d'un état physique et psychique momentané (capacité) et général (aptitude) adéquats. Ces deux états ne se distinguent guère des exigences pour la conduite d'autres véhicules et leur contenu a donc été en grande partie repris des définitions en vigueur pour ceux-ci [17], [18], [19].

L'aptitude à la conduite d'un VAE comporte trois composantes : physique, cognitive, et psychique. La composante physique correspond aux exigences médicales minimales mentionnées dans la loi en vigueur, concernant notamment les facultés visuelles, l'appareil locomoteur, le système cardio-respiratoire, le système nerveux, et le système endocrinien. La composante cognitive correspond aux fonctions cérébrales responsables entre autres de l'orientation, de la mémoire et de la réactivité. La composante psychique correspond entre autres à la perception de la réalité et à l'adaptation du comportement à la situation concrète.

Afin d'établir un catalogue des compétences, capacité et aptitude nécessaires pour rouler en VAE, nous nous sommes basé-e-s sur un modèle d'apprentissage de la conduite appelé « Goals for Driver Education » (GDE) [16] qui a été développé par un consortium européen et qui sert de base à la formation des automobilistes dans plusieurs pays. Ce modèle postule que l'éducation à la conduite doit prendre en considération non seulement la maîtrise du véhicule et des situations de trafic, mais aussi un niveau hiérarchique supérieur, correspondant aux objectifs en lien avec la conduite, et dans la vie plus généralement, des personnes concernées. En Suisse, ce modèle a déjà fait l'objet d'une application au VAE dans le contexte de cours facultatifs par le BPA. Ce document a également servi de trame de base pour développer le catalogue de compétences, capacité et aptitude de cette recherche.

Ce catalogue pour la conduite d'un VAE illustre les bases nécessaires pour conduire un VAE (l'aptitude et la capacité) ainsi que les compétences, divisés en quatre niveaux. Alors que les deux premiers niveaux de compétences concernent concrètement le maniement du VAE (niveau 1) et son utilisation dans le trafic (niveau 2), les deux autres sont plus abstraits et portent sur l'organisation individuelle des trajets (niveau 3), et la prise de conscience des facteurs influençant le comportement de conduite (niveau 4). Les niveaux 1 et 2 peuvent ainsi être qualifiés de niveaux d'exécution et les niveaux 3 et 4 de niveaux directeurs.

Pour les niveaux 3 et 4, il s'est avéré qu'il n'y a que peu de spécificités du VAE, et les compétences sont les mêmes pour tout moyen de transport. Cependant, sur l'infrastructure routière actuelle, circuler à VAE représente un risque plus élevé (notamment du fait de l'absence de carrosserie protégeant les cyclistes, de la sous-estimation de leur vitesse de la part des autres usagers et usagères de la route, etc.). Les niveaux 3 et 4 consistent donc une base importante pour se déplacer en sécurité, même si le développement de ces aspects dépasse le cadre de ce projet et nécessite des recherches ultérieures pour mieux définir comment les opérationnaliser, les aborder et les enseigner.

Quant aux niveaux 1 et 2, il existe un grand nombre de compétences qui diffèrent peu voire pas du tout d'un vélo mécanique. C'est pourquoi nous avons regroupé ces compétences en deux types : celles qui s'appliquent à tout type de vélo et celles qui sont différentes pour les VAE25 et/ou les VAE45.

Pour tenir compte de l'importance et de l'interdépendance entre les compétences individuelles nécessaires et les autres éléments du système de sécurité cyclable, nous avons relevé les compétences qui dépendent de l'infrastructure et/ou des autres usagers et usagères et/ou de l'équipement (technologique) du VAE (en orange dans le catalogue).

Le catalogue des compétences comprend trois colonnes. La première détaille les différents savoirs et compétences. La deuxième aborde l'évaluation du risque lié à chaque compétence et la dernière l'auto-évaluation qui consiste à considérer sa propre propension au risque que représente chaque élément de compétence.

### **12.1.2 Comment les compétences de conduite nécessaires sont-elles acquises ? Quelles sont les différences entre la capacité, l'aptitude et les compétences de conduite nécessaires pour les VAE rapides et lents ? Les enfants (à partir de 12 ou 14 ans) et les personnes âgées disposent-ils également de cette capacité, cette aptitude et ces compétences de conduite ou peuvent-ils les acquérir ?**

Nous avons vu que les compétences nécessaires pour conduire un VAE sont largement similaires à celles pour utiliser un vélo mécanique. Elles peuvent en partie s'acquérir par la théorie, mais nécessitent dans tous les cas aussi une certaine pratique. Pour une personne qui dispose des compétences pour se déplacer à vélo dans le trafic, les compétences nécessaires pour rouler à VAE (25 ou 45) s'apprendront facilement suite à une sensibilisation aux différences entre les deux types de bicyclettes.

Les données récentes sur l'accidentologie en Suisse ne révèlent pas de différences claires et évidentes entre les VAE25 et les VAE45. Par ailleurs, il serait utile d'obtenir l'accès aux procès-verbaux d'accidents pour déterminer si la possession d'un permis de conduire influence l'exposition au risque d'accident. Il apparaît nécessaire de surveiller l'évolution de la situation des VAE45 dans les années à venir, et de recueillir davantage de données à ce sujet afin de pouvoir proposer les adaptations réglementaires sur une base scientifique solide. Sans cela, nous ne sommes pas en mesure de formuler des arguments justifiant une distinction dans la formation entre les VAE25 et VAE45.

Concernant la maîtrise des différences des règles de circulation entre VAE25 et VAE45, elles sont généralement faciles à assimiler et à retenir une fois acquises. Elles se concentrent principalement sur les interdictions de circulation et sur l'importance de couper le moteur sur certains secteurs.

Quant à la question du rôle de l'âge sur l'aptitude, la capacité et les compétences, selon la majorité des expert·e·s interviewé·e·s, des enfants à partir de 12 ans et des personnes âgées peuvent tout autant posséder l'aptitude de rouler à VAE. Qui sait utiliser un vélo mécanique sait aussi utiliser un VAE25 et dans la plupart des cas également un VAE45. Comme nous l'avons vu au cours de cette étude, pour les enfants, il n'est pas possible de définir un âge précis, mais il apparaît que dès l'âge de 10 à 12 ans, l'on dispose des bases physiques (notamment de la taille) et cognitives pour se déplacer à vélo ou VAE dans le trafic. Les bases psychiques et la capacité momentanée à se déplacer à VAE sont indépendantes d'un certain âge. Quant aux compétences, un enfant ou une personne âgée qui sait se déplacer à vélo peut facilement acquérir les compétences nécessaires pour utiliser un VAE25. Pour le VAE45, il faut avoir juste un peu plus de force pour le manœuvrer, mais cela ne peut pas être clairement associé à un certain âge. Une distinction des groupes d'âge par rapport à leur accès au VAE ne paraît donc pas nécessaire. Sur la base de nos analyses, un changement des règles en vigueur concernant l'âge minimal – à savoir 14 ans après avoir suivi un examen théorique (avec l'abaissement proposé par le Conseil fédéral à 12 ans, accompagné·e d'un·e adulte) – ne s'impose pas.

### 12.1.3 Quels sont les contenus et les méthodes que devrait contenir une formation à la conduite d'un vélo électrique ? Faut-il des concepts différents pour les enfants, les adultes et les seniors ?

Sur la base des conclusions de notre travail empirique, nous proposons de **repenser la situation actuelle** avec un concept renouvelé de formation facultative mais recommandé au VAE. Il vise à augmenter la sécurité des cyclistes à VAE sans introduire un nouveau permis ou une formation obligatoire. Il s'agit ainsi de donner envie de faire du vélo tout en soutenant et accompagnant les individus, de sorte que chacun·e se sente concerné·e et encouragé·e à participer à un cours VAE.

#### Cadre de la plateforme de formation

##### Permettre aux usagers et usagères d'acquérir les compétences nécessaires

L'**objectif** de ce concept de formation est de proposer des pistes pour des outils didactiques permettant d'acquérir les compétences nécessaires pour la conduite d'un VAE. Ainsi, il vise à augmenter la sécurité routière et à diminuer le nombre d'accidents (en particulier ceux qui n'incluent pas d'autres usagers ou usagères) dans le contexte d'infrastructures cyclables lacunaires qui existent aujourd'hui en Suisse et qui nécessitent certaines compétences individuelles supplémentaires pour y rouler sans se mettre en danger.

##### Inscrire la démarche dans une approche de promotion et d'empowerment

En partant du constat qu'il y a un intérêt écologique, social et sanitaire à promouvoir le vélo sous toutes ses formes, ce concept de formation s'inscrit dans une **approche de promotion du vélo** et plus particulièrement d'encouragement et d'empowerment. Une formation à la pratique du VAE qui aura du succès doit aller de pair avec la promotion du vélo respectivement du VAE et donner envie de la suivre.

##### Réunir les différentes offres et initiatives sur une plateforme de référence

Aujourd'hui, il existe de multiples campagnes de prévention et sensibilisation ainsi que des offres de cours de conduite de VAE très dispersées dû aux nombreuses institutions qui les proposent. Les rendre visible sur une plateforme de référence permettra de regrouper tous les contenus existants et ainsi renforcer leur visibilité et donc leur utilité. La plateforme sera donc le fruit d'une **collaboration** entre les différent·e·s acteurs et actrices du milieu. L'OFROU, ou un organe mandaté, en assurera la coordination et le bon fonctionnement. Les institutions publiques de prévention, mais aussi les employeurs, les associations du domaine de la mobilité et les assurances sont d'autres partenaires multiplicateurs à intégrer. Quant au financement de cette plateforme, il pourrait provenir du Fonds de la sécurité routière (FSR) car elle représente une mesure adaptée à son mandat légal pour promouvoir la sécurité routière.

##### S'assurer que les coûts ne constitueront pas un frein à se former à faire du VAE

De manière générale, une plateforme en ligne représente une offre attractive et abordable permettant de suivre une formation plus conséquente tout en assurant des contenus de qualité. Pour **inciter à la participation aux cours pratiques**, différentes solutions sont à explorer : offrir un bon pour suivre un cours lors de l'achat d'un VAE ou lors de l'immatriculation d'un VAE45 (ou à l'inverse, exempter de frais d'immatriculation si un cours est suivi), distribuer des bons pour un service au magasin de vélo à la fin d'un cours, ou encore proposer des cours entièrement gratuits pour les participant·e·s.

##### Tenir compte des besoins des différents groupes cibles

De manière générale, une telle plateforme s'adresse à l'ensemble des usagers et usagères de VAE. Les contenus doivent ainsi tenir compte des besoins des groupes cibles. En effet, les entretiens ont démontré qu'il n'est pas toujours évident de distinguer clairement des groupes, mais que certaines tendances se dessinent et que les différences résident davantage dans les méthodes ou le traitement de ces groupes que dans les compétences qui se différencieraient. Il convient ainsi de distinguer les jeunes (d'environ moins de 25 ans), les adultes et les seniors (de 65 ans et plus environ). Cependant, d'autres distinctions

peuvent être également pertinentes : les personnes sans permis de conduire ou l'ayant obtenu il y a longtemps ou encore les personnes peu respectivement très expérimentées à vélo / VAE.

