

(6-t)



Marché et usages des speedelecs

*Etat de l'art -Etude qualitative – Analyse quantitative du
potentiel de développement*

*Etude réalisée par 6t-bureau de recherche
Avec le soutien de l'ADEME*

Novembre 2019

Impressum

Commanditaire



Étude menée sur fonds propres par

6t-bureau de recherche
58 rue Corvisart
75 013 PARIS



Avec le soutien de l'**ADEME**
155 bis avenue Pierre Brosolette
92 240 Montrouge

Mode de citation recommandé

6t-bureau de recherche. (2019). Marché et usages des speedelecs – Etat de l'art. Rapport final

Remarques

Le rapport reflète le point de vue des auteurs. Ce dernier ne correspond pas nécessairement à celui du sponsor (ADEME).

6t – bureau de recherche en bref

L'ambition du bureau de recherche 6t est de se situer à l'interface de la recherche académique et de l'étude appliquée pour répondre à la demande sociale par une expertise de haut niveau, tout en produisant des connaissances scientifiques et techniques au service de la décision.

Les compétences de 6t permettent de mobiliser différents types de méthodes propres à la compréhension de la sociologie, de la géographie urbaine et de la prospective urbaine et de mener des analyses qualitatives, quantitatives et cartographiques.

Cette variété de compétences repose sur une équipe pluridisciplinaire composée de sociologues, géographes, politistes, ingénieurs, économistes et urbanistes qui accompagnent régulièrement les autorités publiques, les aménageurs, mais aussi les opérateurs privés et les industriels sur les enjeux urbains en lien avec la mobilité, les usages et les modes de vie urbains. En complément, via notamment la constitution de panels d'usagers des différents modes de transport, 6t réalise de nombreux travaux sur les nouvelles formes de mobilité qui visent à mesurer les évolutions de comportement et à en identifier les tendances.

Résumé

Le présent travail est consacré aux vélos à assistance électrique pouvant rouler jusqu'à 45 km/h, aussi appelés « speedelecs ». Il vise à apporter un éclairage sur l'état des connaissances concernant le marché actuel, les usages, et le potentiel de développement de ce nouveau moyen de transport.

Pour l'heure le speedelec est un moyen de transport confidentiel, tant en France qu'en Europe même si des distinctions importantes apparaissent entre pays. La Suisse (près de 2000 ventes par million d'habitants) et la Belgique (près de 900 ventes par million d'habitants) notamment se distinguent par des niveaux d'équipement en speedelecs bien supérieurs aux autres marchés européens. Par comparaison, le niveau des ventes en France est de l'ordre de 260 ventes par million d'habitant. Le niveau de richesse ainsi que le niveau de diffusion du vélo à assistance électrique classique semblent être de bons prédicteurs du niveau des ventes de speedelecs.

La réglementation de la commercialisation sur le marché est harmonisée au niveau européen. En revanche, les règles d'usage du speedelec demeurent spécifiques à chacun des pays membres. Ces deux types de réglementation apparaissent fortement contraignantes pour l'usage du speedelec : les règles de commercialisation sur le marché européen et les règles de circulation du speedelec. Les règles de commercialisation sur le marché européen imposent des procédures réglementaires coûteuses pour les producteurs, compte tenu de la taille réduite des séries produites. Par ailleurs, les règles de circulation du speedelec en vigueur dans les pays européens étudiés ne facilitent pas sa pratique. Le speedelec est en effet généralement apparenté à un cyclomoteur. Sa circulation sur les pistes cyclables est interdite, le port du casque et l'immatriculation sont obligatoires. La Suisse représente là encore une exception en autorisant la circulation du speedelec sur les pistes cyclables. En France, une étude des données d'immatriculations fait apparaître une dynamique de développement fortement entravée par les nouvelles contraintes réglementaires relatives aux procédures de réception entrées en vigueur en 2018. Très limitées numériquement, les immatriculations se concentrent dans les zones urbaines et dans les zones de montagnes. La Haute-Savoie en concentre une part très importante, sans doute en raison de sa proximité avec la Suisse.

Notre enquête qualitative, menée sur un groupe de 32 enquêtés en France, en Suisse et en Belgique met en lumière quatre types d'acheteurs potentiels. La figure la plus représentée parmi notre groupe d'enquêtés est celle d'un acheteur hédoniste, recherchant davantage de sport et de plaisir dans sa mobilité. D'autres figures coexistent cependant aux côtés de cette première catégorie : des militants écologistes et des utilisateurs intéressés par la recherche d'économies en temps ou en argent. Le speedelec semble surtout remplacer des trajets en voiture et des trajets en vélo et VAE 25. Son effet sur la démotorisation apparaît en revanche faible car il n'est pas en mesure de remplacer l'ensemble des usages d'une automobile.

Notre étude quantitative fondée sur une analyse du coût généralisé de la mobilité en speedelec appliquée aux trajets domicile travail a pour but de d'évaluer le potentiel de développement de ce moyen de transport. Elle révèle que si le speedelec peut constituer un moyen de substitution à la voiture pour les trajets-domicile travail dans les zones denses, le potentiel de développement dans les zones périurbaines et rurales apparaît en revanche limité.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Résumé..... | 3 |
| Glossaire | 7 |
| Introduction..... | 8 |
| 1. Contexte et intérêt de l'étude | 9 |
| 2. Objectifs et méthodologie | 9 |
| 2.1. Etat de l'art | 9 |
| 2.2. Enquête qualitative | 9 |
| 2.3. Etude quantitative | 10 |
| Partie 1..... | 11 |
| Etat de l'art..... | 11 |
| 1. Introduction..... | 12 |
| 1.1. Un contexte d'essor des ventes de vélos à assistance électrique | 12 |
| 1.2. Méthodologie..... | 13 |
| 1.3. Définitions et périmètre d'étude | 15 |
| Synthèse Un choix de périmètre européen..... | 21 |
| 2. Usages du speedelec en Europe | 22 |
| 2.1 Règlements et politiques publiques | 22 |
| 2.2 Politiques publiques mises en œuvre..... | 27 |
| Synthèse Une réglementation contraignante | 33 |
| 2.3 L'offre européenne..... | 34 |
| Synthèse Deux marchés pour le speedelec | 41 |
| 2.4 La demande européenne | 42 |
| Synthèse Une demande spécifique en termes de sociologie et d'usage | 50 |
| 3. Les impacts du speedelec | 51 |
| 3.1. Distinguer les effets du speedelec : effets de volume et effets de composition..... | 51 |
| 3.2. Intérêt pour la santé..... | 51 |
| 3.3. Aspects environnementaux..... | 52 |
| 3.4. Sécurité des vélos électriques..... | 55 |
| 4. | 55 |
| Synthèse Une faiblesse des données sur l'impact des speedelecs | 56 |
| 4. Analyse des données d'immatriculation françaises | 57 |
| 4.1. Niveau et dynamique des ventes | 57 |
| 4.2. Modélisation des ventes futures grâce au modèle de Bass..... | 62 |
| 4.3. Analyse du profil des propriétaires de speedelecs et diffusion spatiale | 65 |
| Synthèse En France les speedelecs détenus par un public très spécifique..... | 73 |

| | |
|---|------------|
| Partie 2..... | 74 |
| Etude qualitative | 74 |
| 1. Méthodologie..... | 75 |
| 1.1 Cadre théorique | 75 |
| 1.2 Méthode d'enquête..... | 76 |
| 2. Caractéristiques des enquêtés et pratiques de mobilité | 77 |
| 2.1. Caractéristiques des enquêtés..... | 77 |
| 2.2. Equipement et pratiques de mobilité..... | 78 |
| Synthèse Un groupe d'enquêtés composé en majorité d'hommes favorisés | 84 |
| 3. Perceptions du speedelec | 85 |
| 3.1 Une appartenance à l'univers du vélo..... | 85 |
| 3.2. Des rapports à la norme différents en fonction de la nationalité | 87 |
| Synthèse Des représentations proches de celles du vélo | 92 |
| 4. Processus et raisons de l'achat de speedelecs | 93 |
| 4.1 Processus d'achat..... | 93 |
| 4.2 Raisons de l'achat..... | 102 |
| 4.3 L'acte d'achat | 109 |
| Synthèse Processus et raisons d'achat : plusieurs figures d'acheteurs | 112 |
| 5. Types de trajets et usage de l'espace public | 113 |
| 5.1 Des usages du speedelec étroitement déterminés | 113 |
| 5.2 Un usage opportuniste de la chaussée..... | 115 |
| 5.3 Dangerosité, météo, fatigue : les facteurs qui influencent la fréquence de la pratique..... | 117 |
| 5.4 Un rapport à la vitesse qui varie en fonction des raisons d'achat du speedelec..... | 118 |
| 5.5 Evolution de l'usage dans le temps..... | 119 |
| Synthèse Un usage dominé par les déplacements domicile-travail..... | 120 |
| 6. Effets sur les pratiques de mobilité..... | 121 |
| 6.1 Pratiques intermodales et report modal..... | 121 |
| 6.2 Un effet faible sur l'équipement automobile | 122 |
| Synthèse Un effet faible sur l'équipement, des reports surtout depuis la voiture..... | 123 |
| 7. Freins perçus et politiques publiques..... | 124 |
| 7.1 Le prix..... | 124 |
| 7.2 La réglementation..... | 125 |
| 7.3 Autonomie..... | 126 |
| Synthèse Le prix constitue le principal frein à l'achat | 126 |
| Partie 3..... | 127 |
| Etude quantitative..... | 127 |
| 1. Méthodologie..... | 128 |
| 1.1 Analyse comparée du coût total de possession..... | 128 |
| 1.2 Analyse de contrainte et détermination du potentiel de développement..... | 129 |

| | |
|---|------------|
| 2. Analyse du coût total de possession et compétitivité du speedelec face à la voiture particulière..... | 130 |
| 2.1 Compétitivité économique du speedelec par rapport à la voiture..... | 130 |
| Synthèse La mobilité domicile-travail avec speedelec est plus économique qu'en voiture à condition uniquement de rouler suffisamment..... | 148 |
| 2.2 Compétitivité économique et temporelle face à la voiture particulière..... | 149 |
| Synthèse Un domaine de pertinence restreint pour le speedelec si l'on prend en compte le temps supplémentaire de déplacement..... | 154 |
| 3. Analyse du potentiel de développement..... | 155 |
| 3.1. Evaluation du potentiel de report modal depuis la voiture sans contrainte économique..... | 155 |
| Synthèse Un potentiel de report modal relativement limité si l'on suppose un maintien des contraintes socio-économiques..... | 159 |
| 3.2. Evaluation du potentiel de report modal depuis la voiture avec une contrainte économique et temporelle..... | 160 |
| Synthèse Un potentiel de report limité aux zones denses..... | 162 |
| Conclusion..... | 163 |
| 1. Principaux enseignements..... | 164 |
| 2. Recommandations à l'usage des décideurs publics..... | 165 |
| 2.1. Prendre acte de l'étroitesse du marché potentiel français dans les dispositifs d'aide..... | 165 |
| 2.2. Vers une réglementation par espace et non plus par mode..... | 165 |
| 2.3. Intensifier l'effort de construction d'infrastructure..... | 165 |
| Table des figures..... | 166 |
| Table des tableaux..... | 169 |
| Annexes..... | 172 |

Glossaire

- **Speedelec/ pedelec 45/ speedpedelec/ vélo électrique puissant/ speedbike/ s-pedeles / VAE 45** : Vélo à assistance électrique dont l'assistance se maintient jusqu'à la vitesse de 45 km/h
- **Pedelec 25/ Pedelec/ vélo à assistance électrique classique/ e-bike/ VAE 25** : Vélo à assistance électrique dont l'assistance est stoppée à partir de 25 km/h
- **Bicycle Style Electric Bikes (BSEB)** : Vélo à assistance électrique dont le design extérieur le rapproche des vélos traditionnels musculaires
- **Scooter Style Electric Bikes » (SSEB)** : Vélo à assistance électrique dont le design extérieur le rapproche des scooters
- **Vélo sec/ vélo musculaire** : Vélo activé par la seule force musculaire, sans assistance électrique

Introduction

1. Contexte et intérêt de l'étude

Représentant 10% des ventes de vélo en France en 2017, les vélos à assistance électrique (VAE) sont en croissance rapide. En France comme en Europe, des VAE n'offrent une assistance que jusqu'à 25 km/h (pour une puissance de 250 W) afin de rester dans la catégorie réglementaire des cycles. Certains VAE plus puissants permettent toutefois d'atteindre des vitesses de 45 km/h. Dénommés « speedelecs », « speedpedelecs », « vélos électriques rapides », « speed bikes », « vélos électriques 45 km/h » ou encore « vélos électriques puissants », ils sont l'objet de la présente étude.

Grâce à leur vitesse accrue, les speedelecs pourraient représenter une solution de substitution à la voiture pour des trajets sur lesquels les vélos classiques, voire même les VAE classiques, sont trop lents. Certaines recherches¹ évoquent notamment le speedelec comme solution pour décarboner la mobilité dans les espaces peu denses.

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de comprendre avec plus de précision à la fois le marché actuel du speedelec, les usages et représentation de ses utilisateurs, ainsi que d'évaluer le potentiel de ce nouveau moyen de transport.

2. Objectifs et méthodologie

Ce travail se compose de trois parties reposant sur des méthodologies différentes :

2.1. Etat de l'art

Un état de l'art de la littérature scientifique permet d'analyser en détail le marché actuel du speedelec ainsi que de synthétiser l'état des connaissances sur ses impacts en termes sanitaire, environnemental et de sécurité.

2.2. Enquête qualitative

La deuxième étape consiste en une étude qualitative fondée sur des entretiens avec 31 enquêtés dont 20 en France, 5 en Suisse et 6 en Belgique. Elle remplit un double objectif :

- Analyser en détail le profil des acheteurs, les motivations à l'achat et les usages du speedelec ;
- Mieux cerner les impacts potentiels sur les pratiques de mobilité et *in fine* fournir des recommandations de politiques publiques

¹ Shift Project, (2017). Décarboner la mobilité dans les zones de moyenne densité. Disponible sur : theshiftproject.org/wp-content/uploads/2017/11/2017-09-14_rapport_decarboner_la_mobilite_dans_les_zones_de_moyenne_densite_tsp_v2_1.pdf

2.3. Etude quantitative

Ce travail se termine par une étude quantitative du potentiel de substitution des trajets domicile-travail en automobiles par le speedelec dans le contexte français à partir des données fournies par le recensement de l'INSEE. Cette partie remplit deux objectifs :

- Quantifier le potentiel de développement du speedelec et notamment le potentiel de report depuis la voiture ;
- En s'appuyant sur ces résultats et en les appliquant aux déplacements réels en France, préciser les espaces privilégiés de développement du speedelec.

Partie 1

Etat de l'art

1. Introduction

1.1. Un contexte d'essor des ventes de vélos à assistance électrique

Les ventes de **vélos à assistance électrique (VAE)** ont connu une croissance exponentielle en France ces dix dernières années. Selon l'Observatoire du cycle de 2017², alors que seules 10 000 unités étaient vendues en 2007, 255 000 ont été écoulées en 2017, soit une multiplication par 25. Toujours selon l'Observatoire, 9 % des bicyclettes vendues sur le territoire en 2017 étaient des VAE, ce qui place la France à la sixième place européenne du marché des VAE derrière la Belgique (40 %³), les Pays-Bas (31 %⁴), la Suisse (25 %⁵), l'Allemagne (19 %⁶), la Suède (19 %⁷). Les professionnels du secteur estiment qu'ils pourraient à terme représenter 30 % du marché des cycles sur le territoire français⁸.

Si la plupart des modèles de VAE ont une assistance limitée à 25 km/h, ce qui limite de facto leur vitesse en raison de leur poids élevé, certains permettent d'atteindre 45 km/h. Dénommés « speedbikes », « speed pedelecs », « s-pedelecs », « vélos électriques rapides », « speedelec », « vélos électriques 45 km/h » ou encore « vélos électriques puissants », cette catégorie de VAE, pourrait représenter un potentiel important de diffusion de l'usage du vélo. En rallongeant les distances cyclables, ils pourraient prendre des parts modales à la voiture voire favoriser la démotorisation.

Le développement de ces VAE rapides est cependant déterminé par plusieurs types de contraintes, et notamment :

- Une **contrainte réglementaire** d'abord : Véhicules encore mal connus du public, les speedelecs ne font généralement l'objet en Europe ni de réglementations ni de politiques publiques spécifiquement dédiées. Ils sont souvent **régulés de manière générique, comme des « cyclomoteurs »**. À rebours de cette absence de positionnement des pouvoirs publics, le présent travail de recherche cherche à comprendre **la spécificité des usages du speedelec**, tant au regard de l'usage de la chaussée, que des motifs de déplacements ou des profils de vitesse.
- Une contrainte en termes d'acceptabilité sociale ensuite : plus rapides que les vélos mécaniques ou à assistance électrique, les speedelecs sont susceptibles de représenter une **hausse de l'accidentologie**. Ce mode, dont la pratique ne s'apparente pas à celle des moyens de transport existants, pourrait entraîner des conflits d'usage sur la chaussée avec les piétons, les autres modes actifs et les automobilistes.

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de comprendre **les facteurs favorisant ou freinant l'adoption des speedelecs en France et en Europe et de cerner les usages associés**. En amont d'une enquête qualitative, ce rapport vise à établir un état des connaissances sur les speedelecs à l'échelle européenne.