Les seniors étant surreprésenté-e-s dans les accidents graves par rapport à leur part dans la population, nous proposons de mettre un accent sur ce groupe cible. Il s'agit par exemple de les sensibiliser à la plus grande vulnérabilité du corps avec l'âge ainsi qu'aux types de VAE et d'équipement les plus adaptés. Pour définir les offres et conseils pertinents pour atteindre les seniors, il sera important de tenir compte des offres existantes et de définir des stratégies de communication adaptées afin de toucher l'ensemble de cette classe d'âge.

## Contenus et réalisation de la plateforme et des formations

### Créer des contenus de qualité sur la base du catalogue de compétences

Pour parvenir aux objectifs mentionnés, nous proposons la création d'une **plateforme en ligne de formation modulaire** au VAE. Concrètement, cette plateforme regroupe des **contenus théoriques** variés (existants sur d'autres sites ou à créer sous forme attractive, notamment de vidéos) ainsi que des **renvois aux offres de cours pratiques**. Les contenus de la plateforme se basent sur le catalogue de compétences, capacité et aptitude. Nous avons proposé **une liste de modules** des différents savoirs (savoir-faire et savoir-être également) à acquérir (cf. chapitre 11.3.3). La proposition détaille le contenu des modules et, le cas échéant, le groupe cible auquel ils s'adressent en particulier, ainsi que leur format (théorie / pratique etc.). Il faut en effet des **méthodes et formats** à la fois de théorie et de pratique pour acquérir les compétences nécessaires pour faire du VAE.

Pour la **théorie**, deux formes principales sont proposées. D'une part, la plateforme proposera du « e-learning » : des contenus statiques (textes et images) et des vidéos. Les différents modules se composeront à la fois d'une partie « informative » que d'une forme d'évaluation pour tester son savoir. Cela permettra aussi de mieux inclure les deux aspects de l'évaluation du risque et de l'auto-évaluation qui font partie du catalogue de compétences. D'autre part, des cours en présentiel devront aussi contenir des parties théoriques. Ces contenus **pratiques** peuvent également prendre différentes formes : allant de l'observation du trafic et des autres usager·ère·s, à la mise en pratique dans un espace protégé que ce soit dans une cour d'école ou aire de sport, voire un jardin de la circulation, ou encore sur l'infrastructure routière, dans la circulation.

Il faudra aussi s'assurer que les canaux proposés permettront d'atteindre tou·te·s les seniors, mais nous partons du principe qu'aujourd'hui, leur accès à des contenus en ligne est aussi répandu que pour d'autres groupes d'âge.

### Donner envie d'utiliser les contenus et de suivre les cours

En plus de s'assurer de proposer des contenus de qualité sur une base scientifique, il faut aussi s'assurer qu'ils soient attractifs et donnent envie d'être utilisés et suivis. Pour la **théorie**, l'idée est de créer du contenu interactif, ludique et attrayant où les participant·e·s sont actifs et actives dans l'apprentissage, à l'instar de jeux vidéo voire de simulations de réalité virtuelle. Les formes d'évaluation interactives comme des quiz ou des questionnaires pourront être accompagnées par un système d'inscription et d'attestation avec des récompenses (symboliques, voire matérielles, p.ex. des tirages au sort). Les contenus **pratiques** devront aussi avoir des formats plus attractifs pour attirer des personnes aujourd'hui réticentes à les suivre. Il faudra aller au-delà de cours « classiques » qui offrent un cadre plutôt scolaire et développer une offre de type « sorties accompagnées » lors desquelles les contenus seront transmis de manière subtile et ludique au cours d'une balade à VAE.

### Développer une stratégie de communication ciblée

Une **campagne de communication** au niveau national est nécessaire afin de faire connaître la plateforme, de développer davantage les cours volontaires et de recommander à chaque usager et usagère d'en suivre un lors de ses débuts à VAE. Elle devra faciliter la « normalisation » de la participation aux cours, afin que le fait de suivre un cours ne constitue

plus une exception pour des groupes de personnes (notamment les plus « vulnérables », à l'exemple des seniors). Comme proposé ci-dessus, il faudra veiller à inscrire ces messages dans une campagne plus globale de promotion du VAE pour atteindre l'objectif voulu.

### **Considérer les magasins de vélo et ateliers de réparation comme des partenaires**

Les **magasins et ateliers de réparation de VAE** jouent un rôle central. Leur personnel représente des interlocuteurs et interlocutrices clés pour les usagers et usagères : il existe une relation de confiance permettant d'atteindre les cyclistes à VAE de manière plus ciblée que par des campagnes de communication plus générales. La contribution des marchands et des ateliers de réparation de vélos permettant d'informer de la présence de la plateforme et d'inciter à suivre un cours est particulièrement précieuse. La branche du VAE devra être soutenue dans cet effort, sachant que leur marge de manœuvre en termes économiques est souvent très restreinte et que cette tâche nécessite du temps et des supports (flyers et bons à distribuer, renseignements aux client·e·s, etc.). Les autres canaux de vente comme les bourses aux vélos devront assurer le même travail. En cas de revente ou de passation de VAE entre privé·e·s, cela pourra se faire lors du premier contact avec l'atelier de réparation, sachant qu'il n'y a que peu de personnes qui s'occupent elles-mêmes de l'entretien.

### **Impliquer les autres usagers et usagères de la route**

Vu l'importance des autres usagers et usagères de la route pour la sécurité des cyclistes à VAE, deux des modules proposés incluent un **changement de perspective** impliquant des personnes conduisant des véhicules motorisés. A noter que les aspects de cohabitation entre VAE et voitures doivent être traités dans les deux sens. Ainsi les cyclistes autant que les automobilistes doivent être confronté·e·s à la vision opposée pour comprendre notamment le risque de l'angle mort. De plus, les formations pour automobilistes devraient également être complétées pour comprendre la vision des cyclistes.

Une autre option pour mieux intégrer les aspects liés aux VAE45 serait de **compléter les examens théoriques** existants qui permettent son utilisation. A commencer par le permis M (vélomoteurs), mais aussi le permis B (voitures), des questions pertinentes pourraient être ajoutées pour prendre en compte les aspects de cohabitation les plus importants. Afin de renforcer cet aspect, en plus de cibler les usagers et usagères de VAE, nous proposons également de compléter les formations pour les autres usagers et usagères de la route et de les sensibiliser aux VAE.

### **Evaluer le concept en tenant compte des évolutions futures du VAE**

Le concept de formation ici présenté s'inscrit dans une approche évolutive. A partir de sa mise en œuvre, le concept devra être **évalué** dans son impact sur l'apprentissage des participant·e·s, sur la promotion du vélo et sur la sécurité routière (notamment sur l'accidentologie, ce qui nécessite des informations supplémentaires auxquelles nous n'avons pas accès). Selon ces observations, le concept de formation et les contenus qui ont été développés sur sa base, devront être adaptés.

#### **12.1.4 Du point de vue de la société dans son ensemble, quels sont les avantages et les inconvénients d'un examen de conduite pour les utilisateurs de vélos électriques ? Dans quelle mesure un examen de conduite augmente-t-il la sécurité des utilisateurs de vélos électriques ?**

Dans le cadre de l'atelier avec les parties prenantes, quatre options de régler l'utilisation d'un VAE avec un permis ont été discutées. En plus de la situation actuelle (un permis « vélomoteur » ou autre exigé pour les VAE45 et pour les VAE25 entre 14 et 16 ans, ainsi que des cours sur inscription volontaire), il s'agit de trois manières d'introduire un permis de conduire spécifique aux VAE :

- un examen théorique obligatoire spécifique aux VAE

- un examen théorique et pratique obligatoire spécifique aux VAE
- un cours théorique et pratique obligatoire, mais sans examen

Les avantages et désavantages mentionnés par les expert-e-s lors de l'atelier pour ces trois options se ressemblent en grande partie, c'est pourquoi nous les traitons ici de manière groupée. Les avantages et désavantages se réfèrent à l'influence de l'introduction d'une telle mesure en Suisse sur la société en comparaison avec la situation actuelle. Ils comprennent donc tous les aspects possibles, notamment relatifs à la sécurité routière, à la santé publique ou aux coûts.

Au niveau des **avantages** d'un permis, deux arguments majeurs ont été avancés par les expert-e-s :

- D'une part, il permettrait de s'assurer que toute personne circulant à VAE dispose de **connaissances de base** sur comment rouler et se comporter dans le trafic et sur l'infrastructure actuellement en place en Suisse. Une obligation permettrait aussi d'atteindre toutes les personnes qui ne participeraient jamais à un cours facultatif.
- D'autre part, une offre obligatoire permettrait plus facilement d'assurer une certaine **qualité des contenus de cours**, soit directement, soit à travers des questions posées ou des compétences pratiques à démontrer lors d'examens.

D'autres avantages potentiels d'un permis pour VAE serait une légitimation accrue des usagers et usagères de VAE grâce à l'obtention d'un permis ou encore un traitement harmonisé par rapport aux autres moyens de transport motorisés nécessitant tous un permis.

Cependant, la question de savoir quel serait l'**effet sur la sécurité routière** d'un permis et d'une formation harmonisée reste ouverte. Sur la base de notre travail empirique ainsi que de la littérature, nous ne pouvons pas estimer s'il y aurait réellement un effet positif sur le nombre de chutes et de collisions qui permettrait de diminuer les coûts (également sociaux) de ces derniers.

En plus de ces incertitudes, les expert-e-s ont relevé toute une série de **désavantages** liés à l'introduction d'un permis spécifique aux VAE :

- A commencer par l'aspect qui était au cœur de ce projet de recherche : les **compétences nécessaires** pour utiliser un VAE. L'introduction d'un permis pour toute personne utilisant un VAE irait à l'encontre du constat que ces compétences sont très similaires au vélo mécanique pour lequel aucun permis n'est requis. Cela vaut en particulier pour les VAE25. Il n'y a cependant pas de raison d'abroger la règle actuelle exigeant que les jeunes de moins 16 ans passent un examen théorique, tant que l'éducation routière n'est pas harmonisée et davantage développée au sein de l'école obligatoire. Il est important de maintenir cette exigence afin de garantir l'acquisition de connaissances des règles de la circulation pour se déplacer dans le trafic. Pour le VAE45, un permis (M ou B) et donc un examen théorique général sur le code de la route est déjà nécessaire pour tout le monde<sup>48</sup>.
- D'autres désavantages ou incertitudes comprennent les **coûts financiers et administratifs** associés à la mise en place d'un tel permis (tant pour les autorités que pour les personnes devant passer un permis).
- Une **diminution de l'attractivité** du VAE, qui irait à l'encontre des avantages sociétaux du VAE, notamment en termes de santé publique, très positifs, même en tenant compte des risques, des chutes et des collisions. Bien qu'actuellement aucun pays comparable n'ait introduit un tel examen, il semble probable que celui-ci réduirait l'attractivité du VAE.
- Face au **bénéfice du droit acquis** (>1.35 million de VAE sont actuellement en circulation[1]), il se poserait aussi des questions de **faisabilité** d'un tel changement de système et de **communication** car pour les VAE25, la Suisse se distinguerait ainsi de ses pays voisins et de l'Union européenne. Il est donc difficile de concevoir une solution

<sup>48</sup> Plusieurs études suisses avec de grands échantillons montrent d'ailleurs aussi que plus de 90% des usagers et usagères du VAE25 ont un permis [20], [21], [22], [23].

où l'utilisation du VAE est rendue plus compliquée, en particulier pour toutes les personnes qui en ont acquis un dans les conditions actuelles.

Les informations récoltées dans le cadre de cette étude ne nous permettent donc pas de conclure que les avantages de l'introduction d'un permis dépasseraient les désavantages. Cependant, le système actuel basé sur des cours facultatifs et un examen théorique (pour les VAE25 entre 14 et 16 ans et dans tous les cas pour les VAE45) présente un **potentiel d'amélioration** pour contrer la hausse des accidents à VAE.

## 12.2 Recommandations

La majeure recommandation de ce projet de recherche consiste à mettre en œuvre le concept de formation proposé en suivant les étapes décrites ci-dessus.

Plus précisément, il peut être réparti en différentes recommandations qui se veulent aussi un guide « étape par étape » pour réaliser la plateforme de formation proposée :

- Réunir les différents acteurs du domaine du VAE et créer une plateforme qui contient et recense les offres existantes (en ligne et renvois vers des cours)
- Définir les contenus parmi les propositions de modules manquant et les développer de manière attractive, interactive et ludique
- Mener une campagne de communication générale et une campagne de sensibilisation auprès des magasins de VAE et des usagers et usagères de VAE pour faire connaître la plateforme
- Adapter les offres d'autres formations (p.ex. voitures, poids-lourds) avec des contenus relatifs à la cohabitation avec les VAE
- Evaluer le concept de formation et l'adapter le cas échéant

Trois recommandations supplémentaires sont apparues au cours de cette recherche :

- Evaluer comment le groupe cible des personnes âgées peut être atteint et intégré au mieux, et mettre en œuvre des mesures ciblées
- Sensibiliser et former également les autres usagers et usagères de la route (surtout les personnes circulant en véhicules motorisés) à la présence des VAE, en particulier à la sous-estimation de la vitesse des VAE45, tant que l'infrastructure cyclable n'est pas encore assez développée pour faciliter la cohabitation
- Harmoniser et développer l'éducation routière et la pratique du vélo à l'école obligatoire pour atteindre un niveau qui prépare suffisamment les jeunes à se déplacer à vélo / VAE25 dans le trafic

Enfin, nous recommandons également de suivre l'évolution des VAE25 et VAE45. La situation est susceptible de changer (notamment si des analyses approfondies des accidents seront disponibles, permettant ainsi de réellement comprendre les chutes et les collisions, en particulier la chaîne d'évènements qui mène à une chute ou à une collision ; ou encore si l'exposition des cyclistes y compris à VAE sera mieux connue) et il faudra s'y adapter si nécessaire.

## 12.3 Futurs besoins de recherche

D'une part, nous avons relevé une série d'aspects qui nécessitent de futures recherches car dans le cadre du projet dont ce rapport rend compte, toutes les questions n'ont pas encore pu être traitées dans tous les détails, et, d'autre part, la proposition qui découle de ce travail de recherche entraîne également avec son évaluation un besoin de recherches :

- Développer les connaissances sur les accidents à VAE : d'une part mieux les relier à l'exposition d'usagers et usagères, et d'autre part mieux comprendre les accidents (p.ex. profils des personnes : possession de permis, etc.)
- Etudier les cours facultatifs existants : mieux comprendre pourquoi aujourd'hui les cours ne sont pas suivis par plus de personnes, comprendre qui fait un cours et pour quelle raison ainsi qu'avec quel effet, p.ex. faire une étude pour tester de manière pratique les compétences d'usagers/usagères VAE ayant suivi un cours et non et les comparer
- Etudier qui ne fait pas de cours aujourd'hui et comprendre pourquoi afin de développer des réponses ciblées pour y remédier (notamment focaliser sur les seniors qui sont surreprésentés dans les accidents graves)

- Etudier quels contenus peuvent être déduits des compétences des niveaux 3 et 4 et comment les enseigner (formes), les tester et les évaluer
- Etudier l'influence du poids plus élevé des VAE par rapport aux vélos classiques sur les conséquences d'une chute ou collision.
- Évaluer quels sont les contenus nécessaires pour harmoniser l'éducation routière



## Glossaire

Terme	Signification
Aptitude à conduire <i>Fahreignung</i>	L'aptitude à la conduite correspond à l'ensemble des conditions psychiques et physiques générales, indépendantes de tout événement ponctuel, auxquelles un individu doit satisfaire pour conduire un véhicule de façon sûre dans la circulation routière. Ces conditions psychiques et physiques doivent exister de manière stable et constituent la base pour conduire un véhicule sur la voie publique.
Capacité de conduite <i>Fahrfähigkeit</i>	La capacité de conduire correspond à l'état psychique et physique momentané d'une personne, la rendant capable de conduire de façon sûre un véhicule dans la circulation routière. L'incapacité de conduire correspond ainsi à un état transitoire à court terme (par exemple en raison d'une consommation d'alcool, de drogues ou de médicaments, ou d'un état de fatigue).
Compétences de conduite <i>Fahrkompetenzen</i>	Les compétences sont acquises par un individu et le rendent capable de conduire de façon sûre un véhicule au sein de la circulation routière. Ces compétences sont acquises via l'assimilation de connaissances théoriques et pratiques.
Matrice GDE <i>GDE-Matrix</i>	Modèle d'apprentissage de la conduite appelé « Goals for Driver Education » (GDE) [17] qui a été développé par un consortium européen et qui sert de base à la formation des automobilistes dans plusieurs pays. Ce modèle postule que l'éducation à la conduite doit prendre en considération non seulement la maîtrise du véhicule et des situations de trafic, mais aussi un niveau hiérarchique supérieur, correspondant aux objectifs en lien avec la conduite, et dans la vie plus généralement, des personnes concernées.
VAE25 / VAE45 <i>E-Bike 25 / E-Bike 45</i>	Vélo à assistance électrique avec une assistance jusqu'à 25 km/h resp. 45 km/h.



## Références

- [1] Velosuisse, « **Marché suisse de la bicyclette 2021 [Swiss market for bicycles 2021]** », 2022. [En ligne]. [https://www.velosuisse.ch/wp-content/uploads/2022/03/2021\\_Veloverkaufsstatistik\\_Schweizer\\_Markt.pdf](https://www.velosuisse.ch/wp-content/uploads/2022/03/2021_Veloverkaufsstatistik_Schweizer_Markt.pdf)
- [2] Behrendt, F. « **Why cycling matters for electric mobility: towards diverse, active and sustainable e-mobilities** », *Mobilities*, vol. 13, n° 1, Art. n° 1, 2018.
- [3] Peine, A., van Cooten, V. & Neven, L. « **Rejuvenating design: Bikes, batteries, and older adopters in the diffusion of e-bikes** », *Science, Technology, & Human Values*, vol. 42, n° 3, Art. n° 3, 2017.
- [4] Rose, G. « **E-bikes and urban transportation: emerging issues and unresolved questions** », *Transportation*, vol. 39, n° 1, Art. n° 1, 2012.
- [5] Wälti, M. *et al.*, « **Veloverkehr in den Agglomerationen – Einflussfaktoren, Massnahmen und Potenziale. Forschungsprojekt SVI 2004/069, Büro für Mobilität AG, Interface, HSLU** », 2015.
- [6] Marincek, D. & Rérat, P. « **From Conventional to Electrically-Assisted Cycling. A Biographical Approach to the Adoption of the E-Bike** », *International Journal of Sustainable Transportation*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1799119>
- [7] Bourne, J. E. *et al.*, « **Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review** », *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 15, n° 1, 116, nov. 2018, doi: 10.1186/s12966-018-0751-8
- [8] Sundfør, H. B., Fyhri, A. & H. B. Bjørnarå, H. B. « **E-bikes—good for public health?** », in *Advances in Transportation and Health*, Elsevier, 2020, 251–266.
- [9] Riiser, A., Bere, E., Andersen, L. B. & Nordengen, S. « **E-cycling and health benefits: A systematic literature review with meta-analyses** », *Front Sports Act Living*, vol. 4, p. 1031004, oct. 2022, doi: 10.3389/fspor.2022.1031004
- [10] Rérat, P. « **The rise of the e-bike: Towards an extension of the practice of cycling?** », *Mobilities*, n° 16(3), 423–439, 2021.
- [11] OFROU et OFS, « **Statistique des accidents de la route 2021** », 2022. [En ligne]. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/unfalldaten/unfallstatistik\\_2015vss-standardberichte.pdf.download.pdf/Statistique%20des%20accidents%20de%20la%20route%202021.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/unfalldaten/unfallstatistik_2015vss-standardberichte.pdf.download.pdf/Statistique%20des%20accidents%20de%20la%20route%202021.pdf)
- [12] BPA, « **Sinus 2022 – niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2021** », 2022. [En ligne]. [https://www.bfu.ch/api/publications/bfu\\_2.469.02\\_Sinus%202022%20%E2%80%93%20Niveau%20de%20s%C3%A9curit%C3%A9%20et%20accidents%20dans%20la%20circulation%20routi%C3%A8re%20en%202021.pdf](https://www.bfu.ch/api/publications/bfu_2.469.02_Sinus%202022%20%E2%80%93%20Niveau%20de%20s%C3%A9curit%C3%A9%20et%20accidents%20dans%20la%20circulation%20routi%C3%A8re%20en%202021.pdf)
- [13] BPA, « **Sinus 2019. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2018** », BPA, Berne, 2019. Consulté le: 9 décembre 2019. [En ligne]. <https://www.bfu.ch/fr/le-bpa/medias/sinus-2019>
- [14] Larsson, P. & Tingvall, C. « **The Safe System Approach – A Road Safety Strategy Based on Human Factors Principles** », in *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Applications and Services*, vol. 8020, D. Harris, Éd., in Lecture Notes in Computer Science, vol. 8020. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, 19–28. doi: 10.1007/978-3-642-39354-9\_3
- [15] Ederer, D. J., Panik, R. T., Botchwey, N. & Watkins, K. « **The Safe Systems Pyramid: A new framework for traffic safety** », *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 21, p. 100905, sept. 2023, doi: 10.1016/j.trip.2023.100905
- [16] Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A. & Hernetkoski, K. « **From control of the vehicle to personal self-control; broadening the perspectives to driver education** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 5, n° 3, Art. n° 3, 2002.
- [17] asa, « **Guide aptitude à la conduite** », 27 novembre 2020. [En ligne]. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/it/dokumente/dokumente-strassenverkehr/richtlinien/leitfaden-fahreignung.pdf.download.pdf/Guide%20aptitude%20%C3%A0%20la%20conduite%20\(in%20francese\).pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/it/dokumente/dokumente-strassenverkehr/richtlinien/leitfaden-fahreignung.pdf.download.pdf/Guide%20aptitude%20%C3%A0%20la%20conduite%20(in%20francese).pdf)
- [18] « **RS 741.01 - Loi fédérale du 19 décembre 1958 sur la circulation routière (LCR)** », Fedlex. Consulté le: 7 mars 2024. [En ligne]. [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1959/679\\_705\\_685/fr](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1959/679_705_685/fr)
- [19] « **RS 741.51 - Ordonnance réglant l'admission des personnes et des véhicules à la circulation routière (OAC)** », Fedlex. Consulté le: 12 mars 2024. [En ligne]. [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1976/2423\\_2423\\_2423/fr](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1976/2423_2423_2423/fr)
- [20] Marincek, D., Ravalet, E. & Rérat, P. « **La pratique du vélo à assistance électrique à Lausanne. Synthèse du rapport final** », Institut de géographie et durabilité (IGD), Université de Lausanne, 5, 2020. Consulté le: 5 juin 2020. [En ligne]. [https://serval.unil.ch/notice/serval:BIB\\_BDAC03019771](https://serval.unil.ch/notice/serval:BIB_BDAC03019771)
- [21] Rérat, P., Giacomel, G. & Martin, A. « **Au travail à vélo... La pratique utilitaire de la bicyclette en Suisse [Cycling to work: the practice of utility cycling in Switzerland]** », Editions Alphil–Presses universitaires suisses, 2019.