² « Observatoire du cycle 2017 » (Univélo, Union Sport et Cycle, 2017).

³ « Pedelec : Game changer for Belgian Mobility » (Fietzersbond, 2017).

⁴ Données publiées annuellement par les associations du cycle néerlandaises Rai Vereniging et BOVAG, respectivement représentants de l'industrie et des vendeurs.

⁵ « E-BIKE: DROIT - RECHERCHE - PLANIFICATION », Revue de la conférence du vélo Suisse, no 1/18 (2018).

⁶ Données annuellement publiées par l'association « Zweirad-Industrie-Verband » (ZIV), représentants de l'industrie allemande du vélo.

⁷ « Market Report: Sweden Now Ranks Among E-Bike Top Countries », Bike Europe, article du 11 décembre 2018, consulté le 05/04/2019, <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2018/12/market-report-sweden-now-ranks-among-e-bike-top-countries-10134988>.

⁸ « Observatoire du cycle 2017 ».

1.2. Méthodologie

Cet état des connaissances sur le marché et les usages des speedelecs repose d'une part sur une analyse de sources écrites et d'autre part sur la réalisation d'interviews formels et informels avec des acteurs de l'écosystème du speedelec.

a) Les sources pour l'état des connaissances sur les usages et des impacts en Europe

La partie de cette étude portant sur la connaissance des usages et des impacts des speedelecs est principalement basée sur une analyse de la littérature grise et scientifique portant sur l'analyse des usages et des utilisateurs des speedelecs en Europe. Dans ce champ restreint, les travaux sont rares et concernent uniquement quatre pays d'Europe : Allemagne, Belgique, Pays-Bas et Suisse. Les principales études sur lesquelles nous nous appuyons sont détaillées Tableau 34, en annexe. Ces études portent dans la plupart des cas sur des échantillons très restreints sans visée représentative, car elles ont été menées afin de mieux estimer les vitesses de conduite de speedelecs en situation réelle, et non dans l'objectif de décrire la population des conducteurs de façon fiable.

b) Les sources pour l'analyse du marché européen

Les sources écrites

L'étude des spécifications techniques des speedelecs et de l'état du marché s'appuie sur les textes de lois et décrets, sur la presse spécialisée disponible en ligne, ainsi que sur une étude des sites internet des vendeurs et des producteurs de speedelecs à travers le monde, permettant d'identifier les produits qui sont spécifiquement dédiés au marché français et européen. Elle s'appuie en outre sur une étude du marché du speedelec menée par l'AVERE Belgique (ASBE), l'Université de Leuven et la Vrije Universiteit Brussel (VUB) pour le compte du gouvernement flamand⁹.

Des entretiens auprès d'acteurs de l'écosystème du speedelec

Par ailleurs, des entretiens ont été menés auprès d'acteurs de l'écosystème du speedelec et du vélo à l'échelle européenne, afin d'approfondir les questions liées à la réglementation et à son influence sur le marché lorsque des ambiguïtés demeuraient sur ce point. Nous avons distingué deux grands types d'acteurs : d'une part ceux à même de nous renseigner sur les ventes et les spécifications techniques de ces vélos à assistance électrique rapides ; d'autre part, les acteurs proches des usagers et des usages de ces véhicules. La liste des personnes interviewées est disponible en annexe, Tableau 33. Pour ces entretiens formels, les enquêtés ont accepté d'être cités.

⁹ Guylian Stevens et al., « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen » (KU Leuven, VUB, ASBE, 2017).

L'analyse des données d'immatriculation

Afin d'avoir une image plus détaillée du marché en France, 6t-bureau de recherche a acheté auprès du Ministère de l'Intérieur les données d'immatriculation des véhicules de genre CL et de catégories L1e-A ou L1e-B ou L1e **à propulsion électrique dont le titulaire du certificat d'immatriculation est une personne physique résidant en France métropolitaine et en Outre-Mer**. Bien que les ventes soient certainement supérieures aux immatriculations, ces dernières permettent une analyse fine des variations temporelles et spatiales des acquisitions de speedelecs, sous hypothèse qu'elles varient de la même manière que les immatriculations.

Des entretiens informels

Enfin, nous avons mené une série d'entretiens informels auprès de vendeurs et de constructeurs de speedelecs en France afin de saisir plus finement la manière dont les changements de régulation ont affecté les ventes et d'expliquer certaines variations observées dans les données d'immatriculation. Ces derniers n'ont pas tous accepté d'être cités dans l'enquête. Nous recensons cependant en annexe le type de structure (revendeur ou constructeurs) auxquels appartenait les enquêtés.

1.3 Définitions et périmètre d'étude

Le marché mondial des vélos électriques est très hétérogène tant en termes de caractéristiques des produits proposés que des usages et des représentations qui s'y attachent. La définition elle-même de ce qu'est un vélo électrique « rapide » dépend considérablement des géographies étudiées. Afin de mieux comprendre les réalités que recouvre ce terme et expliquer notre choix de périmètre d'étude, il convient de mettre en vis-à-vis les conditions qui ont vu émerger le marché asiatique (dominé par le marché chinois) et le marché européen.

a) Le « vélo électrique rapide », un objet aux contours mal définis

Le terme de « vélo électrique » ou « e-bike » en anglais recouvre un ensemble très hétérogène de véhicules, plus ou moins puissants, permettant d'atteindre des vitesses maximales variables selon les pays, leurs réglementations locales, les modèles et pour lesquels la propulsion électrique n'est pas nécessairement associée au fait de pédaler. Deux éléments de définition sont particulièrement problématiques : la vitesse à laquelle un vélo électrique devient « rapide » d'une part, et le design extérieur du véhicule d'autre part.

La vitesse distinguant les vélos à assistance électrique (VAE) assimilés légalement à des vélos de ceux assimilés à des cyclomoteurs dépend du lieu où l'on se trouve. Au sein de l'Union Européenne (UE), si l'assistance électrique permet de dépasser 25 km/h, un vélo électrique sera considéré comme un cyclomoteur (voir infra pour le détail des règles juridiques). Aux États-Unis, avec une assistance au-delà de 32 km/h un vélo électrique sera, en fonction de l'Etat, soit un cyclomoteur non homologué, soit inscrit dans la catégorie légale des « class 3 ebike » et sera qualifié de « speed ebike » dans le langage courant. En termes de législation, appartenir à une classification différente de celle des vélos implique des règles distinctes en matière d'homologation et de d'usage. Les VAE légalement assimilés aux vélos étant en Europe ceux dont l'assistance est limitée à 25 km/h, nous les appellerons « VAE 25 » ou « pedelecs » dans ce rapport. Les VAE « rapides » et qui ne sont plus assimilés légalement au vélo sont aussi appelés « speedpedelec » ou « speedelec ». **En France, le terme « speedelec » est employé par le secteur pour désigner ces véhicules, nous l'utiliserons ce terme, ou « VAE 45 », dans la suite de ce rapport.**

Le design des vélos à assistance électrique rapide dépend aussi fortement de la région du monde. Dans un but de clarification, la littérature anglophone propose de distinguer les « Bicycle Style Electric Bikes » (BSEB) des « Scooter Style Electric Bikes » (SSEB). Cette typologie regroupe à la fois des éléments d'usage et de design. Les SSEB peuvent être conduits sans pédaler, ce qui n'est pas le cas des BSEB. En termes de design, les SSEB sont assimilables à des scooters. Ils sont souvent plus lourds, plus puissants et plus rapides que les BSEB. En Europe, aussi bien les « pedelecs » que les « speedelecs » ressemblent le plus souvent à des vélos, tandis que le design de type scooter (SSEB) domine en Asie¹⁰.

En Chine, le vélo électrique comme réponse à la réglementation affectant les cyclomoteurs

Le marché chinois du vélo électrique domine le marché mondial. Le parc de bicyclettes électriques compterait ainsi de l'ordre de 200 millions d'unités. Cette **vision est toutefois quelque peu trompeuse**, car elle occulte le fait que les véhicules communément appelés « vélos électriques » en Chine (« ebikes ») sont

¹⁰ Elliot Fishman et Christopher Cherry, « E-bikes in the Mainstream: Reviewing a Decade of Research », *Transport Reviews* 36, no 1 (2 janvier 2016): 72-91, <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069907>.

en réalité plus proches de ce que l'on appelle en français des scooters. Selon une étude du CGEDD¹¹, la flotte de vélos électriques chinoise serait constituée aux **4/5 de deux-roues débridés**, avec ou sans pédalier, munis de batteries portatives, et pouvant rouler jusqu'à 50 km/h. Cette situation serait tolérée par les autorités locales, malgré les conséquences possibles en termes de sécurité routière, pour des raisons à la fois sociales et environnementales. La diffusion de vélos électriques rapides permettrait aux foyers modestes d'accéder à un moyen de transport peu onéreux tout en réduisant les émissions de polluants dans les centres-villes.

L'essor des vélos électriques chinois constituerait également une **sorte d'expédient face à la réglementation très stricte** auxquels sont soumis les cyclomoteurs¹². Le parc de motocyclettes en circulation se limite à 17 millions de véhicules, dont environ 100 000 sont à motorisation électrique. L'usage des motocyclettes est strictement encadré (immatriculation, permis de conduire, contrôle technique et limitations de circulation). Leur circulation est interdite dans la totalité des 66 agglomérations de plus de 2 millions d'habitants. Même si la présence de quelques motocyclettes dans les centres-villes laisse à penser que ces réglementations sont appliquées avec une certaine tolérance, l'immense majorité des deux-roues motorisés en circulation dans les villes sont officiellement des bicyclettes à moteur électrique. Le développement des deux-roues électriques en Chine répond donc à une contrainte réglementaire forte sur l'accès des cyclomoteurs en ville doublée d'une tolérance à grande échelle envers l'utilisation de bicyclettes électriques débridées circulant jusqu'à 50 km/h. À cet aspect légal s'ajoute un aspect économique¹³. Les vélos électriques sont structurellement moins chers que les motocyclettes thermiques, car plus légers et dispensés des dispositifs de sécurité imposés aux motocyclettes. Ces deux effets cumulés expliquent un développement rapide **en l'absence de toute mesure incitative directe**. Selon les auteurs de l'étude du CGEDD citée précédemment, cet essor entraîne un impact positif en termes environnementaux et économiques, mais impliquerait inversement des risques accrus pour la sécurité routière. Ces problèmes de sécurité ont amené les décideurs publics chinois des principales villes du pays à interdire la circulation des vélos électriques dans plusieurs villes¹⁴, ce qui a entraîné une légère diminution de la croissance des ventes de ces véhicules en 2017¹⁵.

¹¹ Jean-Jacques Becker, Lionel Arcier, et Jean Cueugnet, « Rapport de la mission sur le déploiement des 2/3 roues motorisés propres » (CGEDD - CGEJET, mars 2018).

¹² Chi-Jen Yang, « Launching strategy for electric vehicles: Lessons from China and Taiwan », *Technological Forecasting and Social Change* 77, no 5 (1 juin 2010): 831-34, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.01.010>.

¹³ Becker, Arcier, et Cueugnet, « Rapport de la mission sur le déploiement des 2/3 roues motorisés propres ».

¹⁴ « China Bans E-Bike Use in Major Cities ». 2016. Bike Europe. 26 avril 2016. <https://www.bike-eu.com/home/nieuws/2016/04/china-bans-e-bike-use-in-major-cities-10126136>.

¹⁵ « E-BIKE MARKET - GROWTH, TRENDS, AND FORECAST (2019 - 2024) », Mordor Intelligence, 2019.

Ce contexte de croissance de la demande en vélos électriques explique le design des vélos chinois. Parce qu'ils sont utilisés en tant que substituts de cyclomoteurs, les vélos électriques en reprennent le design et les fonctionnalités (Figure 1). Ils sont notamment parfois dotés de pédales purement décoratives. L'accélération se fait souvent au guidon, le poids et la vitesse atteignable sont élevés.



Figure 1 : Exemples de vélos électriques en Chine, type SSEB.

Source : image de gauche par poida.smith [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], image de droite par Andrew Gatt [CC BY 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)]

En Europe, un essor du vélo électrique lié à la promotion de la pratique du vélo

En Europe, si les VAE existent depuis une trentaine d'années, ils s'y sont réellement répandus à partir des années 2000 en raison de deux facteurs principaux : d'une part grâce à une évolution technologique, celle des batteries, qui sont devenues plus légères et dotées d'une meilleure autonomie, et d'autre part, grâce à la promotion d'une mobilité plus durable dans les grandes villes, entraînant un développement des réseaux cyclables et des incitations à l'acquisition de vélos¹⁶. Dans ce mouvement en faveur de la pratique du vélo, le vélo électrique est apparu comme **un moyen de dépasser les limites des vélos mécaniques**. Ces derniers exigent en effet des efforts, sont trop lents pour des trajets quotidiens dépassant les 10 km et peuvent représenter un défi pour les personnes fragiles physiquement¹⁷.

En accompagnant la modification des usages, la législation européenne a soutenu cet essor du vélo électrique. En dépit de son caractère « motorisé », **le vélo à assistance électrique est en effet placé dans la même catégorie réglementaire que les deux-roues non motorisés moyennant un certain nombre de conditions** (voir infra pour le détail des règles juridiques). L'insertion dans la catégorie des cycles leur accorde des privilèges : autorisation de rouler sur les pistes cyclables, absence d'assurance spécifique obligatoire, absence d'immatriculation.

¹⁶ 6t-bureau de recherche, « Le vélo à assistance électrique : un nouveau mode métropolitain ? », 2015.

¹⁷ Jusqu'en 2017, l'état français subventionnait l'achat de vélos à assistance électrique (20 % du prix, jusqu'à 200 €) : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2017/2/16/DEV1700842D/jo/texte>



Figure 2 : Exemple de vélos électriques européens, type BSEB. Sur l'image de gauche, le moteur est dans la roue avant et la batterie dans le tube du cadre.

Sources : image de gauche par Richard Masoner / Cyclelicious, image de droite par sipa (pixabay.com)

L'émergence des vélos à assistance électriques a aussi été portée, dans les pays européens montagneux (France, Autriche, Suisse...), par le secteur du tourisme en montagne. Celui-ci a su voir dans l'assistance électrique la possibilité de développer le VTT auprès d'un nouveau public plus large que celui pratiquant historiquement ce sport. Les VTT à assistance électrique (VTAE) représentent ainsi 14 % des VAE vendus en France, 24 % en Suisse et 56 % en Autriche.

Ces dernières années ont vu se développer sur le marché européen **des vélos électriques permettant de dépasser la limite des 25 km/h**. Considérés comme des cyclomoteurs, ces véhicules doivent être limités à 45 km/h pour être homologués. Nous utiliserons le terme « speedelec » pour les désigner. Ils ont l'obligation d'être immatriculés et assurés pour circuler sur la voie publique.

Sur le marché européen, bien que les speedelecs appartiennent à la catégorie juridique des cyclomoteurs, les vendeurs les présentent **comme s'inscrivant dans la continuité des vélos et des VAE 25**¹⁸.

Un cycliste sportif atteint les 30 km/h, alors que le VAE est bridé à 25 km/h, ce qui en limite la pertinence pour ces individus. Ces derniers, quand ils sont sur des trajets permettant de prendre de la vitesse, peuvent alors se tourner vers des speedelecs.

Boris Wahl, Cyclable

Suivant cette logique, le speedelec serait perçu comme un moyen – pour des personnes appréciant le vélo – d'augmenter leur vitesse et de parcourir des distances qu'ils n'auraient pas le temps de parcourir au quotidien avec un vélo, notamment sur les trajets domicile-travail¹⁹. Comme nous le verrons dans la partie détaillant le marché du speedelec, si quelques entreprises sur le marché européen produisent

¹⁸ Les entretiens auprès de propriétaires de ces véhicules qui seront réalisés dans la deuxième étape de ce projet de recherche permettront de confirmer ou d'infirmer cette vision des acteurs du secteur.

¹⁹ Cette perception des speedelecs est aussi adoptée dans les articles de presse grand-public sorties sur le sujet en 2016 :

- « Ce vélo électrique très haut de gamme qui pourrait rivaliser avec le scooter » Monaco Matin daté du 30/11/2016 (<https://www.monacomatin.mc/technologie/ce-velo-electrique-tres-haut-de-gamme-qui-pourrait-rivaliser-avec-le-scooter-97673>)
- « Métropole lilloise : rouler à 45 km/h en Speedbike, « alternative » écolo à l'auto » La Voix du Nord, daté du 07/04/2016 (<http://www.lavoixdunord.fr/archive/recup/region/metropole-lilloise-rouler-a-45-kmh-en-speedbike-ia22b0n3432423>)
- « Can e-bikes revolutionise long-distance commuting? » The Guardian du 14/09/2016 (<https://www.theguardian.com/cities/2016/sep/14/e-bikes-long-distance-commuting-speed-pedelec-electric-cycles>)

exclusivement ces derniers, la plupart produisent les deux types de vélos à assistance électrique (25 et 45 km/h) et le design est similaire pour les deux véhicules.