- [22] Rérat, P., Haldimann, L. & Widmer, H. « **Le vélo en période de pandémie. Évolution des pratiques et effets des « coronapistes » à Genève et Lausanne** », Observatoire universitaire du vélo et des mobilités actives, Université de Lausanne, 2022. Consulté le: 17 mai 2022. [En ligne]. [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_2084884F4829.P001/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_2084884F4829.P001/REF.pdf)
- [23] Marincek, D., Rérat, P. & Lurkin, V. « **Enquête sur les usagers de vélos cargo en Suisse (E-cargo)** », paraître 2023.
- [24] Götschi, T., Kahlmeier, S., Castro, A., Brand, C., Cavill, N., Kelly, P., Lieb, C., Rojas-Rueda, D., Woodcock, J. & Racioppi, F. « **Integrated Impact Assessment of Active Travel: Expanding the Scope of the Health Economic Assessment Tool (HEAT) for Walking and Cycling** », *JERPH*, vol. 17, n° 20, p. 7361, oct. 2020, doi: 10.3390/ijerph17207361
- [25] Fishman, E. & Cherry, C. « **E-bikes in the Mainstream: Reviewing a Decade of Research** », *Transport Reviews*, vol. 36, n° 1, Art. n° 1, janv. 2016, doi: 10.1080/01441647.2015.1069907
- [26] Lanzendorf, M. « **Mobility biographies. A new perspective for understanding travel behaviour** », in *10th international conference on travel behaviour research*, 2003, p. 15.
- [27] Muggenburg, H., Busch-Geertsema, A. & Lanzendorf, M. « **Mobility biographies: A review of achievements and challenges of the mobility biographies approach and a framework for further research** », *Journal of Transport Geography*, vol. 46, 151–163, 2015.
- [28] Mundler, M. & Rérat, P. « **“C’est la liberté!” Étude des cours de vélo pour adultes en Suisse** », Institut de géographie et durabilité (IGD), Université de Lausanne, 2018.
- [29] Van Cauwenberg, J., de Geus, B. & Deforche, B. « **Cycling for transport among older adults: Health benefits, prevalence, determinants, injuries and the potential of E-bikes** », in *Geographies of Transport and Ageing*, Springer, 2018, 133–151.
- [30] Van Cauwenberg, J., De Bourdeaudhuij, I., Clarys, P., de Geus, B. & Deforche, B. « **E-bikes among older adults: benefits, disadvantages, usage and crash characteristics** », *Transportation*, vol. 46, n° 6, 2151–2172, 2019.
- [31] Sauter, D. « **Mobilität von Kindern und Jugendlichen. Entwicklungen von 1994 bis 2010 Analyse basierend auf den Mikrozinsen «Mobilität und Verkehr** », Materialien Langsamverkehr Nr. 135, Bundesamt für Strassen ASTRA, 2014.
- [32] BPA, « **Sinus 2019. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2018** », BPA, Berne, 2019. Consulté le: 9 décembre 2019. [En ligne]. <https://www.bfu.ch/fr/le-bpa/medias/sinus-2019>
- [33] Scaramuzza, G., Uhr, A. & Niemann, S. « **E-Bikes im Strassenverkehr: Sicherheitsanalyse** », Auflage: 1/2015/600. in bfu-Report, no. 72. Bern: BFU - Beratungsstelle für Unfallverhütung, 2015.
- [34] Haustein, S. & Møller, S. « **E-bike safety: Individual-level factors and incident characteristics** », *Journal of Transport & Health*, vol. 3, n° 3, 386–394, sept. 2016, doi: 10.1016/j.jth.2016.07.001
- [35] Petzoldt, T., Schleinitz, K., J. F. Krems, J. F. & Gehlert, T. « **Drivers’ gap acceptance in front of approaching bicycles—Effects of bicycle speed and bicycle type** », *Safety science*, vol. 92, 283–289, 2017.
- [36] Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A. & Hernetkoski, K. « **From control of the vehicle to personal self-control; broadening the perspectives to driver education** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 5, n° 3, 201–215, 2002.
- [37] Transitec Ingénieurs Conseils SA, Université de Lausanne, et Bureau de prévention des accidents BPA, « **Situation en matière de sécurité du trafic cycliste sur les routes et dans les carrefours. Projet de recherche MFZ\_20\_04A\_1 sur demande de l’Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI)** », ÖFRÖU, SVI 2019/008, paraître 2023.
- [38] Juhra C. *et al.*, « **Bicycle accidents—Do we only see the tip of the iceberg?: A prospective multi-centre study in a large German city combining medical and police data** », *Injury*, vol. 43, n° 12, 2026–2034, 2012.
- [39] Winters, M. & Branion-Calles, M. « **Cycling safety: Quantifying the under reporting of cycling incidents in Vancouver, British Columbia** », *Journal of Transport & Health*, vol. 7, p. 48-53, déc. 2017, doi: 10.1016/j.jth.2017.02.010
- [40] Schepers, P., Hagenzieker, M., Methorst, R., van Wee, B. & Wegman, F. « **A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 62, n° Supplement C, 331–340, janv. 2014, doi: 10.1016/j.aap.2013.03.032
- [41] Vandenbulcke, G., Thomas, I. & Panis, L. I. « **Predicting cycling accident risk in Brussels: a spatial case-control approach** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 62, 341–357, 2014.
- [42] Uhr, A., Hertach, P. & bpa - Bureau de prévention des accidents, « **Verkehrssicherheit von E-Bikes mit Schwerpunkt Alleinunfälle** », bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern, 2017.
- [43] Uhr, A., Hertach, P. & bpa - Bureau de prévention des accidents, « **Verkehrssicherheit von E-Bikes mit Schwerpunkt Alleinunfälle** », bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern, 2017.
- [44] Boufous, S., De Rome, L., Senserrick, T. & Ivers, R. Q. « **Single- versus multi-vehicle bicycle road crashes in Victoria, Australia** », *Inj Prev*, vol. 19, n° 5, 358–362, oct. 2013, doi: 10.1136/injuryprev-2012-040630
- [45] BPA, « **Verkehrssicherheit von Velos und E-Bikes im Kreisverkehr** », 2022. Consulté le: 19 décembre 2022. [En ligne]. <https://www.bfu.ch/de/die-bfu/medien/sicherheit-im-kreisverkehr>

- [46] O. fédéral des routes OFROU, « **Application métier Accidents de la circulation (AC) Instructions concernant le procès-verbal d'accident 2018 (PVA2018) Annexe 2 : causes et cause principale** », 2017. Consulté le: 8 février 2023. [En ligne]. <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/dokumentation/daten-informationsprodukte/unfalldaten/grundlagen/unfallerfassung.html>
- [47] Hertach, P., Uhr, A., Niemann, S. & Cavegn, M. « **Characteristics of single-vehicle crashes with e-bikes in Switzerland** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 117, 232–238, août 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.04.021
- [48] Götschi, T., Garrard, J. & Giles-Corti, B. « **Cycling as a Part of Daily Life: A Review of Health Perspectives** », *Transport Reviews*, vol. 36, n° 1, Art. n° 1, janv. 2016, doi: 10.1080/01441647.2015.1057877
- [49] Götschi, T., Castro, A., Deforth, M., Miranda-Moreno, L. & Zangenehpour, S. « **Towards a comprehensive safety evaluation of cycling infrastructure including objective and subjective measures** », *Journal of Transport & Health*, vol. 8, 44–54, 2018.
- [50] O. fédéral de la statistique OFS et O. fédéral du développement territorial ARE, « **Comportement de la population en matière de transports Résultats du microrecensement mobilité et transports 2015** », Neuchâtel et Berne, 2017.
- [51] Pucher, J. & Buehler, R. « **Cycling for everyone: lessons from Europe** », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 2074, 58–65, 2008.
- [52] Pucher, J. & Dijkstra, L. « **Making walking and cycling safer: lessons from Europe** », *Transportation Quarterly*, vol. 54, n° 3, 25–50, 2000.
- [53] Schepers, P., Twisk, D., Fishman, E., Fyhri, A. & Jensen, A. « **The Dutch road to a high level of cycling safety** », *Safety science*, vol. 92, 264–273, 2017.
- [54] Castro, A., Kahlmeier, S. & Götschi, T. « **Exposure-Adjusted Road Fatality Rates for Cycling and Walking in European Countries** », *International Transport Forum Discussion Papers 2018/05*, sept. 2018. doi: 10.1787/td022267-en
- [55] Götschi, T., Castro, A., Deforth, M., Miranda-Moreno, L. & Zangenehpour, S. « **Towards a comprehensive safety evaluation of cycling infrastructure including objective and subjective measures** », *Journal of Transport & Health*, vol. 8, 44–54, 2018.
- [56] Sutter, B. « **Comparaison des villes en termes de sécurité routière: Les victimes d'accidents dans les dix plus grandes villes suisses** », OFROU, 2014. [En ligne]. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/abteilung\\_strassenverkehrallgemein/verkehrssicherheitsstaedtevergleich.pdf.download.pdf/securite\\_routierecomparaisondesvilles.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/abteilung_strassenverkehrallgemein/verkehrssicherheitsstaedtevergleich.pdf.download.pdf/securite_routierecomparaisondesvilles.pdf)
- [57] Aldred, R. « **Cycling near misses: Their frequency, impact, and prevention** », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 90, 69–83, 2016.
- [58] Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E. & MacGregor, D. G. « **Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality** », *Risk Analysis: An International Journal*, vol. 24, n° 2, 311–322, 2004.
- [59] Jacobsen, P. L. & Rutter, H. « **Cycling safety** », *Pucher, J, Buehler, R. eds*, 141–156, 2012.
- [60] O'Connor, J. P. & Brown, T. D. « **Riding with the sharks: serious leisure cyclist's perceptions of sharing the road with motorists** », *Journal of Science and Medicine in Sport*, vol. 13, n° 1, 53–58, 2010.
- [61] Chataway, E. S., Kaplan, S., Nielsen, T. A. S. & Prato, C. G. « **Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen** », *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, vol. 23, 32–43, 2014.
- [62] Kaplan, S. & Prato, C. G. « **“Them or Us”: Perceptions, cognitions, emotions, and overt behavior associated with cyclists and motorists sharing the road** », *International journal of sustainable transportation*, vol. 10, n° 3, 193–200, 2016.
- [63] Manton, R., Rau, H., Fahy, F., Sheahan, J. & Clifford, E. « **Using mental mapping to unpack perceived cycling risk** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 88, 138–149, mars 2016, doi: 10.1016/j.aap.2015.12.017
- [64] Aldred, R. « **Cycling near misses: Their frequency, impact, and prevention** », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 90, 69–83, 2016.
- [65] Aldred, R., Elliott, B., Woodcock, J. & Goodman, A. « **Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age** », *Transport reviews*, vol. 37, n° 1, 29–55, 2017.
- [66] Geller, R. « **Four Types of Cyclists** », Portland Office of Transportation, 2006. Consulté le: 9 février 2018. [En ligne]. <https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/264746>
- [67] Dill, J. & McNeil, N. « **Four types of cyclists? Examination of typology for better understanding of bicycling behavior and potential** », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 2387, 129–138, 2013.
- [68] Dill, J. & McNeil, N. « **Revisiting the four types of cyclists: findings from a national survey** », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 2587, 90–99, 2016.
- [69] Horton, D. « **Fear of cycling** », *Cycling and society*, 133–152, 2007.

- [70] Aldred R. & Woodcock, J. « **Reframing safety: an analysis of perceptions of cycle safety clothing** », *Transport Policy*, vol. 42, 103–112, 2015.
- [71] Olivier, J., Wang, J. J., Walter, S. & Grzebieta, R. « **Anti-helmet arguments: lies, damned lies and flawed statistics** », *Journal of the Australasian College of Road Safety*, vol. 25, n° 4, p. 10, 2014.
- [72] Radun, I. & Olivier, J. « **Bicycle helmet law does not deter cyclists in Finland** », *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, vol. 58, 1087–1090, 2018.
- [73] Robinson, D. L. « **Head injuries and bicycle helmet laws** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 28, n° 4, 463–475, 1996.
- [74] Robinson, D. L. « **Changes in head injury with the New Zealand bicycle helmet law** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 33, n° 5, 687–691, 2001.
- [75] Robinson, D. L. « **Bicycle helmet legislation: can we reach a consensus?** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 39, n° 1, 86–93, 2007.
- [76] Olivier, J., Boufous, J. & Grzebieta, R. H. « **No strong evidence bicycle helmet legislation deters cycling** », *Med J Aust*, vol. 205, n° 2, 54–55, 2016.
- [77] Elvik, R. & Bjørnskau, T. « **Safety-in-numbers: a systematic review and meta-analysis of evidence** », *Safety science*, vol. 92, 274–282, 2017.
- [78] Jacobsen, P. L. « **Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling** », *Injury Prevention*, vol. 9, n° 3, p. 205-209, sept. 2003, doi: 10.1136/ip.9.3.205
- [79] Wegman, F., Zhang, F. & Dijkstra, A. « **How to make more cycling good for road safety?** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 44, n° 1, 19–29, 2012.
- [80] Johansson, R. « **Vision Zero – Implementing a policy for traffic safety** », *Safety Science*, vol. 47, n° 6, 826–831, juill. 2009, doi: 10.1016/j.ssci.2008.10.023
- [81] Wegman, F., Aarts, L. & Bax, C. « **Advancing sustainable safety: National road safety outlook for The Netherlands for 2005–2020** », *Safety Science*, vol. 46, n° 2, 323–343, 2008.
- [82] Koomstra, M. J. « **The Dutch policy for sustainable road safety** », 1994.
- [83] Frieden, T. R. « **A Framework for Public Health Action: The Health Impact Pyramid** », *Am J Public Health*, vol. 100, n° 4, 590–595, avr. 2010, doi: 10.2105/AJPH.2009.185652
- [84] Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J. & Gehlert, T. « **The German Naturalistic Cycling Study—Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles** », *Safety Science*, vol. 92, 290–297, 2017.
- [85] Dozza, M., Bianchi Piccinini, G. F. & Werneke, J. « **Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 41, 217–226, août 2016, doi: 10.1016/j.trf.2015.04.003
- [86] Huertas-Leyva, P., Dozza, M. & Baldanzini, N. « **Investigating cycling kinematics and braking maneuvers in the real world: e-bikes make cyclists move faster, brake harder, and experience new conflicts** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 54, 211–222, avr. 2018, doi: 10.1016/j.trf.2018.02.008
- [87] Huertas-Leyva, P., Dozza, M. & Baldanzini, N. « **E-bikers' braking behavior: Results from a naturalistic cycling study** », *Traffic injury prevention*, vol. 20, n° sup3, 62–67, 2019.
- [88] Vlakveld, W., Mons, C., Kamphuis, K., Stelling, A. & Twisk, D. « **Traffic conflicts involving speed-pedelegs (fast electric bicycles): A naturalistic riding study** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 158, p. 106201, 2021.
- [89] Twisk, D., Stelling, A., Van Gent, P., De Groot, J. & Vlakveld, W. « **Speed characteristics of speed-pedelegs, pedelecs and conventional bicycles in naturalistic urban and rural traffic conditions** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 150, p. 105940, 2021.
- [90] CROW, « **Design Manual for Bicycle Traffic** », *Ede: CROW fietsberaad*, 2016.
- [91] Héran, F. « **Le retour de la bicyclette : une histoire des déplacements urbains en Europe, de 1817 à 2050** », la Découverte, 2015. [En ligne]. [https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=YY9oCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=h%C3%A9ran+bicyclette&ots=\\_LIGZGKvy8&sig=JCKj8AQF7gSu0C9gSX589Vdz3y8](https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=YY9oCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=h%C3%A9ran+bicyclette&ots=_LIGZGKvy8&sig=JCKj8AQF7gSu0C9gSX589Vdz3y8)
- [92] WHO, « **Global status report on road safety: time for action** », World Health Organization, 2009.
- [93] Popovich, N., Gordon, E., Shao, Z., Xing, Y., Wang, Y. & Handy, S. « **Experiences of electric bicycle users in the Sacramento, California area** », *Travel Behaviour and Society*, vol. 1, n° 2, 37–44, mai 2014, doi: 10.1016/j.tbs.2013.10.006
- [94] Behrendt, F., Cairns, S., Raffo, D. & Philips, I. « **Impact of E-Bikes on Cycling in Hilly Areas: Participants' Experience of Electrically-Assisted Cycling in a UK Study** », *Sustainability*, vol. 13, n° 16, p. 8946, 2021.
- [95] Jones, T., Harms, L. & Heinen, E. « **Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility** », *Journal of transport geography*, vol. 53, 41–49, 2016.
- [96] Fyhri, A. & Fearnley, N. « **Effects of e-bikes on bicycle use and mode share** », *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 36, 45–52, 2015.

- [97] Bourne, J. E. *et al.*, « **The impact of e-cycling on travel behaviour: A scoping review** », *Journal of Transport & Health*, vol. 19, p. 100910, déc. 2020, doi: 10.1016/j.jth.2020.100910
- [98] Ling, Z., Cherry, C., MacArthur, J. & Weinert, J. « **Differences of cycling experiences and perceptions between e-bike and bicycle users in the United States** », *Sustainability*, vol. 9, n° 9, Art. n° 9, 2017.
- [99] MacArthur, J., Dill, J. & Person, M. « **Electric bikes in North America: results of an online survey** », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n° 2468, 123–130, 2014.
- [100] Jones, T., Harms, L. & Heinen, E. « **Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility** », *Journal of transport geography*, vol. 53, 41–49, 2016.
- [101] Melia S. & Bartle, C. « **Who uses e-bikes in the UK and why?** », *International Journal of Sustainable Transportation*, 1–13, juill. 2021, doi: 10.1080/15568318.2021.1956027
- [102] Popovich, N., Gordon, E., Shao, Z., Xing, Y., Wang, Y. & Handy, S. « **Experiences of electric bicycle users in the Sacramento, California area** », *Travel Behaviour and Society*, vol. 1, n° 2, Art. n° 2, mai 2014, doi: 10.1016/j.tbs.2013.10.006
- [103] Velosuisse, « **Marché suisse de la bicyclette 2021 [Swiss market for bicycles 2021]** », 2022. [En ligne]. [https://www.velosuisse.ch/wp-content/uploads/2022/03/2021\\_Veloverkaufsstatistik\\_Schweizer\\_Markt.pdf](https://www.velosuisse.ch/wp-content/uploads/2022/03/2021_Veloverkaufsstatistik_Schweizer_Markt.pdf)
- [104] Renard, A., Fleury, J., Junod, L., Wyss, C., Neuenschwander, R. & Delacrétaz, Y. « **Vélos électriques - effets sur le système de transports. Projet de recherche SVI 2014/003, Transitec Ingénieurs-Conseils SA, Wyssavo, Ecoplan, HEIG-VD** », mai 2017.
- [105] Rothier, B., Stevens, G., Huyck, B., Motoasca, E. & Cappelle, J. « **Is the speed pedelec the light electric vehicle that will achieve a modal shift?** », *Proceedings of World Light Electric Vehicle Summit*, 2017.
- [106] Stelling, A., Vlakveld, W. & Twisk, D. « **Influencing factors of observed speed and rule compliance of speed-pedelec riders in high volume cycling areas: implications for safety and legislation** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 159, p. 106239, 2021.
- [107] Herteleer, B., Van den Steen, N., Vanhaverbeke, L. & Cappelle, J. « **Analysis of initial speed pedelec usage for commuting purposes in Flanders** », *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 14, p. 100589, 2022.
- [108] Häfeli, U., Walker, D. & Arnold, T. « **Langzeitprofil der E-Bike-Käuferschaft in Basel - Begleitforschung NewRide 2012** », août 2012. Consulté le: 10 octobre 2017. [En ligne]. [https://www.newride.ch/documents/forschung/NR\\_BerichtLangzeitprofil2012\\_E-Bike\\_2012\\_08\\_28.pdf](https://www.newride.ch/documents/forschung/NR_BerichtLangzeitprofil2012_E-Bike_2012_08_28.pdf)
- [109] Renard, A., Fleury, J., Junod, L., Wyss, C., Neuenschwander, R. & Delacrétaz, Y. « **Vélos électriques - effets sur le système de transports. Projet de recherche SVI 2014/003, Transitec Ingénieurs-Conseils SA, Wyssavo, Ecoplan, HEIG-VD** », Mai 2017.
- [110] Yan, M. K. *et al.*, « **Transnational review of visual standards for driving: How Australia compares with the rest of the world** », *Clinical & Experimental Ophthalmology*, vol. 47, n° 7, 847–863, 2019, doi: 10.1111/ceo.13572
- [111] Ball K. & Rebok, G. « **Evaluating the driving ability of older adults** », *Journal of Applied gerontology*, vol. 13, n° 1, Art. n° 1, 1994.
- [112] Ball K. & Rebok, G. « **Evaluating the driving ability of older adults** », *Journal of Applied gerontology*, vol. 13, n° 1, 20–38, 1994.
- [113] Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D. L., Sloane, M. E. & Graves, M. « **Driving avoidance and functional impairment in older drivers** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 30, n° 3, 313–322, 1998.
- [114] Baldock, M. R. J., Mathias, J. L., McLean, A. J. & Berndt, A. « **Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, n° 5, 1038–1045, 2006.
- [115] Wierda, M. & Brookhuis, K. A. « **Analysis of cycling skill: A cognitive approach** », *Applied Cognitive Psychology*, vol. 5, n° 2, Art. n° 2, 1991, doi: 10.1002/acp.2350050205
- [116] Moore, J. K., Kooijman, J. D. G., Schwab, A. L. & Hubbard, M. « **Rider motion identification during normal bicycling by means of principal component analysis** », *Multibody System Dynamics*, vol. 25, n° 2, 225–244, 2011.
- [117] Maring, W. & Van Schagen, I. « **Age dependence of attitudes and knowledge in cyclists** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 22, n° 2, 127–136, 1990.
- [118] Schepers, P. & den Brinker, B. « **What do cyclists need to see to avoid single-bicycle crashes?** », *Ergonomics*, vol. 54, n° 4, 315–327, 2011.
- [119] Bulsink, V. E., Kiewiet, H., van de Belt, D., Bonnema, G. M. & Koopman, B. « **Cycling strategies of young and older cyclists** », *Human Movement Science*, vol. 46, 184–195, avr. 2016, doi: 10.1016/j.humov.2016.01.005
- [120] Kiewiet, H. Bulsink, V. E., Beugels, F. & Koopman, H. F. J. M. « **The co-contraction index of the upper limb for young and old adult cyclists** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 95–101, août 2017, doi: 10.1016/j.aap.2016.04.036
- [121] Dubbeldam, R., Baten, C., Buurke, J. H. & Rietman, J. S. « **SOFIE, a bicycle that supports older cyclists?** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 117–123, août 2017, doi: 10.1016/j.aap.2016.09.006