Ce marché principal coexiste en Europe avec un marché du speedelec composé de VTT à assistance électrique rapides et des « fatbikes²⁰ » (Figure 3). À la différence des speedelecs pour routes, ces derniers peuvent être équipés d'accélérateurs à la poignée et peuvent empiéter sur le marché des moto-cross légères. Ce type de véhicule et les usages associés, que nous qualifierions de « ludiques », s'éloignent cependant de ceux observés en Chine, où les SSEB sont utilisés dans des contextes urbains. En Europe, comme les cyclomoteurs et les scooters ne sont pas interdits dans les centres-villes, leurs usagers urbains ne sont donc pas incités, comme c'est le cas en Chine, à se reporter sur des VAE rapides. La perméabilité entre les cyclomoteurs (ou scooters) et les speedelecs est donc relativement faible. Cela pourrait expliquer que les véhicules type SSEB soient minoritaires en Europe et cantonnés à des usages très spécifiques.



Figure 3 : Exemple de fatbike électrique.

Source : FaceMePLS from The Hague, The Netherlands [CC BY 2.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0>)]

*

* *

Les différences en termes de contexte d'émergence et de design de produit entre marchés européens et chinois expliquent **notre choix de nous concentrer sur le marché européen**. Au sein de celui-ci, nous ne nous restreignons pas aux speedelecs type BSEB : nous prenons en compte les speedelecs permettant d'accélérer sans pédaler, dès lors que l'engin est muni de pédales même si ces vélos sont relativement rares en Europe. Enfin, nous ne nous limiterons pas aux vélos homologués. Cependant, la plupart des études existantes portant sur les speedelecs homologués, notre état de l'art prendra principalement en

²⁰ VTT aux roues très larges, destinés à être utilisés sur la neige ou le sable.

compte ce type de véhicule. Nous nous appuyons donc majoritairement sur les études portant sur les usagers et usages de speedelecs de type BSEB, en excluant donc les travaux portant sur l'Asie. Dans ce champ, les travaux sont rares et concernent uniquement quatre pays d'Europe : Allemagne, Belgique, Pays-Bas et Suisse (voir la liste des travaux exploités, Tableau 34 : Travaux exploités pour les usagers et les usages, en annexe).

Synthèse

Un choix de périmètre européen

> Le terme « speedelec » recouvre une grande diversité de types de vélos tant en termes de vitesse de déplacement, que de design extérieur.

> Le marché asiatique diffère fortement du marché européen. Sur le marché chinois, les speedelecs se rapprochent davantage de la définition française du scooter. Sur le marché européen, les speedelecs sont issus de la pratique du vélo, auxquels ils ressemblent davantage extérieurement.

> Pour la suite de ce travail, nous nous concentrons sur le marché européen et sur l'acceptation européenne du terme speedelec.

2. Usages du speedelec en Europe

2.1 Règlements et politiques publiques

Les développements précédents ont montré une certaine confusion entre les différentes définitions possibles de speedelec en fonction des régions du monde. Cette partie vise à apporter un éclairage sur la réglementation actuelle ainsi que sur les politiques publiques relatives au speedelec dans l'Union européenne. Nous abordons d'abord les réglementations relatives à l'homologation et à la certification des véhicules, puis celles relatives à l'usage. Sur ces deux aspects, la réglementation du speedelec en Europe apparaît proche de celle des cyclomoteurs. Les politiques publiques en faveur du vélo ne sont pas du ressort de l'Union Européenne et sont donc diverses selon les pays considérés. Elles consistent le plus souvent en des aides financières à l'achat ou à l'usage

a) Réglementation relative à la mise sur le marché

En matière de certification, les speedelecs sont soumis à un contrôle renforcé par rapport aux VAE

Au sein de l'Union Européenne, les **règles encadrant la réception des véhicules sont harmonisées**. La procédure de réception désigne la certification garantissant la conformité des véhicules à un ensemble de **normes techniques garantissant la sécurité** des utilisateurs²¹. Ces normes prescrivent les standards techniques auxquels les produits visés doivent se conformer ainsi que les méthodes qui doivent être mises en œuvre pour attester de leur respect.

Depuis le 1er janvier 2016, la procédure relative à l'émission de certificats de conformité est basée sur le règlement du 15 janvier 2013²² relatif à la surveillance du marché des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles (« règlement du 15 janvier 2013 » pour la suite du rapport). Cette procédure définit trois classes de vélos électriques :

- **Les cycles à pédalage assisté** : Ils sont équipés d'un **moteur auxiliaire électrique** d'une puissance nominale continue **inférieure ou égale à 250 W**, dont l'alimentation est soit interrompue lorsque le cycliste cesse de pédaler, soit réduite progressivement et finalement interrompue **avant que la vitesse du véhicule n'atteigne 25 km/h**. L'assistance ne doit se déclencher que si le cycliste pédale et doit impérativement se couper lorsque le pédalage s'arrête. La seule exception à cette règle est l'ajout d'une aide au démarrage dit « Start 6 km/h » qui permet par simple pression d'une commande au guidon d'enclencher le fonctionnement du moteur sans pédaler. Ce système a été conçu pour les utilisateurs ayant des difficultés physiques les empêchant de lancer le vélo convenablement. Les VAE classiques appartiennent à cette catégorie ;

²¹ A l'heure actuelle, l'homologation est actuellement encadrée au niveau européen par la directive cadre 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 septembre 2007 établissant un cadre pour la réception des véhicules à moteur, de leurs remorques et des systèmes, des composants et des entités techniques destinés à ces véhicules

²² Règlement (UE) n ° 168/2013 du Parlement européen et du Conseil du 15 janvier 2013 relatif à la réception et à la surveillance du marché des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles

- **Les vélos à moteur** : Le moteur doit s'arrêter à la vitesse de **25 km/h**. Sa puissance ne doit pas dépasser **1 kW**. Certains vélos-cargo ou VTT électriques, nécessitant beaucoup de puissance pour transporter de lourdes charges ou monter des pentes, peuvent appartenir à cette classe ;
- **Les cyclomoteurs** : Leur vitesse maximale est de 45km/h. La puissance maximale autorisée est de **4 kW**. **Les speedelecs appartiennent à cette catégorie.**

En vertu du règlement du règlement du 15 janvier 2013, les vélos à moteur et cyclomoteurs – et donc **les speedelecs** – sont soumis à **l'obligation d'homologation**, qui impose aux constructeurs d'obtenir la certification du système avant la production en série. Ils doivent donc avoir recours à un organisme agréé de certification. Pour les speedelecs, le règlement de 2013 représente un **durcissement de la procédure de réception par rapport au cadre normatif précédent**, défini par la Directive 2002/24²³. Dans le cadre de cette directive, les speedelecs étaient considérés comme des cyclomoteurs selon une procédure beaucoup plus légère qu'actuellement. Par ailleurs, les speedelecs doivent désormais présenter des équipements supplémentaires comme des avertisseurs sonores et des feux stop. Selon certains auteurs ²⁴, ce renforcement des contrôles est de nature à restreindre l'offre et à maintenir des prix élevés. Cette idée est développée au point 4.1.b)

La création de standards de sécurité propres au speedelec

Les associations de constructeurs de vélos européens COLIBI et COLIPED²⁵ ont fait observer que les réglementations techniques pour les cyclomoteurs n'étaient **pas nécessairement les plus appropriées pour des véhicules dont le moyen de propulsion principal est le pédalage**. Suite à ces sollicitations, la Commission européenne a engagé le dialogue avec les fabricants de vélos électriques pour adapter les règles d'homologation via l'introduction d'un nouveau standard: **"cycles designed to pedal"**. Ce standard vise à offrir une garantie supplémentaire de sécurité pour les utilisateurs de vélos à assistance électrique rapide.

Les véhicules désirant acquérir ce standard doivent avoir une masse inférieure à 35 kg et doivent être équipés de pédales permettant au véhicule d'être propulsé uniquement par la force musculaire de l'utilisateur. La propulsion auxiliaire doit être inférieure à quatre fois la puissance déployée par l'utilisateur sur les pédales (règle du facteur 4). Les speedelecs 45 km/h respectant ces spécifications sont soumis à la norme concernant l'usage des cycles (ISO 4210-1:2014). L'obtention de ce standard supplémentaire n'est toutefois pas une obligation. Il permet simplement d'apporter une garantie de sécurité supplémentaire. Selon BikeEurope²⁶, la Commission a prévu de réétudier ce cadre normatif, qui est donc susceptible d'évoluer dans les années à venir.

b) Règlements de l'usage

Aux normes encadrant les types de réceptions des véhicules s'ajoutent des normes relatives à l'usage. Celles-ci, à la différence de la plupart des règles encadrant l'homologation des vélos à assistance électriques, ne sont pas harmonisées au niveau européen. Dans le cadre de ce travail, nous avons étudié la

²³ Directive 2002/24/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 mars 2002 relative à la réception des véhicules à moteur à deux ou trois roues et abrogeant la directive 92/61/CEE du Conseil

²⁴ Stevens, Guylian, Bram Rotthier, Annick Roetyneck, Thierry Coosemans, Jan Cappelle. « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen », KU Leuven, VUB, ASBE, 2017

²⁵ Bike Europe, (2016) European Commission confirmed categorization Speed-E-Bikes. Consulté sur <https://www.bike-eu.com/laws-regulations/nieuws/2016/07/european-commission-confirmed-categorization-speed-e-bikes-10126788>

²⁶ White Paper: rules and regulations on electric cycles in the EU, mai 2017 : <http://bike-eu.com.s3-eu-central-1.amazonaws.com/app/uploads/2015/09/rules-regulation-on-electric-cycles-in-the-european-union-may-2017.pdf>

réglementation en détail dans quatre pays de l'UE : France, Pays-Bas, Belgique et Allemagne. Nous avons également analysé le cas suisse, dans la mesure où la Suisse constitue un des foyers de développement du speedelec.

La réglementation de l'usage dépend de chaque État membre. Les règles d'usage concernent plus spécifiquement :

- Le port du casque ;
- L'immatriculation ;
- L'assurance ;
- Les règles de circulation ;
- Les permis

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques principales de la réglementation actuelle pour les speedelecs dans chaque pays analysé dans le cadre de cette recherche :

Tableau 1 : Caractéristiques principales de la réglementation actuelle concernant les speedelecs dans chaque pays étudié

| | Port du casque | Immatriculation | Assurance | Règles de circulation | Permis de conduire |
|------------------|--|-----------------|----------------------------------|--|---|
| Belgique | Casque moto ou vélo (conforme à la norme EN 1078) obligatoire. | Obligatoire | Obligatoire depuis novembre 2018 | Dépendant des collectivités locales. | Permis de conduire AM pour les cyclomoteurs ou B pour les voitures. |
| Pays-Bas | Casque cyclomoteur ou speedelec obligatoire (conforme à la norme NTA 8776) | Obligatoire | Obligatoire depuis janvier 2017 | Réglementation en tant que cyclomoteur | Permis de conduire AM pour les cyclomoteurs ou B pour les voitures |
| France | Casque homologué cyclomoteur obligatoire | Obligatoire | Obligatoire | Réglementation en tant que cyclomoteur | Permis de conduire AM pour les cyclomoteurs ou B pour les voitures |
| Allemagne | Casque homologué cyclomoteur obligatoire | Obligatoire | Obligatoire | Réglementation en tant que cyclomoteur | Permis de conduire AM pour les cyclomoteurs ou B pour les voitures |
| Suisse | Casque homologué vélo obligatoire | Obligatoire | Obligatoire | Autorisations ponctuelles de rouler sur les voies de bus. Obligation de rouler sur les pistes cyclables pour les pedelecs 25 et les speedelecs | Permis de conduire cyclomoteur (A1) ou voiture |

Port du casque

L'obligation de porter des équipements de sécurité pour le speedelec est une compétence des Etats membres. Pour l'heure, aucun État n'a imposé le port du casque pour les cyclistes adultes. En conséquence, les utilisateurs de VAE 25km/h-250W sont également exemptés de l'obligation de porter un casque. **Pour les speedelecs, le standard applicable diffère selon les pays.** La majorité des États membres imposent le port d'un casque de type cyclomoteur. C'est par exemple le cas en France et en Allemagne. Toutefois, le port d'un casque de cyclomoteur n'est pas le plus adapté à la pratique du speedelec, qui nécessite un certain effort physique (cf notre enquête qualitative). **Certains Etats ont donc choisi une réglementation différente.** En Belgique, par exemple, il est permis de rouler en speedelec avec un casque de vélo s'il couvre les tempes et la nuque^{27,28}. Aux Pays-Bas, un standard *ad hoc* a été créé pour les speedelecs, le standard

²⁷ Noulet, Jean-François, (2016), Vélos électriques : du changement pour les « speed pedelec », rapides et puissants, RTBF.be, disponible sur https://www.rtb.be/info/societe/detail_velos-electriques-nouvelle-legislation-et-du-changement-pour-les-speed-pedelec-rapides-et-puissants?id=9409442

²⁸ Le Soir, (2016) De nouvelles règles pour les super vélos électriques, disponible sur : <https://plus.lesoir.be/59255/article/2016->

NTA 8776²⁹. Les utilisateurs de speedelec aux Pays-Bas ont le choix d'utiliser ce type de casque ou un casque de cyclomoteur. En Suisse enfin, les utilisateurs de speedelecs ont également l'obligation de porter un casque mais les casques vélos sont considérés comme une protection suffisante.



Figure 4 : Exemple de casque homologué pour la pratique du speedelec (Source : Matériel-vélo.com)

Immatriculation : obligatoire pour la plupart des États-membres

Dans la plupart des pays européens (y compris en Suisse), les speedelecs sont soumis à une obligation d'immatriculation, alors que les VAE 25 en sont eux exempts.

Assurance : obligatoire dans la plupart des États, mais de nombreuses subtilités

Le cadre normatif de l'assurance est défini par la Directive 2009/103/CE mettant en œuvre une assurance responsabilité civile obligatoire pour les véhicules automoteurs³⁰. Cette directive prévoit une obligation d'assurance pour « tout véhicule automoteur destiné à circuler sur le sol et qui peut être actionné par une force mécanique, sans être lié à une voie ferrée, ainsi que les remorques, même non attelées ». Cette définition relativement large laisse une place importante à la jurisprudence. Dans les faits pourtant, **la plupart des États européens ont adopté la même formule juridique** : les VAE 25 ne sont pas soumis à l'obligation d'assurance car ils sont couverts par les contrats d'assurance habitation. Les utilisateurs de **speedelecs**, par contre, **doivent contracter une assurance spéciale**.

Les règles de circulation

Les règles de circulation sont définies par les États. Dans les États membres de l'UE étudiés, la règle générale est que les speedelecs sont **régulés comme des cyclomoteurs**. Il existe toutefois des spécificités nationales.

C'est notamment le cas de la Belgique, qui a créé une **catégorie speedelec à part dans son code de la route**. Ce statut particulier lui permet certains aménagements par rapport à la réglementation générique des cyclomoteurs. Par principe, le speedelec est interdit en Belgique sur les pistes cyclables mais les collectivités locales peuvent mettre en œuvre des exceptions pour cette catégorie de véhicules. Dans le cadre d'un entretien mené par 6t³¹, un représentant du Gracq, association représentative des cyclistes bruxellois et

09-14/des-nouvelles-regles-pour-les-supervelos-electriques

²⁹ Bike Europe, (2017). Dutch Standard a Basis for EU-speed E-Bike Helmet norm, disponible sur : <https://www.bike-eu.com/laws-regulations/nieuws/2017/06/dutch-standard-forms-basis-for-eu-speed-e-bike-helmet-norm-10130373>

³⁰ Directive 2009/103/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 septembre 2009 concernant l'assurance de la responsabilité civile résultant de la circulation de véhicules automoteurs et le contrôle de l'obligation d'assurer cette responsabilité

³¹ Entretien téléphonique (13/02/2019)

Wallons voyait de manière positive ces aménagements qu’il estimait trop peu nombreux. Cependant, cette réglementation semble également provoquer un certain flou à la fois chez les collectivités locales en charge de la réglementation et chez les utilisateurs³². Les règles en Suisse diffèrent assez largement des règles des autres pays européens étudiés. Les speedelecs doivent rouler sur les pistes cyclables, sauf mention contraire.

Permis de conduire

Dans l’ensemble des pays étudiés, la conduite des speedelecs nécessite un permis cyclomoteur au minimum (permis AM) ou un permis voiture.

2.2 Politiques publiques mises en œuvre

Aucun des Etats considérés ne planifie de manière spécifique le développement du speedelec. Celui-ci n’est pris en compte qu’à la marge, dans le cadre de politiques plus larges touchant au développement de la mobilité à vélo. La **gouvernance de ces politiques dépend elle-même de la structure institutionnelle** des Etats concernés. Certains Etats comme la France ou l’Allemagne élaborent des plans nationaux de développement de la mobilité à vélo. D’autres, comme la Belgique, les Pays-Bas ou la Suisse délèguent ces compétences à un niveau infrarégional. En tout état de cause, dans les cinq pays étudiés, le speedelec n’est **pas identifié par les pouvoirs publics comme un moyen de transport nécessitant un ciblage particulier** des politiques publiques.

a) Des politiques publiques centrées sur les aides à l’achat

Logiquement, peu de dispositifs de soutien portant sur les speedelecs spécifiquement ont été identifiés. Ceux que nous avons repérés prennent la forme d’**expérimentations** et sont centrés sur le segment des trajets domicile-travail. En Belgique, le gouvernement flamand a lancé un test³³ proposant des speedelecs à des employés de différentes entreprises. Leurs expériences ont ensuite été analysées par l’université de Leuven³⁴. Aux Pays-Bas, un dispositif mis en œuvre en 2019 prévoit la facilitation du leasing de vélos électriques de fonction³⁵.