- [122] Twisk, D. A. M., Platteel, S. & Lovegrove, G. R. « **An experiment on rider stability while mounting: comparing middle-aged and elderly cyclists on pedelecs and conventional bicycles** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 109–116, 2017.
- [123] Vlakveld, W. P. *et al.*, « **Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 74, 97–106, 2015.
- [124] Boele-Vos, M. J., Commandeur, J. J. F. & Twisk, D. A. M. « **Effect of physical effort on mental workload of cyclists in real traffic in relation to age and use of pedelecs** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 84–94, août 2017, doi: 10.1016/j.aap.2016.11.025
- [125] Martínez-Ruiz, V., Lardelli-Claret, P., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Jiménez-Moleón, J. J. & de D. Luna del Castillo, J. « **Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 51, 228–237, mars 2013, doi: 10.1016/j.aap.2012.11.023
- [126] Twisk, D., Wesseling, S., Vlakveld W., Vissers, J., Hegeman, G., Hukker, N., Roelofs, E. & Slinger, W. « **Higher-order cycling skills among 11- to 13-year-old cyclists and relationships with cycling experience, risky behavior, crashes and self-assessed skill** », *Journal of Safety Research*, vol. 67, 137–143, déc. 2018, doi: 10.1016/j.jsr.2018.10.003
- [127] Zeuwts, L. H., Vansteenkiste, P., Deconinck, F. J., Cardon, G. & Lenoir, M. « **Hazard perception in young cyclists and adult cyclists** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 64–71, 2017.
- [128] Plumert J. M. & Kearney, J. K. « **How do children perceive and act on dynamic affordances in crossing traffic-filled roads?** », *Child development perspectives*, vol. 8, n° 4, 207–212, 2014.
- [129] Meir, A. & Dagan, B. « **Can young novice e-bike riders identify hazardous traffic situations? An exploratory study** », *Travel Behaviour and Society*, vol. 21, 90–100, oct. 2020, doi: 10.1016/j.tbs.2020.06.001
- [130] Li, G., Baker, S. P., Smialek, J. E. & Soderstrom, C. A. « **Use of alcohol as a risk factor for bicycling injury** », *Jama*, vol. 285, n° 7, 893–896, 2001.
- [131] Asbridge, M., Mann, R., Cusimano, M. D., Tallon, J. M., Pauley, C. & Rehm, J. « **Cycling-related crash risk and the role of cannabis and alcohol: a case-crossover study** », *Preventive Medicine*, vol. 66, 80–86, sept. 2014, doi: 10.1016/j.ypmed.2014.06.006
- [132] Olkkonen, S. & Honkanen, R. « **The role of alcohol in nonfatal bicycle injuries** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 22, n° 1, 89–96, 1990.
- [133] Hartung, B., Schwender, H., Mindiashvili, N., Ritz-Timme, S., Malczyk, A. & Daldrup, T. « **The effect of alcohol hangover on the ability to ride a bicycle** », *International journal of legal medicine*, vol. 129, n° 4, Art. n° 4, 2015.
- [134] Warner, H. W. « **Beliefs about riding a bicycle when mildly alcohol intoxicated** », *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, vol. 76, 384–392, 2021.
- [135] De Waard, D., Schepers, P., Ormel, W. & Brookhuis, K. « **Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety** », *Ergonomics*, vol. 53, n° 1, 30–42, 2010.
- [136] Wechsler, K., Drescher, U., Janouch, C., Haeger, M., Voelcker-Rehage, C. & Bock, O. « **Multitasking During Simulated Car Driving: A Comparison of Young and Older Persons** », *Frontiers in Psychology*, vol. 9, 2018, Consulté le: 1 février 2023. [En ligne]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00910>
- [137] Bächli-Biétry, J., Bruder, M., Bühler, L., Demierre, A., Haag, M., Isolini, M., Keller, K., Knöpfli, K., Mouron, L., Müller, P., Nagel, R. & Wick, R. « **Guide aptitude à la conduite** », Groupe interdisciplinaire de travail sur le guide Aptitude à la conduite, 2020.
- [138] Flamm, M. & Kaufmann, V. « **Operationalising the concept of motility: a qualitative study** », *Mobilities*, vol. 1, n° 2, Art. n° 2, 2006.
- [139] Kaufmann, V. « **Re-thinking the City: Urban Dynamics and Motility** », EPFL Press, 2011.
- [140] Cox, P. « **Cycling: a sociology of vélo-mobility** », Routledge, 2019.
- [141] Michon, J. A. « **A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do?** », in *Human behavior and traffic safety*, Springer, 1985, p. 485-524.
- [142] Wierda, M. & Brookhuis, K. A. « **Analysis of cycling skill: A cognitive approach** », *Applied Cognitive Psychology*, vol. 5, n° 2, 113–122, 1991, doi: 10.1002/acp.2350050205
- [143] Rérat, P. « **Cycling to work: Meanings and experiences of a sustainable practice** », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 123, 91–104, 2019.
- [144] Carracedo, D. & Mostofi, H. « **Electric cargo bikes in urban areas: A new mobility option for private transportation** », *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 16, p. 100705, déc. 2022, doi: 10.1016/j.trip.2022.100705
- [145] Ravensbergen, L., Buliung, R. & Sersli, S. « **Vélo-mobilities of care in a low-cycling city** », *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 134, 336–347, avr. 2020, doi: 10.1016/j.tra.2020.02.014
- [146] Thomas, A. « **Electric bicycles and cargo bikes-Tools for parents to keep on biking in auto-centric communities? Findings from a US metropolitan area** », *Int. J. Sustain. Transp.*, 2021, doi: 10.1080/15568318.2021.1914787

- [147] Gross, I., Weiss, D. J., Eliasi, E., Bala, M. & Hashavya, S. « **E-bike-related trauma in children and adults** », *The Journal of emergency medicine*, vol. 54, n° 6, 793–798, 2018.
- [148] Eberhardt, H. & Gering, A. « **Cycling with a baby – What do young parents need after the birth of their child to continue biking?** », in *Framing the third cycling century. Bridging the gap between research and practice.*, K. Grafl, H. Bunte, K. Dziekan, H. Haubold, et M. Neun, Éd., 2018, 33–44.
- [149] Haustein, S. & Møller, M. « **E-bike safety: Individual-level factors and incident characteristics** », *Journal of Transport & Health*, vol. 3, n° 3, Art. n° 3, sept. 2016, doi: 10.1016/j.jth.2016.07.001
- [150] Masterson, A. « **Sustainable urban transportation: Examining cargo bike use in Seattle** », Masters' Thesis, University of Washington, 2017.
- [151] MacArthur, J., Harpool, M., Schepke, D. & Cherry, C. « **A North American Survey of Electric Bicycle Owners** », 2018.
- [152] Bosshardt, L. « **Analyse des accidents de vélo survenus entre 2005 et 2014 Evaluations relatives aux personnes et aux infrastructures** », OFROU, Berne, 2016.
- [153] BPA, « **Sinus 2020 – niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2019** », 2020. Consulté le: 26 octobre 2020. [En ligne]. [https://www.bfu.ch/api/publications/bfu\\_2.382.02\\_sinus%202020%20E2%80%93niveau%20de%20s%C3%A9curit%C3%A9%20et%20accidents%20dans%20la%20circulation%20routi%C3%A8re%20en%202019.pdf](https://www.bfu.ch/api/publications/bfu_2.382.02_sinus%202020%20E2%80%93niveau%20de%20s%C3%A9curit%C3%A9%20et%20accidents%20dans%20la%20circulation%20routi%C3%A8re%20en%202019.pdf)
- [154] Schleinitz, K., Franke-Bartholdt, L., Petzoldt, T., Schwanz, S., Gehlert, T. & Kühn, M. « **Pedelec-naturalistic cycling study** », UDV, 2014. [En ligne]. [https://udv.de/sites/default/files/tx\\_udvpublications/fb\\_27\\_pedelec\\_4.pdf](https://udv.de/sites/default/files/tx_udvpublications/fb_27_pedelec_4.pdf)
- [155] Dozza, M., Bianchi Piccinini, G. F. & Werneke, J. « **Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 41, 217–226, août 2016, doi: 10.1016/j.trf.2015.04.003
- [156] Haustein, S. & Møller, M. « **Age and attitude: Changes in cycling patterns of different e-bike user segments** », *International journal of sustainable transportation*, vol. 10, n° 9, Art. n° 9, 2016.
- [157] Petzoldt, T., Schleinitz, K., Krems, J. F. & Gehlert, T. « **Drivers' gap acceptance in front of approaching bicycles—Effects of bicycle speed and bicycle type** », *Safety science*, vol. 92, 283–289, 2017.
- [158] Wang, Y. & Nihan, N. L. « **Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 36, n° 3, 313–321, 2004.
- [159] Reynolds, C. C., Harris, M. A., Teschke, K., Crompton, P. A. & Winters, M. « **The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature** », *Environmental health*, vol. 8, n° 1, p. 47, 2009.
- [160] Garder, P., Leden, L. & Pulkkinen, U. « **Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology** », *Transportation Research Record*, vol. 1636, n° 1, 64–70, 1998.
- [161] Jensen, S. U. « **Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 40, n° 2, 742–750, 2008.
- [162] Thomas, B. & DeRobertis, M. « **The safety of urban cycle tracks: A review of the literature** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 52, 219–227, 2013.
- [163] Aldred, R., Goodman, A., Gulliver, J. & Woodcock, J. « **Cycling injury risk in London: A case-control study exploring the impact of cycle volumes, motor vehicle volumes, and road characteristics including speed limits** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 117, 75–84, 2018.
- [164] Teschke, A. *et al.*, « **Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: a case-crossover study** », *American journal of public health*, vol. 102, n° 12, 2336–2343, 2012.
- [165] Daniels, S., Nuyts, E. & Wets, G. « **The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: an observational study** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 40, n° 2, 518–526, 2008.
- [166] Poudel, N. & Singleton, P. A. « **Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review** », *Transport reviews*, vol. 41, n° 5, 617–642, 2021.
- [167] Schoon, C. & van Minnen, J. « **Safety of roundabouts in The Netherlands** », *Traffic engineering and control*, vol. 35, n° 3, 142–148, 1994.
- [168] Brüde, U. & Larsson, J. « **Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit?** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 25, n° 5, 499–509, 1993.
- [169] Summala, H., Pasanen, E., Räsänen, M. & Sievänen, J. « **Bicycle accidents and drivers' visual search at left and right turns** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 28, n° 2, 147–153, 1996.
- [170] Herslund, M.-B. & Jørgensen, N. O. « **Looked-but-failed-to-see-errors in traffic** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 35, n° 6, 885–891, 2003.
- [171] Association Transports et Environnement ATE, « **Emprunter le giratoire à vélo. Comment l'aborder en toute tranquillité** », 2016.
- [172] Jensen, S. U. « **Safe roundabouts for cyclists** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 105, 30–37, août 2017, doi: 10.1016/j.aap.2016.09.005
- [173] Braun, C. T., Hetmank, C., Exadaktylos, A. K. & Klukowska-Rötzler, J. « **Dooring-Fahrradunfälle mit schweren Verletzungsmustern: 10-Jahres-Studie eines Level-1-Traumazentrums** », *Praxis*, vol. 111, n° 13, 722–729, oct. 2022, doi: 10.1024/1661-8157/a003928