Les speedelecs bénéficient surtout des **aides plus générales à la mobilité électrique ou à la mobilité propre à des niveaux nationaux ou infra-nationaux**. Ces aides correspondent le plus souvent à une incitation à l’achat de véhicule. Le Tableau 2, retrace les principaux dispositifs, dans les pays cibles, sans prétention à l’exhaustivité.

Tableau 2 : Caractéristiques principales de la réglementation actuelle concernant les speedelecs dans chaque pays étudié

| | Aide au niveau national | Aide au niveau infranational |
|-----------------|--|--|
| Belgique | <ul style="list-style-type: none"> Pour les professionnels : Les investissements dans les infrastructures installées dans le but | <ul style="list-style-type: none"> Région Bruxelloise : prime vélo jusqu’à 505€ pour un ou plusieurs achats de vélo, accessoires ou services en échange de la |

³² Entretien téléphonique avec un responsable du Fiterbond, association représentative des cyclistes de Flandre et de Bruxelles 14/02/2019

³³ <https://365snel.net/>

³⁴ Article publié le 5 octobre 2018, site consulté le 18/01/2019 : <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2018/10/speedelec-promotion-projects-started-in-belgium-and-holland-10134642>

³⁵ Article publié le 5 octobre 2018, site consulté le 18/01/2019 : <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2018/10/speedelec-promotion-projects-started-in-belgium-and-holland-10134642>

| | Aide au niveau national | Aide au niveau infranational |
|-----------------|---|--|
| | <p>d'inciter les salariés à se rendre au travail à vélo sont fiscalement déductibles à 120%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indemnité kilométrique de 0,23 €/km | <p>radiation de la plaque d'immatriculation d'une voiture particulière</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flandre : prime zéro émission égale à 25% du montant de l'achat, avec un plafond de 1.500 euros • Diverses aides provinciales et communales. Par exemple : Dans le Brabant wallon, aide de 20% du prix d'achat d'un vélo avec un plafond de 200 euros. |
| Pays-Bas | <ul style="list-style-type: none"> • Projet d'une indemnité kilométrique de 0,19 €/km • Projet d'un soutien public à l'achat • Avantage fiscal pour la fourniture de vélos électrique par les employeurs à leurs employés | <ul style="list-style-type: none"> • Dispositifs d'aide principalement à l'échelle des villes. Amsterdam propose par exemple une subvention de 1000€ pour l'échange d'un scooter thermique contre l'achat d'un vélo d'un VAE 25 ou d'un speedelec |

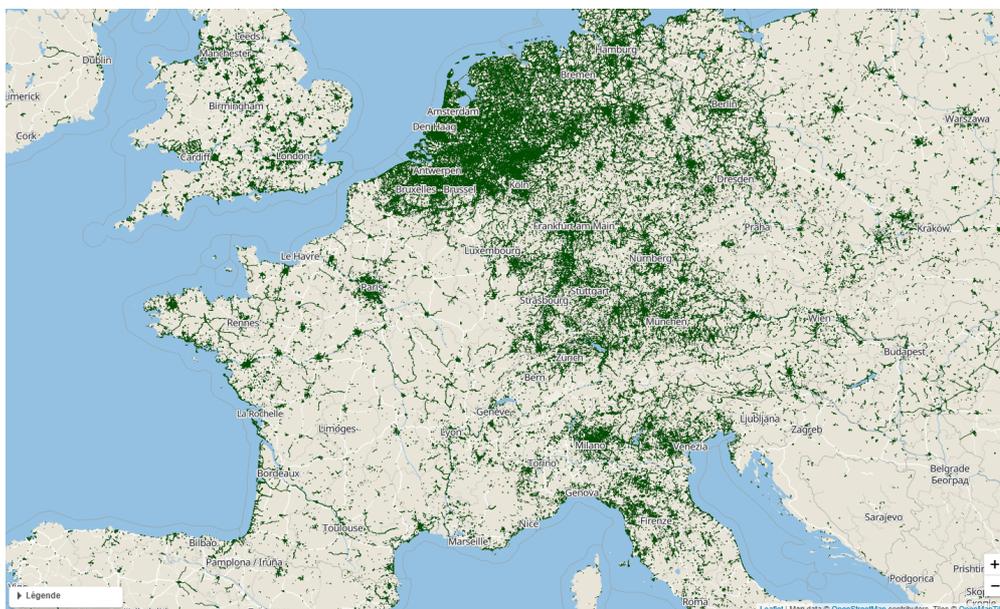
| | Aide au niveau national | Aide au niveau infranational |
|------------------|--|--|
| France | <ul style="list-style-type: none"> • Indemnité kilométrique facultative de 0,25 € par kilomètre parcouru. Cette indemnité est exonérée de cotisations sociales et d'impôt sur le revenu pour le salarié dans la limite de 200 € par an et par salarié. • Soutien à l'achat de vélos à assistance électrique (y compris les vélos cargos à assistance électrique) par le biais des certificats d'économie d'énergie (CEE) dans le cadre d'une fiche d'opération standardisée CEE • Soutien à la mise à disposition de flottes de vélos par les entreprises : les entreprises ayant souscrit un engagement de location de vélos d'une durée égale ou supérieure à cinq ans (ou à trois ans pour les entreprises de moins de 10 salariés) pourront réduire de leur impôt sur les sociétés les frais générés par la mise à disposition de vélos pour leurs salariés pour leurs trajets entre le domicile et le travail, dans la limite de 25 % des frais engagés pour l'achat ou l'entretien de la flotte de vélos ou vélos à assistance électrique. • Bonus/Malus national : prime plafonnée à 27% du prix TTC, à 900 € et à 250 €/kWh embarqué. | <ul style="list-style-type: none"> • Divers aides des Métropoles, Communes et Régions. Par exemple la Mairie de Paris propose 400 € pour l'achat d'un VAE25, d'un speedelec, ou d'un kit d'électrification pour les particuliers et professionnels implantés à Paris ; la Métropole Nice Côte d'Azur propose une subvention de 25% du prix d'achat dans la limite de 150€ par matériel. |
| Allemagne | <ul style="list-style-type: none"> • Avantage fiscal pour la fourniture de vélos électrique par les employeurs à leurs employés. | <ul style="list-style-type: none"> • La plupart des aides sont mises en œuvre à l'échelle des communes et des Lands. • Le Bade-Wurtemberg propose par exemple 1500 € pour l'achat d'un nouveau speedelec. |
| Suisse | <ul style="list-style-type: none"> • Pas de mesures à l'échelle nationale. | <ul style="list-style-type: none"> • Le périmètre de développement des subventions aux VAE est assez diversifié. On note tout de même une prépondérance des communes en périmètre d'agglomération. • Par exemple, le canton de Genève propose une subvention de 250 F. |

b) Des demandes de la part du secteur centrées sur les infrastructures et le partage de l'espace public

A ces dispositifs d'aides aux particuliers, il convient d'ajouter le **financement de l'infrastructure routière**. Lorsque l'on prend en compte cette dimension, les Pays-Bas apparaissent comme le pays d'Europe investissant le plus pour le développement du vélo³⁶. Les acteurs interrogés à l'occasion de cet état de l'art (voir annexe pour le détail des personnes interrogées) nous ont justement fait part de demandes concernant en priorité un soutien à la dimension collective de la pratique du vélo : construction d'infrastructures et partage de l'espace public.

Concernant l'infrastructure, il n'existe pas, à notre connaissance d'information officielle sur la disponibilité des infrastructures vélo par pays. Seule source d'information agrégée disponible, le projet crowdsourcé Open Street Map permet d'obtenir une approximation fiable³⁷ du maillage des pistes cyclables en Europe (voir Figure 5 : Carte des infrastructures vélo (source : Aménagement-cyclables.fr à partir de données Open Street Map)). Ces données indiquent une **très forte concentration des infrastructures cyclables dans le nord de l'Europe**.

Figure 5 : Carte des infrastructures vélo (source : Aménagement-cyclables.fr à partir de données Open Street Map)



En France, le Club des Villes et Territoires Cyclables (CVTC)³⁸ mène des enquêtes portant sur les politiques vélos auprès de ses adhérents. Parmi les 61 collectivités différentes interrogées représentant près de 15 millions d'habitants, les voiries aménagées pour les cyclistes représenteraient 26% des voiries disponibles en 2013. Comme le note le Club des villes et territoires cyclables, il importe de noter qu'une partie importante de l'augmentation du nombre d'aménagements est imputable à l'extension et à la généralisation des zones 30, comptabilisées dans les voiries équipées. En termes de linéaires d'aménagements, on serait passé, sur les communes de l'échantillon, de 7 785 km en 2011 à 9 648 km en

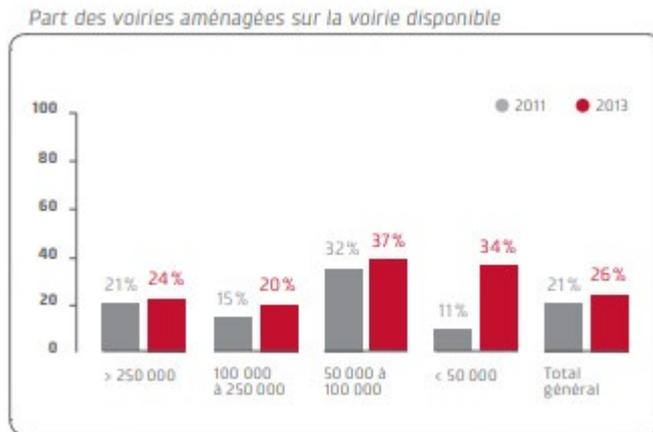
³⁶ Dutch Cycling Embassy, Opportunities for Dutch Cycling Enterprises in Germany. Disponible sur : <https://dutchcycling.nl/downloads/HendrikeHellman.pdf>

³⁷ Hochmair, H.H.; Zielstra, D.; Neis, P. « Assessing the Completeness of Bicycle Trails and Designated Lane Features in OpenStreetMap for the United States and Europe ». In Proceedings of the Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Washington, DC, USA, 13–17 January 2013.

³⁸ CLUB DES VILLES ET TERRITOIRES CYCLABLES, « les politiques des cyclistes et des piétons dans les villes françaises, résultats synthétiques de l'enquête nationale 2012-2013 ».

2013, soit une progression de 24%. Cette croissance est inégalement répartie : le CVTC note que les **croissances les plus fortes de l'aménagement cyclable se concentrent dans les villes-centres.**

Figure 6 : Part des voiries aménagées sur la voirie disponible (source : Club des villes et territoires cyclables)



Nous avons souhaité vérifier cette hypothèse d'un développement inégal des infrastructures cyclables en fonction de la distance aux villes-centres. Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse systématique des données sur l'infrastructure cyclable recensées par Open Street Map au sein des aires urbaines fonctionnelles³⁹ de plusieurs pays européens (France, Allemagne, Pays-bas, Belgique, Suisse et Luxembourg). Le Tableau 3 montre que la part des infrastructures cyclables chute plus fortement entre le centre et la périphérie des aires urbaines françaises que dans l'ensemble des autres pays étudiés.

Tableau 3 : Part de la voirie équipée en infrastructure cyclable en fonction des pays et de la place au sein des aires fonctionnelles

| | Total des aires fonctionnelles | | Centres urbains | | Reste des aires fonctionnelles (zones de navettage) | |
|------------------|--|--|--|--|---|--|
| | Longueur des infrastructures cyclables (en km) | Part de la voirie équipée en infrastructure cyclable | Longueur des infrastructures cyclables (en km) | Part de la voirie équipée en infrastructure cyclable | Longueur des infrastructures cyclables (en km) | Part de la voirie équipée en infrastructure cyclable |
| Pays-Bas | 33 111 | 27 % | 17 760 | 31 % | 15 351 | 22 % |
| Belgique | 9 688 | 18 % | 3 521 | 28 % | 6 157 | 15 % |
| Allemagne | 89 581 | 16 % | 32 140 | 26 % | 57 274 | 13 % |
| Suisse | 2 261 | 9 % | 1 229 | 16 % | 1 032 | 6 % |
| France | 27 558 | 6 % | 20 342 | 13 % | 9 683 | 2 % |

³⁹ Aussi dites « FUA » (pour « Functional Urban Areas » en anglais). Les FUA sont un des niveaux de la typologie NUTS (Nomenclature des unités territoriales statistiques), qui est le système de référence pour la collecte des statistiques régionales, pour les analyses socio-économiques des régions, pour la définition des politiques régionales de l'UE. Une FUA correspond à un ensemble de communes ou unités administratives locales dont la majeure partie de la population vit dans un centre urbain d'au moins 50 000 habitants (centre urbain étant compris comme un ensemble contigu de carreaux de 1 km de côté dont le centre contient au moins 1 500 habitants), et d'une zone de navettage constituée de toutes les communes qui lui envoient un pourcentage de leurs actifs en emploi dont le seuil a été fixé à 15 %.

De nombreuses études — voir par exemple Shahan (2007),⁴⁰ , Buehler (2005)⁴¹ , Grimshaw (2002)⁴² — tendent à montrer une **relation positive entre la quantité, ainsi que la qualité, des infrastructures et l’usage du vélo**. Les acteurs interrogés dans le cadre de cet état de l’art (voir annexe) parviennent aux mêmes conclusions vis-à-vis du speedelec. Le consensus est que le speedelec présente un potentiel important dans les trajets pendulaires interurbains ou périurbain-ville centre. Ce type de trajet suppose de cohabiter avec des véhicules rapides, ce qui implique la nécessité d’une séparation du trafic routier. Il semble que la France soit particulièrement en retard sur ce point. Ses infrastructures cyclables sont particulièrement concentrées dans les villes-centre, ce qui rendrait pénible la pratique du vélo ou du VAE sur les trajets interurbains.

Dans l’ensemble du monde, le vélo est plus pratiqué dans les centre-ville que dans la banlieue et plus dans la banlieue que dans les zones rurales. Mais en France, l’effondrement [quand on passe du dense au moins dense] est particulièrement marqué. On a circonscrit le vélo en zone urbaine, voire ultra urbain où le mode le plus pertinent est la marche, et au-delà, il y a peu de pistes cyclables. Il existe aussi un problème de franchissement des infrastructures : voies ferrées, routes rapides etc...

Olivier Schneider, Président de la Fédération Française des Usagers de la Bicyclette

La question des infrastructures se conjugue avec celle de la **réglementation des usages**. Les speedelecs ne sont pas admis sur les pistes cyclables dans la plupart des pays européens (voir *supra*). Les acteurs de l’écosystème du speedelec interrogés plaident en faveur d’un **assouplissement des codes de la route permettant aux speedelecs de profiter des infrastructures vélo**.

⁴⁰ SHAHAN, “The relationship between bicycling facilities and bicycle travel : a comparative study in the United States and the Netherlands”, 2007

⁴¹ Pucher, J. and R. Buehler. (2005). “Cycling Trends and Policies in Canadian Cities”. World Transport Policy and Practice, 11(1): 43-61.

⁴² Grimshaw, J. (2002). “The UK national cycle network: a millennium project”. In H. McClintock (Ed.) Planning for Cycling: Principles, Practice and Solutions for Urban Planners (pp.100-109). Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.

Synthèse

Une réglementation contraignante

> Le règlement du 15 janvier 2013 prévoit un durcissement des procédures de réception par rapport à la situation précédente. Désormais considérés comme des cyclomoteurs, les speedelecs sont soumis à des tests lourds et relativement coûteux.

> La réglementation de l'usage des speedelecs est proche de celle des cyclomoteurs. Dans l'ensemble des pays étudiés, les utilisateurs de speedelecs sont soumis à l'obligation du port du casque, doivent contracter une assurance ad hoc, et doivent être possesseurs au minimum d'un permis cyclomoteur. Les règles de circulation sont plus hétérogènes. Parmi les pays étudiés, la France, l'Allemagne et les Pays-Bas interdisent les speedelecs sur les pistes cyclables. Ils y sont autorisés en Suisse. En Belgique, la place des speedelecs sur la chaussée est laissée à l'appréciation des collectivités locales.

> Mode encore marginal, le speedelec ne fait pas l'objet d'objectifs de planification spécialement dédiés. Son développement est soutenu dans le cadre de dispositifs d'aides plus larges à la mobilité à vélo ou à VAE 25.

> Les dispositifs d'aides consistent le plus souvent en des aides à l'achat.

> Les demandes des acteurs du secteur se concentrent sur la construction d'infrastructures ainsi que sur l'usage de des voies cyclables qui leur sont parfois interdites (notamment en France)

2.3 L'offre européenne

On peut distinguer deux catégories de véhicules au sein de l'offre européenne. Les speedelecs homologués ont des caractéristiques proches de celles des vélos. Les speedelecs non homologués sont soit des véhicules présentés comme visant un usage récréationnel, soit des véhicules produits en kit, soit des VAE débridés.

a) Les speedelecs homologués

Le positionnement du speedelec sur le marché européen en tant que moyen de transport sportif, dans lequel un effort musculaire est nécessaire détermine les caractéristiques des véhicules vendus. Les speedelecs homologués se caractérisent par un **poids léger**, impliquant une **batterie à l'autonomie limitée et une motorisation de faible puissance**. En nous basant sur la littérature et sur les informations disponibles en ligne, nous avons procédé à l'inventaire des puissances, marques de moteurs et autonomie de batterie des speedelecs en vente sur le marché européen.