- [174] Schimek, P. « **Bike lanes next to on-street parallel parking** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 120, 74–82, nov. 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.08.002
- [175] Sanders, R. L. « **Perceived traffic risk for cyclists: The impact of near miss and collision experiences** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 75, 26–34, 2015.
- [176] Greibe, P. & Buch, T. S. « **Capacity and Behaviour on One-way Cycle Tracks of Different Widths** », *Transportation Research Procedia*, vol. 15, 122–136, janv. 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.011
- [177] Werneke, J., Dozza, M. & Karlsson, M. « **Safety-critical events in everyday cycling - Interviews with bicyclists and video annotation of safety-critical events in a naturalistic cycling study** », *Transp. Res. Pt. F-Traffic Psychol. Behav.*, vol. 35, 199–212, nov. 2015, doi: 10.1016/j.trf.2015.10.004
- [178] Werneke, J., Dozza, M. & Karlsson, M. « **Safety-critical events in everyday cycling - Interviews with bicyclists and video annotation of safety-critical events in a naturalistic cycling study** », *Transp. Res. Pt. F-Traffic Psychol. Behav.*, vol. 35, 199–212, nov. 2015, doi: 10.1016/j.trf.2015.10.004
- [179] Dozza, M. & Werneke, J. « **Introducing naturalistic cycling data: What factors influence bicyclists' safety in the real world?** », *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, vol. 24, 83–91, 2014.
- [180] Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J. F. & Gehlert, T. « **Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling – Results from a naturalistic cycling study** », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 31, 99–111, mai 2015, doi: 10.1016/j.trf.2015.04.002
- [181] OFROU et DETEC, « **Liste des principales prescriptions concernant l'admission et l'utilisation de cyclomoteurs et de vélos-taxis électriques (État au 1er février 2019)** ». 2019. [En ligne]. <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/themes/verkehrsregeln/vehicules-tendance.html>
- [182] Edge, S. Dean, J., Cuomo, M. & Keshav, S. « **Exploring e-bikes as a mode of sustainable transport: A temporal qualitative study of the perspectives of a sample of novice riders in a Canadian city** », *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, vol. 62, n° 3, Art. n° 3, sept. 2018, doi: 10.1111/cag.12456
- [183] Schepers, P. *et al.*, « **An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share** », *Injury Prevention*, vol. 21, n° e1, Art. n° e1, avr. 2015, doi: 10.1136/injuryprev-2013-040964
- [184] Schepers, P. & K. Wolt, K. « **Single-bicycle crash types and characteristics** », vol. 2, p. 18, 2012.
- [185] Nyberg, P., Björnstig, U. & Bygren, L. O. « **Road characteristics and bicycle accidents** », *Scandinavian journal of social medicine*, vol. 24, n° 4, 293–301, 1996.
- [186] Reynolds, C. C., Harris, M. A., Teschke, M. A., Cripton, P. A. & Winters, M. « **The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature** », *Environmental health*, vol. 8, n° 1, Art. n° 1, 2009.
- [187] Teschke, K. *et al.*, « **Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: a case-crossover study** », *American journal of public health*, vol. 102, n° 12, Art. n° 12, 2012.
- [188] Hertach, P., Uhr, A., Niemann, S. & Cavegn, M. « **Characteristics of single-vehicle crashes with e-bikes in Switzerland** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 117, 232–238, août 2018, doi: 10.1016/j.aap.2018.04.021
- [189] BPA, « **Vélo électrique. Pédalage assisté en toute sécurité** », 2022.
- [190] BPA, « **Antiblockiersysteme (ABS) bei E-Bikes. Wirkungsanalyse** », 2022.
- [191] Fuller, R. « **A conceptualization of driving behaviour as threat avoidance** », *Ergonomics*, vol. 27, n° 11, 1139–1155, 1984.
- [192] Summala, H. « **Risk control is not risk adjustment: The zero-risk theory of driver behaviour and its implications** », *Ergonomics*, vol. 31, n° 4, 491–506, 1988.
- [193] Wilde, G. J. « **The theory of risk homeostasis: implications for safety and health** », *Risk analysis*, vol. 2, n° 4, 209–225, 1982.
- [194] Fuller, R. « **Towards a general theory of driver behaviour** », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 37, n° 3, Art. n° 3, mai 2005, doi: 10.1016/j.aap.2004.11.003
- [195] Lindstrom-Forneri, W., Tuokko, H. A., Garrett, D. & Molnar, F. « **Driving as an Everyday Competence: A Model of Driving Competence and Behavior** », *Clinical Gerontologist*, vol. 33, n° 4, 283–297, août 2010, doi: 10.1080/07317115.2010.502106
- [196] Keskinen, E. « **Why do young drivers have more accidents? Junger Fahrer und Fahrerinnen, Mensch und Sicherheit Heft M52** », *Bundesanstalt für Straassenwesen*, 1996.
- [197] BPA, « **Freiwilliger E-bike Fahrkurs. Lehrmittel für Fahrkurseleiter und Fahrkurseleiterinnen** », 2021.
- [198] BFU, « **Was sagt das Gesetz zu E-Bikes?** », BFU. Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.bfu.ch/de/services/rechtsfragen/e-bike-gesetz-schweiz>
- [199] Biltema, « **What to consider before buying an electric bike** », Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.biltema.dk/en-dk/yosemite/bikes/stay-updated/what-to-consider-before-buying-an-electric-bike/>
- [200] ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club, « **Elektrotypen: Fahrrad oder Kraftfahrzeug?** », Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.adfc.de/artikel/elektrotypen-fahrad-oder-kraftfahrzeug>

- [201] TCS, « **Vacances en e-bike: les règles en Europe** », Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.tcs.ch/fr/camping-voyages/informations-touristiques/bon-a-savoir/reglementations-vehicule/regles-europe-e-bike.php>
- [202] VeloJournal, « **Welche E-Bike-Regeln gelten im Ausland?** » Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.velojournal.ch/aktuell/nachrichten/detail/welche-e-bike-regeln-gelten-ausland>
- [203] M. van A. Zaken, « **Welke regels gelden voor mijn elektrische fiets (e-bike, e-bakfiets en fatbike)? - Rijksoverheid.nl** », Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/fiets/vraag-en-antwoord/onderwerpen/fiets/vraag-en-antwoord/welke-regels-gelden-voor-mijn-elektrische-fiets-e-bike>
- [204] oesterreich.gv.at, « **Radfahren** », oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt. Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. [https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/rad\\_fahren.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/rad_fahren.html)
- [205] ate, « **Brochure: La sécurité commence à l'achat. Guide pour l'achat d'un vélo électrique** », 2023.
- [206] Schmidt, M. « **19.3708 | Vélos électriques équipés d'une assistance au pédalage jusqu'à 25 kilomètres à l'heure. Adaptation des bases légales | Objet | Le Parlement suisse** », Consulté le: 11 novembre 2020. [En ligne]. <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20193708>
- [207] Nantermod, P. « **20.3080 | Vélo électrique. Adapter la législation à la pratique touristique | Objet | Le Parlement suisse** », Consulté le: 22 février 2024. [En ligne]. <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20203080>
- [208] Manser, S. « **Das E-Bike löst das Töffli ab: Eltern können sich aber strafbar machen** », St. Galler Tagblatt. Consulté le: 22 février 2024. [En ligne]. <https://www.tagblatt.ch/ostschweiz/das-e-bike-loest-das-toeffli-ab-eltern-koennen-sich-aber-strafbar-machen-ld.1259530>
- [209] O. fédéral des routes OFROU, « **Aires de circulation destinées à la mobilité douce. Rapport explicatif pour l'ouverture de la procédure de consultation** », 22 mai 2023. [En ligne]. <https://www.astra.admin.ch/dam/astra/fr/dokumente/langsamverkehr/vernehmlassung-zu-verkehrsflaechen-langsamverkehr/beilage-02-erlaeuternder-bericht-zur-eroeffnung-des-vernehmlassungsverfahrens.pdf.download.pdf/Annexe%2002%20Rapport%20explicatif%20pour%20l%E2%80%99ouverture%20de%20la%20proc%C3%A9dure%20de%20consultation.pdf>
- [210] Michel, S. « **Zürcher Bezirksgericht: Alle Wege ohne Fahrverbot dürfen befahren werden** », Ride MTB. Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.ride-mtb.com/de/news/zuercher-bezirksgericht-alle-wege-ohne-fahrverbot-duerfen-befahren-werden>
- [211] Marincek, D. & Rérat, P. « **From Conventional to Electrically-Assisted Cycling. A Biographical Approach to the Adoption of the E-Bike** », *International Journal of Sustainable Transportation*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1799119>
- [212] Baehler, D. & Badan, S. « **Die Verkehrsinstruktion in der Schweiz – Fokus Velo Erhebung der Regelungen und Inhalte in allen Kantonen (Stand Anfang 2022)** », ASTRA, 2022.
- [213] Transitec Ingénieurs Conseils SA, Université de Lausanne, et Bureau de prévention des accidents BPA, « **Situation en matière de sécurité du trafic cycliste sur les routes et dans les carrefours. Projet de recherche MFZ\_20\_04A\_1 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI)** », OFROU, SVI 2019/008, paraître 2023.
- [214] Fonds pour la sécurité routière FSR, « **Manuel pour les cours de perfectionnement facultatif pour vélos et vélos électriques** », 2020.
- [215] Aldred, R. & Woodcock, J. « **Reframing safety: an analysis of perceptions of cycle safety clothing** », *Transport Policy*, vol. 42, 103–112, 2015.
- [216] wivw, salzburgresearch, Fachhochschule Nordwestschweiz, « **S-Pedelec – Sichere und effiziente S-Pedelec Infrastruktur** », Consulté le: 14 mars 2024. [En ligne]. <https://www.s-pedelec.net/>
- [217] Kaufmann, V. « **Retour sur la ville: motilité et transformations urbaines** », PPUR Presses polytechniques, 2014. Consulté le: 15 août 2017. [En ligne]. [https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=Ey3mDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=kaufmann+retour+su](https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=Ey3mDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=kaufmann+retour+sur+la+ville&ots=8wSFarMuwf&sig=57uVSVsjZYdac7ttQsuE2D7TWxw)