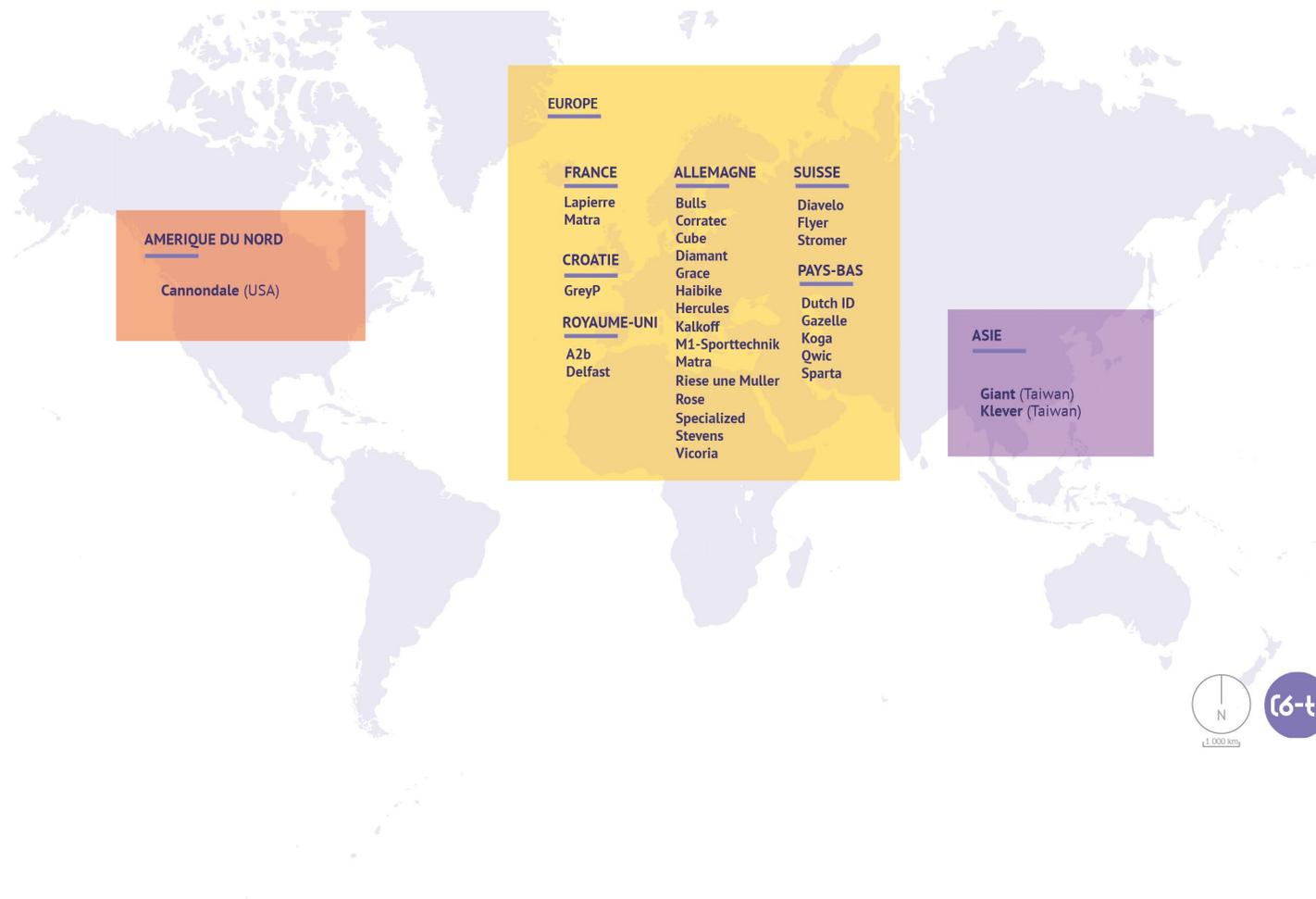
Les constructeurs de speedelecs homologués : un marché en pleine évolution

Nous identifions au total 35 constructeurs de speedelecs. Si certains ne proposent qu'un seul modèle (Victoria, Rose, Qwic, Giant, Cube...), d'autres proposent une gamme variée de vélos (Stromer, Riese und Mueller, Komanda, M1-Sporttechnik...) adaptés à différents publics et contextes. À deux exceptions près (Delfast et GreyP), tous les constructeurs proposent aussi des VAE classiques (25 km/h), ne serait-ce qu'en bridant la puissance de leurs modèles de speedelecs, comme c'est le cas de Klever. En revanche, 12 constructeurs, soit plus d'un tiers de l'ensemble, ne produisent pas de vélos sans assistance électrique.

Dans de nombreux cas, il n'existait pas de catégorie propre aux speedelecs sur les sites et les noms donnés n'indiquaient pas explicitement s'il s'agissait de VAE 25 ou 45 km/h. Bien souvent, la vitesse limite de l'assistance était difficile à trouver sur internet. Le Elec Tec FS de Rose par exemple est visible sur le site du constructeur, mais la description n'indique ni la puissance du moteur ni la vitesse limite, informations qui ont pu être trouvées uniquement sur des sites de revendeurs. Pour un certain nombre de marques, les VAE 45 sont de simples déclinaisons des pedelecs, le véhicule existant dans les deux versions.

Figure 7 : Constructeurs de speedelecs avec assistance au pédalage identifiés

Constructeurs de speedelecs avec assistance au pédalage identifiés (novembre 2019)



En 2017, une étude de marché du speedelec a été menée par par l'AVERE Belgique (ASBE), l'Université de Leuven et la Vrije Universiteit Brussel (VUB) pour le compte du gouvernement flamand (enquête que nous appellerons par la suite « étude de marché flamande »)⁴³. Par rapport à cette dernière, au moment de notre enquête, onze constructeurs qui offraient auparavant des speedelecs ont bridé les moteurs et ne proposent plus que des VAE 25⁴⁴ (voir annexe pour liste complète **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Deux facteurs peuvent l'expliquer :

- Cette évolution peut être due à la clarification apportée à l'entrée en vigueur du règlement du 15 janvier 2013 en 2016 (voir page 23) exigeant une homologation de ces véhicules ;
- Il est possible que certains constructeurs aient choisi d'abandonner un marché jugé encore de niche.

À l'inverse, un certain nombre d'acteurs nouveaux tentent de se positionner sur le marché. Nous avons ainsi repéré WAU⁴⁵, en phase de prototypage et qui propose trois vélos à assistances électriques, dont un speedelec à prix réduit⁴⁶, bridé à 32 km/h (pour correspondre à la limitation américaine sur les VAE). S'ils visent principalement le marché américain, leur site indique qu'ils sont en discussion avec des distributeurs en France et en Allemagne. En outre, selon des articles des Échos de 2017⁴⁷ et de Bike EU⁴⁸ certains constructeurs de motos ou automobiles investissent dans les deux-roues électriques, avec un intérêt pour les VAE type speedelec⁴⁹.

Enfin, le marché du moteur de vélos à assistance électrique, moteurs pour speedelecs inclus, est en plein essor. Si Bosch domine actuellement le marché (et plus encore aujourd'hui qu'en 2017 où ils n'équipaient « que » 46 % des modèles), avec 23 constructeurs sur 33 qui utilisent leurs moteurs, il est probable que le marché s'ouvre à de nouveaux constructeurs, notamment des constructeurs de pièces de véhicules thermiques⁵⁰.

Des caractéristiques techniques proches de celles du vélo

Une assistance systématiquement au pédalier

En dépit d'une législation qui n'interdit pas formellement les accélérateurs au guidon, tous les modèles homologués identifiés sur le marché européen sont des modèles avec **une assistance électrique, située au niveau du pédalier, ne s'activant que lorsque l'utilisateur pédale**. Cette configuration peut s'expliquer par deux raisons principales :

- **L'expérience utilisateur** : Les acteurs du secteur interrogés considèrent que les acheteurs recherchent une expérience « sportive » et seraient opposés à toute option pouvant les

⁴³ Guylian Stevens et al., « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen » (KU Leuven, VUB, ASBE, 2017).

⁴⁴ *Blue label ; Bh Bikes Emotion ; Breezer ; Breezer ; Gepida ; Granville ; KTM ; Moustache Bike ; Neox ; Peugeot ; Raleigh ; Gitane ; Scott ; Winora*

⁴⁵ <https://www.indiegogo.com/projects/wau-the-best-feature-packed-smart-ebike#/>. Site consulté le 25/01/2019.

⁴⁶ \$2559, soient 2255€ au 25/01/2019, soit bien moins cher que la plupart des speedelecs sur le marché, dont les prix commencent à 3000€. Ils font construire en Asie, d'après leur site.

⁴⁷ « Les deux-roues électriques démarrent en France », Les Echos, article en ligne du 11/12/2017, consulté le 25/01/2019, https://www.lesechos.fr/12/11/2017/lesechos.fr/030858215373_les-deux-roues-electriques-demarrent-en-france.htm#xtor=RSS-68.

⁴⁸ « Car Makers Now Actually Entering Electric Two-Wheeler Markets », Bike Europe, article en ligne du 13/11/2018, consulté le 28/01/2019, <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2018/11/car-makers-now-actually-entering-electric-two-wheeler-markets-10134826>.

⁴⁹ On peut ainsi recenser parmi les entreprises à avoir développé un prototype : Skoda (Klement), Fuell (fondée par des anciens d'Alfa Romeo et de la marque de moto Vanguard) (Fluid), Rimac (par le biais de sa filiale GreyP) ou Peugeot.

⁵⁰ « Is E-Bike Motor Market Getting Overcrowded? », Bike Europe, article en ligne du 27/11/2018, consulté le 28/01/2019, <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2018/11/is-e-bike-motor-market-becoming-overcrowded-10134917>.

dispenser de pédaler. Nous testons cette hypothèse lors des entretiens auprès des usagers de speedelecs;

- **Le flou juridique :** Il semble qu'il existe une ambiguïté parmi les constructeurs eux-mêmes quant à la légalité des accélérateurs au guidon. Plusieurs articles en ligne décrivant les différences entre VAE et speedelecs font mention de l'obligation de pédaler comme étant une obligation légale⁵¹ et un producteur de speedelecs avec ce type d'accélérateur, TUCANO, avance cet élément comme une des raisons pour lesquelles ses vélos ne sont pas homologués⁵².

Des puissances dans la partie basse de la fourchette prévue par la réglementation

L'étude de marché menée en Flandre sur la base d'une revue de 50 modèles de speedelecs qui y étaient vendus en 2017, révélait que **73 % des VAE 45 sont équipés de moteurs 350 W et 21 % de 500 W**. Seuls 4 % des moteurs ont des puissances supérieures à 500 W, alors même que la puissance maximale imposée par le législateur est de 4 000 W. Quoique l'enquête ne porte que sur le marché flamand, nous faisons l'hypothèse qu'il est possible d'étendre les caractéristiques techniques décrites à l'ensemble du marché intra-communautaire. Les constructeurs restent donc bien en deçà des limites fixées par la législation.

Rotthier *et al.*⁵³ et les vendeurs interrogés de manière informelle dans le cadre de cette étude l'expliquent par le **positionnement du speedelec**, qui se veut plus proche du vélo que du scooter. La limitation de la puissance des moteurs a une **influence sur les vitesses de croisière** des trajets en speedelec. Elle contribue à expliquer que les usagers des speedelecs atteignent rarement les 45 km/h et que les vitesses varient en fonction de la pente de la route et des conditions de conduite (voir page 47).

Une autonomie limitée par le poids des batteries

Il n'existe pas de réglementation relative à l'autonomie des batteries. Cette dernière est cependant limitée de fait par leur poids. Afin de conserver un véhicule léger (les modèles de vélo étudiés pesaient entre 19 et 33 kg, le poids maximum pour relever du standard de sécurité propre au speedelec étant, rappelons-le, de 35 kg⁵⁴), les constructeurs cherchent à limiter la puissance des batteries. Toujours selon l'étude de marché flamande, la capacité des batteries de **60 % des vélos sur le marché est comprise entre 400 et 500 Wh**, ce qui équivaut à une trentaine de kilomètres d'autonomie en conditions de conduite difficile. Ces éléments éclairent les résultats de l'enquête de 2016 de De Bruijne⁵⁵, dans laquelle la moitié des usagers réalisant des trajets de plus de 25 km limitaient leur vitesse afin d'économiser leur batterie.

b) Un coût d'usage comparable à celui des scooters thermiques

Le prix des modèles de speedelecs standards étudiés en Flandre était compris entre 2 800 et 7 900 euros. 41 % des modèles coûtaient entre 3 000 € et 4 000 €, 26 % entre 4 000 € et 5 000 €, 20 % coûtaient plus de 5 000 €. Au-delà du coût d'achat, les **coûts d'usage** varient en fonction du modèle. L'étude de marché

⁵¹ « E-bike power: throttle vs pedal-assist » Bike Radar, article en ligne du 21/06/2016, consulté le 01/02/2019, <https://www.bikeradar.com/commuting/gear/article/e-bike-power-throttle-vs-pedal-assist-47319/>.

⁵² http://tucanobikes.net/epages/ec7559.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ec7559/Products/%22Monster%2026%22, site visité le 31/01/2019

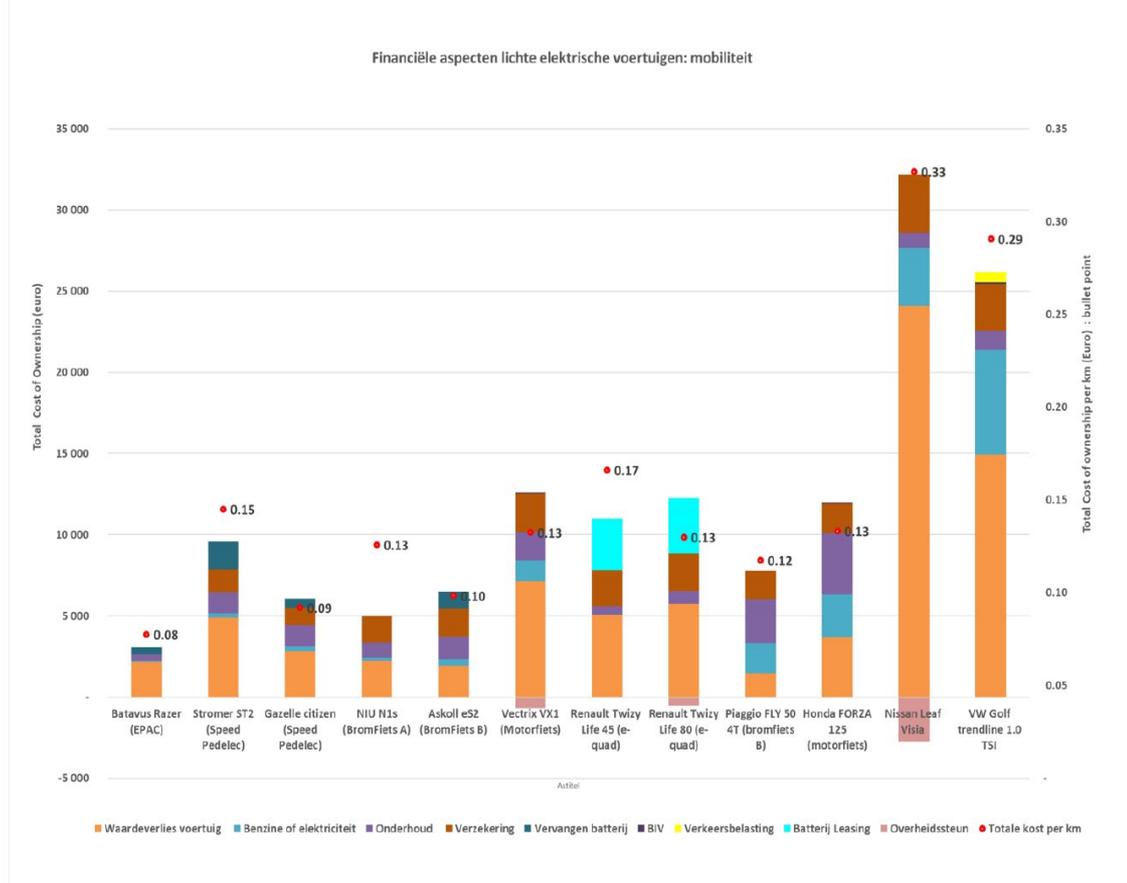
⁵³ Rotthier, Bram, Guylian Stevens, Lisa Dikomitis, Bart Huyck, Emilia Motoasca, et Jan Cappelle. 2017. « Typical Cruising Speed of Speed Pedelecs and the Link with Motor Power as a Result of a Belgian Naturalistic Cycling Study ». In . <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/468967>.

⁵⁴ Voir la section sur la réglementation, page 12.

⁵⁵ Bruijne, RJ de. 2016. « Revolutie of risico : Een onderzoek naar de verkeersveiligheidsaspecten van de speed pedelec. » Stageonderzoek. De Bilt: Grontmij. <http://docplayer.nl/31744149-Revolutie-of-risico-een-onderzoek-naar-de-verkeersveiligheidsaspecten-van-de-speed-pedelec.html>. Voir en annexe pour un descriptif de l'étude.

flamande sur les véhicules électriques légers (VEL) inclut une estimation du coût total de possession (TCO) de différents véhicules, dont des speedelecs et des véhicules thermiques (Erreur ! Source du renvoi introuvable. Tableau 8). Elle révèle que le TCO/km peut varier presque du simple au double en fonction du modèle choisi, en particulier en raison du coût de remplacement de la batterie, la durée de vie de cette dernière étant inférieure à celle du véhicule. Ainsi, le Stromer ST2, au moteur puissant et à la batterie au remplacement onéreux, coûte plus de 9 000 € sur sa durée d'usage, contre 6 000 € pour la Gazelle Citizen, à la consommation plus réduite et à la batterie plus facilement remplaçable.

Figure 8 : Total cost of ownership (TCO) de différents moyens de mobilité aux Pays-Bas



Aide à la lecture du tableau ci-dessus :

- Waardeverlies voertuig : dépréciation du véhicule ; benzine of elektriciteit : essence ou électricité ; onderhoud : entretien ; verzekering : assurance ; vervangen batterij : remplacement de la batterie ; batterij leasing : location de la batterie ; overheidssteun : subvention ; BromFiets A : scooter 50 cc limité à 25 km/h en Belgique ; BromFiets B : scooter 50 cc limité à 45 km/h ; Motorfiets : moto.
- Hypothèses de distances parcourues par an : Batavus Razer (pedelec 25 km/h) et NIU N1s : 6 000 km ; speedelecs, Askoll eS2, Twizy 45 et Piaggio : 11 000 km ; Vectrix, Twizy 80, Honda Forza, Nissan Leaf et VW Golf : 15 000 km.

Source : Stevens, Guylian, Bram Rotthier, Annick Roetyncx, Thierry Coosemans, et Jan Cappelle. « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen ». KU Leuven, VUB, ASBE, 2017.

Si les speedelecs sont très compétitifs par rapport à la voiture, tant thermique qu'électrique, leur performance par rapport aux deux-roues motorisés dépend du modèle choisi. Ramené au nombre de kilomètres parcourus, le Stromer ST2 est le plus cher des deux-roues motorisés. Si son TCO est plus faible que celui des Renault Twizy et des scooters 125cc ou équivalents, destinés à parcourir plus de kilomètres, il se place mal par rapport aux autres véhicules avec lesquels il est censé être en concurrence, à savoir les scooters limités à 45 km/h (l'Askoll eS2 et le Piaggio FLY 50). À l'inverse, le modèle Gazelle Citizen Speed est plus économique et n'est battu que par les véhicules très légers à savoir le Batavus Razer (limité à 25 km/h) et le NIU N1s (limité à 25 km/h en Belgique, 45 km/h en France).

c) Un marché plus secondaire, les speedelecs non homologués

Les speedelecs avec accélérateur au guidon

Nous n'avons pas trouvé de speedelecs avec accélérateur au guidon dans les réseaux de vente classiques. La plupart sont vendus en ligne, sur des sites de ventes génériques tels que Amazon. Plus souvent que les speedelecs standards, ils sont fabriqués en Chine ou en Amérique du Nord. Leurs caractéristiques indiquent qu'ils ont été conçus pour un usage récréatif : ce sont dans la plupart des cas des VTT, voire des « fatbikes »⁵⁶. Ils sont en moyenne plus puissants que les autres speedelecs, proposant généralement des moteurs de 1000 W. Alors que le moteur central Bosch domine le marché du speedelec standard, les speedelecs avec accélérateur au guidon ont souvent des moteurs qui sont propres à la marque et sont installés dans la roue arrière du vélo.

Tableau 4 : Constructeurs de speedelecs avec assistance au guidon

| Marque | Puissance (W) | Vitesse maximale | Type | Prix (€) | Siège social du constructeur |
|-----------|---------------|------------------|----------------|-----------|------------------------------|
| Lankelisi | 240 | 30 km/h | Route | 1700 | Inconnu |
| Extrbici | 1000 | 50 km/h | Fatbike | 1900 | Inconnu |
| Richbit | 1000 | 42 km/h | Fatbike | 1400 | Chine |
| Teo | 350 | 32 km/h | Fatbike ou VTT | 2100-3200 | Canada |
| Tucano | 500-1000 | 33-42 km/h | Fatbike | 1800 | Espagne |

Dans la plupart des cas, ils n'ont pas été homologués⁵⁷, sans être pour autant illégaux. Ces véhicules exploitent une faille de la législation européenne qui prévoit que les véhicules n'ayant pas vocation à être utilisés sur la voie publique n'ont pas à être homologués — et peuvent donc passer par le régime d'autocertification⁵⁸. Cependant, la loi dans la plupart des pays européens spécifie que les véhicules non-homologués ne peuvent rouler sur la route. Ils doivent circuler sur des terrains prévus à cet effet : voies privées, terrain d'entraînement⁵⁹. Le consensus au sein de la profession est cependant que les usagers suivent rarement cette interdiction. En outre, tous les sites de vente en ligne ne communiquent pas

⁵⁶ VTT avec pneus surdimensionnés destinés à rouler dans du sable ou de la neige

⁵⁷ Voir section sur la législation, page 12.

⁵⁸ « 'Off-Road' Legal Loophole Plugged; No Non-Type-Approved E-MTBs » Bike Europe, article en ligne du 20/09/2018, consulté le 31/01/2019, <https://www.bike-eu.com/laws-regulations/nieuws/2018/09/off-road-legal-loophole-plugged-no-non-type-approved-e-mtbs-10134561>

⁵⁹ <https://www.maif.fr/conseils-prevention/la-route/reglementation/vehicule-non-homologues.html>, site consulté le 31/01/2019

clairement auprès des acheteurs : si certains explicitent l'absence d'homologation de leur véhicule et les conséquences⁶⁰, d'autres présentent à tort ces véhicules comme étant adaptés à tous les usages.

Les speedelecs en kit

Les speedelecs en kit constituent une deuxième source de speedelecs non homologués. Il est en effet possible d'équiper un vélo « normal » d'un moteur, d'une batterie et du reste de l'électronique nécessaire pour en faire un vélo électrique dépassant les 25 km/h. L'avantage de ces kits est leur prix, qui va de 600 € à 1000 €, sans compter le prix de la batterie (qui va lui-même de 500 € à 1000 €). Même en prenant en compte le coût du vélo, le prix total est bien en deçà de celui d'un speedelec préassemblé. C'est en outre un moyen de personnaliser son vélo en lui associant les caractéristiques peu disponibles sur le marché⁶¹, par exemple un accélérateur au guidon.

Différentes formes de kits existent, permettant une variété de design : un vélo avec assistance au pédalier ou accélérateur au guidon, moteur au centre ou dans la roue du vélo. Les monter peut exiger plusieurs heures de travail et certaines compétences techniques. Des communautés d'entraide existent autour de ces kits⁶².

Ces kits sont en vente sur de nombreux sites internet, dont certains se sont spécialisés dans ce type de produit⁶³. Les vélos fabriqués en kit ne sont pas homologués et ne peuvent être conduits sur la voie publique. Le principal producteur de tels kits — BionX — a déposé le bilan en octobre 2018.

Les VAE débridés

Ils constituent la troisième catégorie de speedelecs non homologués. **Des kits de débridage des moteurs permettent de transformer des VAE en speedelecs.** Certains kits permettent même, en partant d'un speedelec, d'aller à des vitesses de près de 65 km/h (selon les vendeurs). Ils fonctionnent soit en perturbant les détecteurs qui bloquent l'assistance au-delà d'une certaine vitesse, soit en prenant contrôle de l'électronique du vélo, via des câbles et une application pour smartphone dédiée. Nous avons trouvé des sites en français, anglais et allemand proposant ces kits pour des tarifs allant de 100 € à 400 €. Là encore, **le vélo n'est plus homologué** après avoir été débridé. De telles modifications ont en outre **pour inconvénient d'user prématurément** des vélos qui n'ont pas été conçus pour supporter de telles vitesses⁶⁴.

⁶⁰ Tucano prévient ainsi ses acheteurs que ces vélos ne sont pas homologués, ne sont pas autorisés sur la voie publique et doivent être limités à des utilisations dans des espaces privés, à moins que l'acheteur ne souhaite faire lui-même homologuer l'engin avant de passer le processus d'immatriculation :

http://tucanobikes.net/epages/ec7559.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/ec7559/Products/%22Monster%2026%22, site visité le 31/01/2019

⁶¹ <https://electrifiant.com/fabriquer-velo-electrique/>

⁶² Voir par exemple :

- En anglais : <https://www.pedelecs.co.uk/forum/categories/conversion-kits.52/>,
- En français : <https://electrifiant.com/debrider-velo-electrique/>
- En allemand : <https://www.drahtesel.or.at/e-bike-umruestkits/>

⁶³ Voir par exemple : <http://www.cycloboost.com/>, <https://www.lift-mtb.com/>, ou <https://www.add-e.at/>, sites consultés le 01/02/2019.

⁶⁴ <https://www.lemarcheduvelo.com/blog/les-dangers-du-debridage-sur-un-velo-assistance-electrique/>, site consulté le 31/01/2019.

Synthèse

Deux marchés pour le speedelec

> Le marché du speedelec compte deux composantes principales : les speedelecs homologués d'une part et les speedelecs non homologués d'autre part.

> Parmi les speedelecs homologués, le cout total d'usage sur la durée de vie du véhicule varie entre 6000 et 9000 €.

> Les speedelecs non homologués sont des speedelecs avec accélérateur au guidon, en kit ou des VAE débridés

2.4 La demande européenne

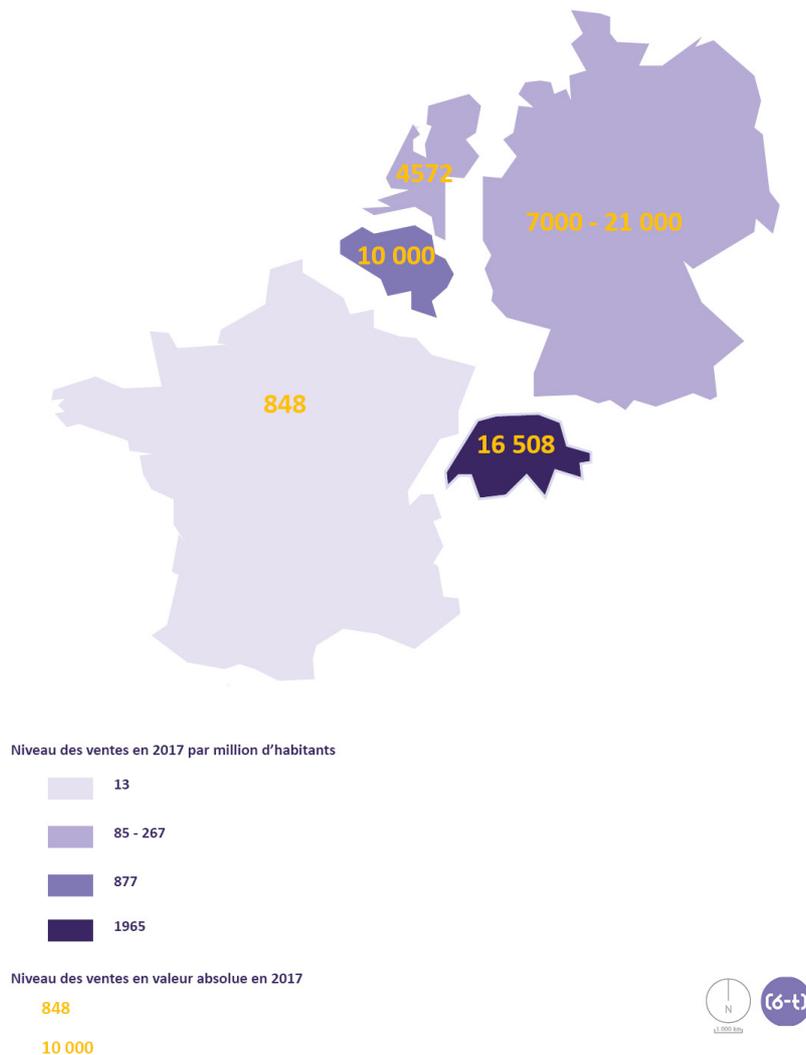
Avec des ventes encore marginales et un prix de vente élevé, le speedelec constitue un bien de luxe à l'échelle européenne. Ses usages sont centrés autour des trajets domicile-travail.

a) Chiffre de vente : des ventes encore marginales

Tous les pays recensés ne disposaient pas de données de ventes des speedelecs sur leur territoire. Il est cependant cohérent de faire l'hypothèse que les pays où les chiffres ne sont pas publiés sont ceux où l'usage d'un tel mode est le plus marginal.

Figure 9 : Ventes de speedelecs dans les principaux marchés européens

Ventes de speedelecs en 2017 en valeur absolue et rapportées à la population dans les principaux marchés européens



En Europe, les speedelecs n'ont pas nécessairement émergé dans les pays où la part modale du vélo est la plus forte (Tableau 6) mais dans ceux où les VAE étaient déjà bien implantés (Tableau 5) et à revenus élevés. L'Allemagne et le Danemark, qui sont respectivement en deuxième et troisième place en termes de part modale du vélo, ont des ventes de speedelecs bien plus faibles que la Belgique ou la Suisse, ramenées au nombre d'habitants. À ce titre, le faible succès actuel du speedelec en France est cohérent avec le volume des ventes des vélos électriques dans le pays.

En revanche, de fortes ventes de VAE n'impliquent pas systématiquement un succès du speedelec : l'Autriche et la Suède ont toutes deux un marché du speedelec confidentiel. Dans le cas de l'Autriche, une piste d'explication est la forte proportion de VTT parmi les VAE, qui augmenterait artificiellement les ventes de ces derniers. Quant à la Suède, les chiffres de ventes de VAE très élevés qu'on y constate sont sans doute liés à un niveau d'aide publique important, qui fausse l'état réel de maturité du marché.

À ces données d'immatriculation, il faut ajouter les speedelecs non immatriculés. En France, selon Cyclable⁶⁵, leur nombre serait du même ordre que le nombre de speedelecs immatriculés.

Tableau 5 : Ventes de VAE, speedelecs et cyclomoteurs dans les pays d'Europe de l'ouest (trié par ordre décroissant des ventes de VAE ramenées à la population – sources disponibles en annexe)

| Pays | Ventes speedelecs (vol) (2017) | Ventes VAE (vol, milliers) (2017) | Ventes vélos (vol, en milliers) (2017) | Ventes speedelecs / ventes VAE (%) (2017) | Ventes speedelecs / ventes vélos (%) (2017) | Ventes VAE / ventes vélo (%) (2017) |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|
| Suisse (1) | 16 508 | 88 | 338 | 20% | 4,8% | 25% |
| Belgique | 10 000 | 190 | 475 | 5,3% | 2,1% | 40% |
| Pays-Bas | 4 572 | 409 | 957 | 1,5% | 0,4% | 31% |
| Allemagne (2) | 7 000 - 21000 | 720 | 3 850 | 1-3% | 0,2% - 0,5% | 19% |
| France (3) | 848 | 255 | 2 782 | | 0,03% | 9% |
| Autriche | | 120 | 416 | | | 29% |
| Suède | | 100 | 526 | | | 19% |
| Danemark | | 39* | 510 | | | 9% |
| Italie | | 148 | 1688 | | | 9% |
| Espagne | | 72 | 1116 | | | 6% |
| Finlande | | 8 | 300* | | | 1% |
| Royaume-Uni | | 62,5 | 3 100 | | | 2% |
| Irlande | | 3 | 225* | | | 1% |

* Chiffres datant de 2016

(1) Part modale en étapes et non pas en déplacements

(2) Chiffres variables sur les speedelecs

(3) Pour la France, les chiffres concernant les speedelecs correspondent au nombre d'immatriculation. Ils sont donc sous-évalués par rapport au nombre réel de speedelecs en circulation

⁶⁵ Entretien mené par 6t

Tableau 6 : Ventes de VAE, speedelecs et cyclomoteurs dans les pays d'Europe de l'ouest et part modale (trié par ordre décroissant des ventes de VAE ramenées à la population – sources disponibles à l'annexe 3)

| Pays | Ventes speedelecs (par million d'habitants) | Ventes VAE (par million d'habitants) | Ventes cyclomoteurs (par million d'habitants) | Part modale du vélo | Date de la part modale |
|----------------------|---|--|--|------------------------|---------------------------|
| Suisse (1) | 1 965 | 10 476 | 2 143 | 7% | 2015 |
| Belgique | 877 | 16 667 | 1 667 | 8% | 2012 |
| Pays-Bas | 267 | 17 193 | 5 088 | 25% | 2018 |
| Allemagne (2) | 85-254 | 8 696 | 399 | 12% | 2016 |
| France (3) | 13 | 3 800 | 1 595 | 3% | 2009 |
| Autriche | / | 13 636 | 1 773 | 9% | 2010 |
| Suède | / | 10 000 | / | 7% | 2006 |
| Danemark | / | 6 724* | 2 138 | 16% | 2016 |
| Italie | / | 2 442 | 429 | 4% | 2015 |
| Espagne | / | 1 545 | 466 | / | / |
| Finlande | / | 1 455 | 1 255 | 6% | 2011 |
| Royaume-Uni | / | 947 | 121 | 2% | 2017 |
| Irlande | / | 625 | 33 | 7% | 2016 |

* Chiffres datant de 2016

(1) Part modale en étapes et non pas en déplacements

(2) Chiffres variables sur les speedelecs

(3) Pour la France, les chiffres concernant les speedelecs correspondent au nombre d'immatriculation. Ils sont donc sous-évalués par rapport au nombre réel de speedelecs en circulation

b) Premiers éléments sur les utilisateurs : un public masculin et aisé

Les caractéristiques sociodémographiques identifiées dans l'état de l'art des utilisateurs de speedelecs donne des résultats relativement homogènes (Tableau 7). Les utilisateurs des enquêtes sont très majoritairement des hommes entre 40 ans et l'âge de la retraite. Certains indices relevés dans différentes études suggèrent que les utilisateurs de speedelecs sont aussi plus éduqués et plus aisés que la moyenne. L'étude d'Ecoplan / Transitec⁶⁶ constate ainsi que, en Suisse, ils ont plus fréquemment poursuivi des études supérieures et ont des revenus plus élevés que les acheteurs de pedelecs. En comparaison, les utilisateurs de pedelecs sont à la fois plus âgés et plus souvent des femmes. Ainsi, en Suisse, en 2014⁶⁷, 31 % des détenteurs de VAE 25 avaient 65 ans ou plus et 52 % étaient des femmes. Aux Pays-Bas en 2014, 50 % des utilisateurs de pedelecs étaient des femmes, 37 % avaient plus de 60 ans et 27 % avaient moins de 30 ans⁶⁸.