# 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 : 15.03.2024

#### Données de base

Projet N° : MFZ\_20\_02B\_01

Titre du projet : Exigences pour la conduite de vélos à assistance électrique

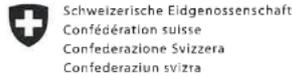
Echéance effective : 31.08.2024

#### Textes :

Résumé des résultats du projet :

Cette recherche aborde les exigences nécessaires à la conduite de vélos à assistance électrique (VAE), des vélos dotés d'une assistance électrique qui s'enclenche lors du pédalage, pour les VAE25 jusqu'à 25 km/h et les VAE45 jusqu'à 45 km/h. Pour circuler à VAE, il faut disposer à la fois d'un état physique et psychique momentané (capacité) et général (aptitude) adéquats - deux états qui ne se distinguent guère des exigences pour la conduite d'autres véhicules - et de compétences qui peuvent être acquises. Le catalogue des compétences nécessaires se base sur les « Goals for Driver Education » (GDE) et son application au VAE par le BPA. Il est divisé en quatre niveaux: le maniement et l'entretien du VAE (niveau 1), son utilisation dans le trafic (niveau 2), l'organisation individuelle des trajets (niveau 3) et la prise de conscience des facteurs influençant le comportement de conduite (niveau 4). Pour les niveaux 3 et 4, plus abstraits, il n'y a que peu de spécificités du VAE. Pour les niveaux 1 et 2, un grand nombre de compétences ne diffèrent peu voire pas du tout d'un vélo mécanique et il n'y a que peu de différences entre les deux types de VAE. Quant à l'influence de l'âge, il s'est avéré que de manière générale, qui sait utiliser un vélo mécanique sait aussi utiliser un VAE25 et dans la plupart des cas également un VAE45 car celui nécessite surtout un peu plus de force. Nos analyses montrent cependant qu'un traitement différencié selon l'âge peut être pertinent pour mieux atteindre tous les groupes cibles d'une formation.

Au niveau des avantages d'introduire un permis spécifique aux VAE avec examen(s) et/ou cours obligatoires, les expert-e-s consulté-e-s estiment que cela permettrait de s'assurer que toute personne circulant à VAE dispose de certaines connaissances de base, et d'assurer la qualité des formations. D'autres avantages potentiels serait une légitimation accrue des usagers et usagères de VAE ou un traitement harmonisé par rapport aux autres moyens de transport motorisés nécessitant tous un permis. Cependant, la question de savoir quel serait l'effet sur la sécurité routière d'un permis et d'une formation harmonisée reste ouverte. Avec les connaissances actuelles, nous ne pouvons pas estimer s'il y aurait réellement un effet positif sur le nombre d'incidents. De plus, il existe selon les expert-e-s une série de désavantages liés à un permis spécifique aux VAE. Cela irait à l'encontre du constat que les compétences nécessaires sont très similaires au vélo mécanique pour lequel aucun permis n'est requis. D'autres désavantages ou incertitudes comprennent la faisabilité, les coûts financiers et administratifs, une diminution de l'attractivité du VAE allant à l'encontre des avantages sociétaux du VAE, et un défi de communication car pour les VAE25, la Suisse se distinguerait ainsi de l'Union européenne. Les informations récoltées dans le cadre de cette étude ne nous permettent donc pas de conclure que les avantages de l'introduction d'un permis dépasseraient les désavantages. Cependant, le système actuel présente un potentiel d'amélioration pour contrer la hausse des accidents à VAE. Basé sur les analyses de notre travail empirique, nous proposons un concept renouvelé de formation volontaire au VAE, donnant envie de faire du vélo tout en formant les (néo)cyclistes dans une situation d'infrastructure cyclable pas encore assez développée. Il s'agit de promouvoir la pratique du VAE en encourageant, soutenant et accompagnant les individus, de sorte que chacun-e se sente concerné-e et encouragé-e à participer à un cours pratique. Cela se fait à l'aide d'une plateforme en ligne qui permet une formation modulaire, de regrouper tous les contenus existants et d'en créer les manquants de manière attractive (théorie et pratique) accompagnée d'une stratégie de communication ciblée (notamment pour atteindre les seniors) qui s'appuie en particulier sur les magasins et ateliers de réparation de VAE et intègre aussi les autres usagers et usagères de la route.



Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC  
Office fédéral des routes DFROU

#### Atteinte des objectifs :

Nous avons pu répondre à toutes les questions de recherche formulées au début de ce projet grâce au travail empirique mené. Nous avons en particulier pu apporter des propositions pour un catalogue de compétences, capacité et aptitude nécessaire pour la conduite d'un VAE, pour les avantages et désavantages de l'introduction d'un permis ainsi qu'une proposition concrète pour développer la formation pour les VAE. Nous avons aussi traité d'éventuelles différences entre des groupes d'âge. Pour la question "dans quelle mesure un examen de conduite augmente-t-il la sécurité des usagers et usagères de VAE ?" nous ne pouvons donner qu'une réponse provisoire car il n'existe pas de pays comparable à la Suisse qui aurait testé une telle mesure, et comme pour certains autres points, une réponse nécessiterait certaines bases qui ne sont pas (encore) disponibles (comme p.ex. connaître l'exposition des cyclistes à VAE ou plus de détails par rapport aux incidents).

#### Déductions et recommandations :

La majeure recommandation de ce projet de recherche consiste à mettre en œuvre le concept de formation proposé. Il peut être réparti en différentes étapes : réunir les différents acteurs du domaine du VAE et créer une plateforme qui contient et recense les offres existantes ; définir les contenus parmi les propositions de modules manquant et les développer de manière attractive, interactive et ludique ; mener une campagne de communication générale et une campagne de sensibilisation auprès des magasins et ateliers de réparation de VAE et ainsi des usagers et usagères de VAE pour faire connaître la plateforme ; adapter les offres d'autres formations (p.ex. voitures, poids-lourds) par des contenus relatifs à la cohabitation avec les VAE ; et, enfin, évaluer le concept de formation et l'adapter le cas échéant.

Des recommandations supplémentaires sont apparues au cours de cette recherche :

- évaluer comment le groupe cible des personnes âgées peut être atteint et intégré au mieux, et mettre en œuvre des mesures ciblées
- sensibiliser et former également les autres usagers et usagères de la route (surtout les personnes circulant en véhicules motorisés) à la présence des VAE, en particulier à la sous-estimation de la vitesse des VAE45, tant que l'infrastructure cyclable n'est pas encore assez développée pour faciliter la cohabitation
- harmoniser et développer l'éducation routière et la pratique du vélo à l'école obligatoire pour atteindre un niveau qui prépare suffisamment les jeunes à se déplacer à vélo / VAE25 dans le trafic
- suivre l'évolution des VAE25 et VAE45: la situation est susceptible de changer (notamment si des analyses approfondies des incidents seront disponibles, permettant ainsi de réellement comprendre les incidents, en particulier la chaîne d'événements qui mène à un incident ; ou encore si l'exposition des cyclistes y compris à VAE sera mieux connue) et il faudra s'y adapter si nécessaire.

#### Publications :

- Rapport final
- D'autres publications sous forme d'articles (scientifiques ou pour des revues spécialisées des milieux intéressés comme le vélo ou la prévention), de présentations lors de colloques ou encore dans le cadre de newsletters et sur les réseaux sociaux ou des sites web sont prévues

#### Chef/cheffe de projet :

Nom : Baehler

Prénom : Daniel

Service, entreprise, institut : Büro für Mobilität AG

#### 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 :

Das Forschungsprojekt hatte sich zum Ziel gesetzt, die Anforderungen an die Kompetenzen, die Fahrfähigkeit und die Fahreignung für das Führen von E-Bikes zu erforschen. Als Resultate liegen ein Katalog der Fahrkompetenzen, Fahrfähigkeit und Fahreignung zum Führen eines E-Bikes sowie ein Ausbildungskonzept vor. Die Begleitkommission (BK) ist der Auffassung, dass das Projektteam auf Basis wissenschaftlicher Grundlagen und mit Einbezug der Nutzenden und von Expertinnen und Experten den Kompetenzenkatalog breit abgestützt erarbeitet hat. Die Validierung der ersten Resultate im Rahmen eines breit abgestützten Stakeholderworkshops war zudem ein erster Schritt, diese praxisnahe Forschung bekannt zu machen und die Umsetzung vorzubereiten. Die Empfehlungen zielen darauf ab, das Ausbildungskonzept und damit den Erwerb der geforderten Kompetenzen umzusetzen.

##### Mise en oeuvre :

Im Projekt wurde auf der Basis der vorhandenen Literatur sowie Interviews mit Nutzenden, Experten und Expertinnen ein Kompetenzenkatalog erstellt, welcher um die Komponenten Fahrfähigkeit und Fahreignung ergänzt wurde. Dieser Kompetenzenkatalog wurde anschliessend in einem Stakeholderworkshop kritisch hinterfragt und auf Basis der Diskussionen angepasst. Die Resultate des zweiten Teils des Stakeholderworkshops zu Vor- und Nachteilen eines Führerausweises für E-Bikes wurden ebenfalls eingeordnet. Als Resultat liegt ein Katalog der Kompetenzen, Fähigkeit und Eignung zum Führen eines E-Bikes sowie ein Ausbildungskonzept vor.

##### Besoin supplémentaire en matière de recherche :

Es wird darauf hingewiesen, dass die Unfallzahlen der E-Bikes aktuell nicht der Exposition der E-Bike-Fahrenden gegenübergestellt werden können und in diesem Bereich Forschungsbedarf besteht. Eine Forschungslücke wird auch im Bereich der Kompetenzen der Stufen 3 und 4 erkannt, insbesondere zur Vermittlung und zum Testen der Kompetenzen sind Fragen offen. Weiter wird darauf hingewiesen, dass die Verkehrsschulung in der Schweiz aktuell nicht harmonisiert ist.

##### Influence sur les normes :

Das Projekt zielte nicht darauf ab, einen direkten Einfluss auf die Normen zu haben. Der grosse Einfluss der Strasseninfrastruktur auf die Sicherheit von E-Bike-Fahrenden wird betont und auch der zu erwartende grosse Nutzen von guter und sicherer Veloverkehrsinfrastruktur wird hervorgehoben.

#### Président/Présidente de la commission de suivi :

Nom : **WENGER** Prénom : **Kurt**

Service, entreprise, institut : **Grossrat**

#### Signature du président/ de la présidente de la commission de suivi :