⁶⁶ Transitec. 2017. « Vélos électriques – effets sur le système de transports ». Projet de recherche SVI 2014/003 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI). Office fédéral des routes Suisse.

⁶⁷ Transitec, « Vélos électriques — effets sur le système de transports ».

⁶⁸ 6t-bureau de recherche, 2015, *Le vélo à assistance électrique : un nouveau mode métropolitain ?* 44 pages.

Tableau 7 : caractéristiques socio-économiques des usagers de speedelecs dans la littérature (sources disponibles à l'annexe 2)

| Pays | Étude | Date des données | Nombre d'enquêtés ou source | % d'hommes | Âge des utilisateurs |
|----------|---------------------|------------------|-------------------------------|------------|---|
| Suisse | Ecoplan / Transitec | 2014 | 425 | 65 | <ul style="list-style-type: none"> • 65 % > 44 ans ; • 9 % > 64 ans |
| | Hertach | 2016 | 1156 | 60 | <ul style="list-style-type: none"> • 93 % > 35 ans ; • 11 % > 64 ans |
| Pays-Bas | De Bruijne | 2016 | 115 | 86 | <ul style="list-style-type: none"> • 81 % > 39 ans ; • 1 % > 70 ans |
| | Hendriks | 2016 | 222 | 81 | <ul style="list-style-type: none"> • 91 % > 35 ans ; • 0,5 % > 65 ans |
| | SWOV | 2017 | Registre des immatriculations | | <ul style="list-style-type: none"> • 87 % > 40 ans |
| Belgique | Rotthier | 2016 | 79 | 80 | <ul style="list-style-type: none"> • 73 % > 40 ans ; • 0 % > 65 ans |

La faible ampleur des enquêtes à disposition et les biais liés à leurs objet d'étude peuvent inviter à s'interroger sur la fiabilité des résultats qu'il est possible d'en tirer en ce qui concerne les profils des usagers. Ainsi, dans certaines études, l'absence des retraités pourrait être due à l'objet de l'enquête lui-même (celles d'Hendriks⁶⁹ et de Rotthier⁷⁰ portent spécifiquement sur les personnes qui utilisent un speedelec pour leurs trajets domicile-travail) ou à des biais de recrutement des enquêtés (l'enquête de de Bruijne⁷¹ a été diffusée via les réseaux sociaux, ce qui limite la probabilité de trouver des personnes âgées). Cependant, les enquêtes au design plus rigoureux (l'enquête Ecoplan⁷² et celle menée par Hertach⁷³), confirment la faible présence des jeunes et des retraités parmi les usagers.

Ce questionnement est plus délicat au sujet du genre des usagers. Si la surreprésentation des hommes est confirmée par l'ensemble des études, celle-ci est plus prononcée dans les études portant sur la Belgique et les Pays-Bas que dans celles portant sur la Suisse. Si cet écart peut être dû aux biais de sélection de certaines enquêtes, il est aussi possible d'y voir l'indice d'un meilleur équilibre femme-homme si l'utilisation des speedelecs se démocratise. En effet, la prévalence de ce mode est bien plus forte en Suisse que dans les deux autres pays où la part des femmes parmi les usagers est plus faible.

⁶⁹ Hendriks, Babet. 2017. « Moving on to the Active Modes. A Research on the Potential of Speed Pedelecs Becoming a Major Mode in Commuter Traffic ». Nijmegen, NL: Radboud. <https://theses.ubn.ru.nl/handle/123456789/5404>.

⁷⁰ Rotthier, Bram, Guylian Stevens, Lisa Dikomitis, Bart Huyck, Emilia Motoasca, et Jan Cappelle. 2017. « Typical Cruising Speed of Speed Pedelecs and the Link with Motor Power as a Result of a Belgian Naturalistic Cycling Study ». In . <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/468967>.

⁷¹ Bruijne, RJ de. 2016. « Revolutie of risico: Een onderzoek naar de verkeersveiligheidsaspecten van de speed pedelec. » Stageonderzoek. De Bilt: Grontmij.

⁷² Transitec. 2017. « Vélos électriques – effets sur le système de transports ». Projet de recherche SVI 2014/003 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI). Office fédéral des routes Suisse.

⁷³ Hertach, Patrizia, Andrea Uhr, Steffen Niemann, et Mario Cavegn. 2018. « Characteristics of single-vehicle crashes with e-bikes in Switzerland ». Accident Analysis & Prevention 117 (août): 232-38.

c) Des usages spécifiques, une réglementation générique

Un usage centré sur les trajets domicile-travail sur des distances relativement élevées

Même les enquêtes qui ne sont pas centrées spécifiquement sur les personnes qui empruntent les speedelecs pour les trajets domicile-travail relèvent l'importance de ce motif (Tableau 8). L'enquête d'Ecoplan, basée sur les registres d'immatriculation et les revendeurs, révèle que **plus de la moitié des propriétaires utilisent leur speedelec principalement pour des motifs professionnels** et que seulement un cinquième les utilisent comme activité de loisir en soi. Par comparaison, toujours selon la même étude, seuls 28 % des propriétaires de pedelecs utilisent ces derniers principalement comme moyen de se rendre à leur travail.

De manière cohérente avec un usage domicile-travail, les speedelecs sont **utilisés régulièrement**. Deux enquêtes estiment que près de 60 % des enquêtés les utilisent quatre fois ou plus par semaine. Ils sont en outre utilisés pour des distances domicile-travail relativement élevées, bien que les résultats sur ce point diffèrent considérablement en fonction des enquêtes, ce qui peut s'expliquer par des contextes nationaux différents. Ainsi, les distances parcourues dans les études portant sur les Pays-Bas sont plus longues que celles mentionnées dans le contexte Suisse : cela peut être dû à la plus grande pratique du vélo dans ce pays.

Seule l'enquête Ecoplan, portant sur la Suisse, fait une comparaison directe entre VAE 25 et speedelecs. Elle souligne que les **distances parcourues sont supérieures à celles parcourues en VAE 25** pour les mêmes motifs : 50 % des trajets réalisés avec ces derniers font entre 1 et 5 km, contre seulement 18 % de ceux réalisés en speedelecs.

Tableau 8 : Caractéristiques de l'utilisation des speedelecs (sources en annexe 2)

| Étude | Date | Nombre d'enquêtés | Motif (part des répondants utilisant le speedelec pour...) | Fréquence d'utilisation pour motif travail (jour/ semaine) | Distances domicile-travail | Modes utilisés auparavant |
|-------------------------------------|------|-------------------|--|--|--|---|
| Ecoplan / Transitec (Suisse) | 2014 | 425 | <ul style="list-style-type: none"> • travail : 54 % • loisirs : 21 % Rq : une seule réponse possible | <ul style="list-style-type: none"> • 62 % 4 à 7 j/s • 31 % 2 à 3 j/s | <ul style="list-style-type: none"> • 45 % > 10 km • 12 % > 20 km | Distances : <ul style="list-style-type: none"> • Véhicule motorisé : 54 % des km |
| De Bruijne (Pays-Bas) | 2016 | 115 | <ul style="list-style-type: none"> • travail : 90 % • loisirs : 25 % | Moyenne : 4 j/s <ul style="list-style-type: none"> • 59 % 4 à 7 j/s • 35 % 2 à 3 j/s | Moyenne : 21 km | Trajets DT : <ul style="list-style-type: none"> • VP : 66 % • Vélo : 33 % |
| Hendriks (Pays-Bas) | 2016 | 222 | <ul style="list-style-type: none"> • travail : 100 % • autres motifs : 71 % | Moyenne : 3,5 j/s | <ul style="list-style-type: none"> • 92 % > 10 km • 53 % > 20 km | Trajets DT : <ul style="list-style-type: none"> • VP : 59 % • Vélo ou VAE : 23 % • TC : 12 % |
| Rotthier (Belgique) | 2016 | 79 | | | <ul style="list-style-type: none"> • 96 % > 10 km • 71 % > 20 km | |

Enfin, ces trajets se font la plupart du temps en remplacement de trajets réalisés en voiture. L'étude Transitec indique un report modal de 54 %. Sur le segment des trajets domicile travail, De Bruijne indique que 66 % des trajets étaient auparavant réalisés en voiture contre 33 % en vélo. Sur ce même segment, Hendriks montre que 59 % des trajets étaient réalisés en voiture, 23 % en vélo et 12 % en transport en commun.

Des vitesses à cheval entre vélo et cyclomoteurs

Le Tableau 9 récapitule les vitesses relevées dans les différentes études portant sur des mesures empiriques de déplacements réalisés en speedelecs. Elles sont issues soit de relevés GPS ou de détecteurs de vitesse embarqués sur des speedelecs en situation de conduite, soit de mesures effectuées à l'aide de captures vidéo dans certaines villes.

Tableau 9 : Vitesses de speedelecs relevées (sources en annexe 2)

| Auteurs | Date d'acquisition des données | Vitesse moyenne trajet (km/h) | Vitesse plat (km/h) | Vitesse montée / descente (km/h) | Pays |
|--|--------------------------------|-------------------------------|---|--|-----------|
| German Naturalistic Cycling Study | 2012 | 25 | 26 | <ul style="list-style-type: none"> • Montée : 22 • Descente : 28 | Allemagne |
| Transitec | 2015 | | Urbain : 33 | Montée : 27 | Suisse |
| SigmaPlan | 2015 | | Urbain : 35 | <ul style="list-style-type: none"> • Montée : 25 • Descente : 30 | Suisse |
| De Bruijne | 2016 | 30 | <ul style="list-style-type: none"> • Urbain : 33 • Hors urbain : 35 | | Pays-Bas |
| SWOV 2016 | 2016 | 30 | | | Pays-Bas |
| SWOV 2017 | 2017 | | <ul style="list-style-type: none"> • Piste cyclable : 29 • Route : 32 | | Pays-Bas |
| Rotthier | 2016 | | <ul style="list-style-type: none"> • 350W : 34 • 500W : 39 | | Belgique |

Les résultats pour les vitesses de croisière sur du plat sont globalement convergents, toutes les valeurs sur route étant concentrées entre **33 et 39 km/h**, à l'exception de ceux de l'étude allemande, qui se situe bien en deçà, à 26 km/h. Cette différence peut tenir à plusieurs éléments. D'abord à la **méthode d'enregistrement des vitesses**, qui n'est pas faite par GPS, mais par un détecteur installé sur la roue avant, ce qui peut rendre plus difficile la détection des moments d'arrêts devant être écartés de l'analyse afin d'estimer une vitesse de croisière. Ceci peut aussi être dû à **l'époque de réalisation de l'enquête** : la puissance de l'assistance fournie par les speedelecs et la durée des batteries⁷⁴ ont augmenté depuis 2016, année de la réalisation de l'enquête, permettant des vitesses plus élevées. Les différences de vitesse observées par Rotthier et *al.* en 2017 entre utilisateurs empruntant un speedelec avec une puissance de 350 W et de

⁷⁴ De Bruijne souligne observait ainsi en 2016 que plus de la moitié des usagers réalisant des trajets de plus de 25 km limitaient leur vitesse afin d'économiser leur batterie.

500 W soutiennent cette hypothèse. Enfin, il n'est pas impossible que les largeurs de pistes cyclables en Allemagne soient moins favorables au déplacement que dans les autres pays enquêtés, ce qui aurait une influence sur les vitesses observées. Nous retiendrons donc les vitesses des autres études pour les analyses ultérieures.

Avec une vitesse moyenne comprise entre 33 et 39 km/h, les speedelecs vont donc **plus vite que des vélos classiques**. Ces vitesses représentent également une nette augmentation par rapport aux VAE limités à 25 km/h, comme le montrent les relevés effectués par Transitec et Sigmaplan (voir Figure 10 Erreur ! Source du renvoi introuvable.). L'écart de vitesse entre pedelecs 25 km/h et vélos classiques est relativement faible sur du plat et plus encore en descente, l'avantage comparatif des pedelecs en termes de vitesse se trouvant très nettement dans les montées. À l'inverse, même sur du plat, les vitesses atteintes par les speedelecs sont supérieures de 6 km/h à 9 km/h à celles des vélos classiques.

Figure 10 : Vitesses des speedelecs dans la littérature. Source : enquêtes Transitec et Sigmaplan

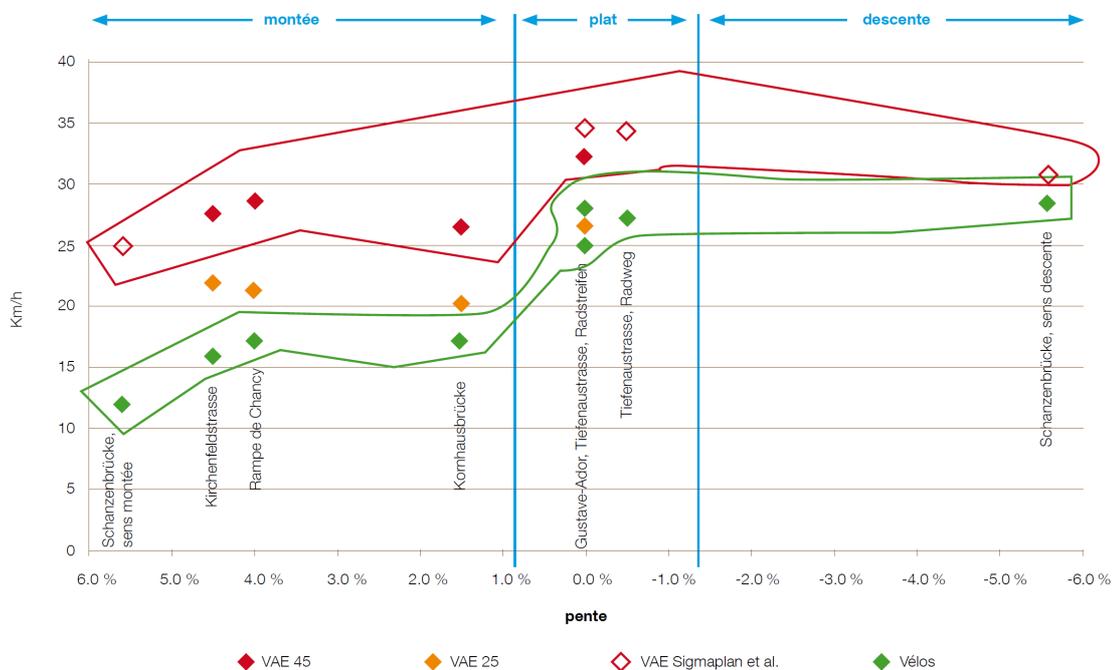


Fig. 4 : Synthèse des vitesses moyennes observées (Source : enquêtes de terrain Transitec et Sigmaplan)

Les speedelecs sont toutefois loin d'atteindre leur vitesse maximale théorique de 45 km/h et plafonnent à un peu moins de 40 km/h. Ces résultats sont corroborés par les témoignages d'utilisateurs, lesquels observent qu'il est souvent difficile d'atteindre les 45 km/h à l'aide d'un speedelec⁷⁵. Dans l'enquête par questionnaire de Hendriks⁷⁶, seuls 7% des répondants déclarent que leur vitesse moyenne en speedelec est supérieure à 40 km/h. La plupart des enquêtés déclarent des vitesses moyennes comprises entre 30 et 40 km/h, 49 % déclarant des vitesses entre 31 et 35 km/h, 25 % entre 36 et 40 km/h. En termes de vitesse, les speedelecs

⁷⁵ Voir par exemple ce test : <https://www.fietsersbond.nl/de-fiets/fietssoorten/speed-pedelec/wat-is-een-speed-pedelec/>

⁷⁶ Enquête auprès de 222 utilisateurs de speedelecs. Babet Hendriks, « Moving on to the Active Modes. A Research on the Potential of Speed Pedelecs Becoming a Major Mode in Commuter Traffic » (Radboud, 2017), <https://theses.uhn.ru.nl/handle/123456789/5404>.

ne correspondent donc ni au profil des vélos, ni à celui des cyclomoteurs avec lesquels ils sont pourtant assimilés dans les codes de la route de la plupart des pays européens.

Une réglementation en débat

Face à ces usages très spécifiques, la réglementation ne semble pas avoir encore trouvé de réponse stable et est sujette à de nombreuses discussions. Deux points font particulièrement débat : la circulation des speedelecs sur les pistes cyclables et les cohabitations avec les bus.

À propos des **pistes cyclables**, l'étude De Bruijne déjà mentionnée montre que la vitesse des speedelecs est inférieure à celle des cyclomoteurs. L'auteur estime en conséquence que les speedelecs ne devraient pas être contraints de se mêler au trafic automobile en milieu urbain et devraient être autorisés à rouler sur les pistes cyclables lorsqu'ils sont en ville. L'auteur fait valoir que l'interdiction de rouler sur les pistes cyclables représentait un frein important au développement des speedelecs.

À cet argument s'oppose celui selon lequel les comportements des speedelecs et des vélos ne sont pas compatibles. L'étude de Transitec déjà mentionnée a par exemple pu établir que les VAE réalisaient deux fois plus souvent des dépassements d'autres vélos (et les speedelecs trois à quatre fois plus), même dans des situations où de tels dépassements exigeaient de sortir de la piste cyclable. Noter étude qualitative (ci-après) soulève la même tension, ce qui nous semble plaider pour une réglementation souple.

La **circulation sur les voies de bus** fait également débat. Fabian Schwab de l'association Vélo Conférence, en Suisse, soulignait en entretien que la cohabitation et la compréhension des usages sur les voies de bus constituent un problème particulièrement sensible. Bien que considérés comme des cyclomoteurs, **les VAE45 sont en effet tolérés sur les voies de bus sous certaines conditions**. Cette situation a entraîné les autorités suisses à engager une réflexion sur l'élargissement de la chaussée.

À cette question de réglementation pure s'ajoute un problème de **respect de la légalité** par les conducteurs de speedelecs. Bien que réglementés comme des cyclomoteurs, il semble que les utilisateurs de speedelecs continuent à agir sur la route d'une manière similaire à celle des cyclistes. Une étude de Schleinitz et al.⁷⁷ portant sur les comportements à risque des usagers de vélos en Allemagne sur un mois en 2012 montre ainsi qu'il n'existe pas de différence significative du taux de respect des feux rouges selon que le cycliste utilise un speedelec, un pedelec ou un vélo classique. De même, une étude SWOV menée en 2017⁷⁸, après le changement de réglementation imposant aux speedelecs de conduire sur la chaussée a montré que 23 % du total des distances parcourues par les speedelecs l'étaient sur une piste cyclable.

⁷⁷ Katja Schleinitz et al., « (E-)Cyclists running the red light – The influence of bicycle type and infrastructure characteristics on red light violations », *Accident Analysis & Prevention* 122 (1 janvier 2019): 99-107, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.10.002>.

⁷⁸ Stelling-Konczak, A., S. Wesseling, J. de Groot-Mesken, et W. Vlakveld. 2017. « Speed-pedelec op de rijbaan, observatieonderzoek ». R-2017-13. Den Haag: SWOV. <https://www.swov.nl/publicatie/speed-pedelec-op-de-rijbaan>.

Synthèse

Une demande spécifique en termes de sociologie et d'usage

- > Les ventes de speedelecs sont marginales mais connaissent un fort essor, notamment en Belgique en Suisse et au Pays-Bas.
- > Le speedelec s'adresse pour l'heure à un public spécifique, majoritairement aisé et masculin.
- > L'usage du speedelec est centré sur les déplacements domicile-travail avec des vitesses comprises entre celles du cyclomoteur et celles du vélo.
- > La réglementation actuelle du speedelec, qui ne peut pas rouler sur les pistes cyclables dans la plupart des pays européens, fait débat.

3. Les impacts du speedelec

3.1. Distinguer les effets du speedelec : effets de volume et effets de composition

L'usage du speedelec a deux effets attendus. La réduction de la part de la voiture d'une part qui entraîne des effets bénéfiques via la réduction des émissions de polluant, du bruit et de la congestion. D'autre part, l'augmentation de l'usage des modes actifs qui comporte un intérêt sur le plan de santé. L'estimation des impacts du speedelec sur ces deux axes nécessite de comprendre quels sont ses effets sur la demande de mobilité prise dans son ensemble. Là encore, deux types d'effets doivent être distingués :

- **Des effets de volume** : L'émergence du speedelec est susceptible de modifier la demande totale de mobilité ;
- **Des effets de composition** : il s'agit ici du report modal, c'est-à-dire d'analyser comment le speedelec se substitue à un moyen de transport tiers, à volume constant.

On peut supposer que l'effet de composition est le plus important. Il est aussi le plus documenté par la littérature. L'étude Transitec⁷⁹ rapporte que 54 % du nombre de kilomètres parcourus en speedelec ont remplacé des kilomètres parcourus en voiture. Sur le segment des trajets domicile-travail, De Bruijne⁸⁰ indique que 66% des trajets étaient auparavant réalisés en voiture contre 33% en vélo. Sur ce même segment, Hendriks⁸¹ montre que 59% des trajets étaient réalisés en voiture, 23% en vélo et 12% en transport en commun.

A notre connaissance, au-delà des analyses de report modal, il n'existe à ce jour **pas de données concernant l'effet global du speedelec sur les pratiques de mobilité**. Seuls Cairns *et al.* 2017⁸² fournissent un résultat approchant en étudiant l'impact du pedelec 25 km/h. Dans leur enquête, 80 employés de Brighton au Royaume-Uni se voient prêter un pedelec. Ils déclarent ensuite de quelle manière l'octroi de ce véhicule a modifié leurs pratiques de mobilité. Ce résultat diffère de l'effet report modal. Alors que le report modal est un raisonnement à périmètre constant, on se demande cette fois dans quelle mesure l'usage du speedelec a modifié les comportements de mobilité dans leur ensemble, à la fois en composition et en volume. Les auteurs observent une réduction de 20% de la distance parcourue en voiture. En revanche l'effet sur le temps dédié aux modes actifs est faible, dans la mesure où l'augmentation du temps de circulation à vélo (vélo + VAE) est contrebalancée par une réduction du temps de marche.

3.2. Intérêt pour la santé

À notre connaissance, il n'existe pas d'études scientifiques traitant de l'impact spécifique des speedelecs sur la santé. En l'absence d'informations plus précises, les études relatives aux VAE 25 constituent une approximation de l'effet des speedelecs sur la santé publique.

⁷⁹ Transitec, « Vélos électriques — effets sur le système de transports ».

⁸⁰ Bruijne, RJ de. 2016. « Revolutie of risico : Een onderzoek naar de verkeersveiligheidsaspecten van de speed pedelec. » Stageonderzoek. De Bilt: Grontmij. <http://docplayer.nl/31744149-Revolutie-of-risico-een-onderzoek-naar-de-verkeersveiligheidsaspecten-van-de-speed-pedelec.html>

⁸¹ Hendriks, Babet. 2017. « Moving on to the Active Modes. A Research on the Potential of Speed Pedelecs Becoming a Major Mode in Commuter Traffic ». Nijmegen, NL: Radboud. <https://theses.ubn.ru.nl/handle/123456789/5404>.

⁸² CAIRNS, "Electrically-assisted bikes: Potential impacts on travel behavior", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 103, September 2017, Pages 327-342

L'Organisation Mondiale pour la Santé reconnaît l'inactivité physique comme la quatrième source de mortalité au niveau mondial (6% des décès)⁸³. De nombreuses études suggèrent que l'activité physique contribue à réduire le risque de maladies cardio-vasculaires, de diabète, d'hypertension, de cancer du côlon, de cancer du sein et de dépression⁸⁴. Pour avoir un effet sur la santé, il est communément admis⁸⁵ qu'un effort physique doit être supérieur à 3 équivalents métaboliques⁸⁶ (Metabolic Equivalent of Task, MET) si répété 5 fois par semaine ou supérieur à 6 équivalents métaboliques si répété trois fois dans la semaine.

Plusieurs études récentes tendent à montrer que ce niveau d'effort est atteint lors d'un trajet en véhicule électrique. Simons *et al.* 2009⁸⁷ analyse les données de 12 adultes. Il montre que le MET était compris entre 5,2 et 6,1 pour un trajet de 4,3 km sur du plat. À partir des données de 17 utilisateurs, Langford *et al.* 2017⁸⁸ établit également un MET compris entre 3 et 6 pour le VAE et supérieur à 6 pour le vélo. Cette dernière étude conclut qu'à parcours égal, les déplacements en vélos à assistance électrique impliquent une dépense en énergie plus faible que les vélos, mais plus élevée que la voiture, le bus ou le train. En pratique quotidienne, l'intensité de l'effort est donc compatible avec les recommandations citées précédemment, qui font aujourd'hui référence.

Cependant, les **effets globaux de la mobilité en speedelec dépendent de l'effet net sur la demande de mobilité des modes actifs**. Les résultats de Cairns précédemment indiqués laissent supposer que l'impact global sur l'usage des modes actifs est faible. Cette étude était cependant basée sur un échantillon de petite taille, non représentatif et concernait les pedelecs et non les speedelecs. Ses conclusions doivent donc être analysées avec beaucoup de précautions.

3.3. Aspects environnementaux

L'analyse du marché Flamand⁸⁹ contient un comparatif des analyses de cycle de vie (ACV) de différents véhicules électriques légers (VEL). Ces ACV comprennent un bilan « well-to-wheel » (WTW, littéralement « du puit à la roue ») des gaz à effet de serre (traduits en équivalent CO₂) — soit la somme des émissions lors de la conduite (« tank-to-wheel », TTW) et lors de la production et distribution de l'énergie utilisée (« Well-to-Tank », WTT) — ainsi qu'un bilan des émissions liées à la production des véhicules. Dans le cas de véhicules électriques, les émissions TTW sont nulles, la consommation d'électricité n'émettant pas de CO₂ dans l'atmosphère, mais la production de cette électricité en amont en émet (TTW), de même que la construction du véhicule, de son moteur et de sa batterie.

Le bilan montre que les speedelecs émettent en moyenne en Flandres entre 7 et 9 gCO₂/km (Fig.9), la différence entre le Stromer ST2 et le Gazelle citizen étant due aux différences de puissances proposées par le moteur. Ces performances énergétiques les rendent trois fois moins émetteurs que les véhicules plus puissants, tels que les Twizy et le scooter de puissance supérieure à 50cc (le Vectrix VX1). Surtout, les

⁸³ World Health Organization, "Global Recommendations on physical activity for Health", 2010

⁸⁴ KRUK, « Physical Activity in the Prevention of the Most Frequent Chronic Diseases: an Analysis of the Recent Evidence », *Physical Exercise and Chronic Diseases*, 2007 cité dans DE GEUS, BAS & HENDRIKSEN, "Cycling for transport, physical activity and health: What about Pedelecs?" *Ingrid*, 2015.

⁸⁵ INSERM « Evolution des recommandations internationales » in INSERM, « Activité physique : contexte et effets sur la santé », 2007

⁸⁶ L'équivalent métabolique permet de mesurer l'intensité d'une activité sportive. Elle est définie comme le rapport de la consommation en énergie d'une activité donnée sur la demande d'énergie du métabolisme de base.

⁸⁷ Close M. Simons, E. Van Es, I. Hendriksen **Electrically assisted cycling: a new mode for meeting physical activity guidelines** *Med. Sci. Sport. Exerc.*, 41 (2009), pp. 2097-2102

⁸⁸ Brian Casey Langford, Jiaoli Chen, et Christopher R. Cherry, « Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders », *Accident Analysis & Prevention* 82 (1 septembre 2015): 220-26, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.016>.

⁸⁹ Stevens et al., « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen ».

speedelecs émettent 1,5 fois moins que le scooter eq50cc, limité comme les speedelecs à 45 km/h (Askoll eS2) et que le scooter eq50cc limité à 25 km/h (le NIU N1s). Enfin, ils ne sont que faiblement plus polluants que les VAE 25, qui émettent 6 gCO₂/km.

Les émissions en cycles de vie **dépendent fortement du mix électrique** des zones où sont utilisés les véhicules. Le mix électrique des Pays-Bas se trouve dans la moyenne haute des pays européens en termes d'intensité carbone. La France au contraire est l'un des pays européens où le mix électrique est le plus décarboné⁹⁰. Il faut donc considérer ces estimations comme étant une estimation surévaluée par rapport aux émissions françaises.

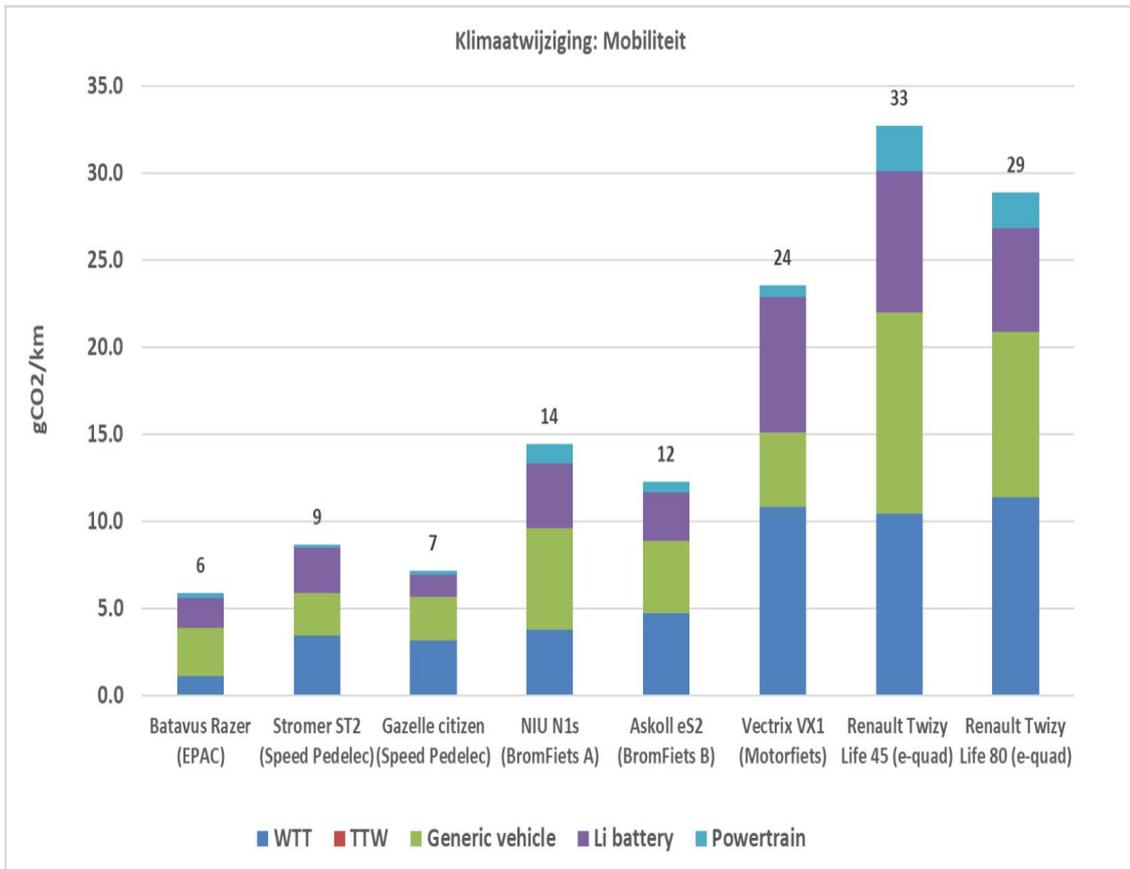
En terme comparatif, des analyses en cycle de vie menées en Suisse⁹¹ placent le speedelec en bonne position, **moins nocif pour l'environnement que les scooters, scooters électriques et voitures particulières**. Le mix électrique suisse étant plus carboné que le mix français, on peut raisonnablement supposer que ces résultats sont transposables à la France.

Là encore, l'impact net du speedelec sur les émissions dépend de son impact global à la fois sur le système de transport et sur le système énergétique. Sans étude dédiée, il est difficile à ce stade de se prononcer sur ce point. On peut émettre l'hypothèse vraisemblable que l'impact sur les émissions est a priori positif lorsque le report modal s'exerce depuis la voiture et a priori négatif lorsqu'il s'exerce depuis le vélo. Les données à disposition montrent que le **report modal (voir supra) s'exerce majoritairement depuis la voiture**.

⁹⁰ MORO et al, « Electricity carbon intensity in European Member States: Impacts on GHG emissions of electric vehicles", Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 64, October 2018, Pages 5-14

⁹¹ DEL DUCE, Andrea, "Life Cycle Assessment of conventional and electric bicycles" Eurobike 2011 Friedrichshafen, 2. September 2011

Figure 11 : Comparaison des émissions WTT et TTW de différents moyens de locomotion



Aide à la lecture de la figure ci-dessus :

- WTT : Well-to-tank ; TTW : Tank-to-Wheel ; BromFiets A : scooter 50cc limité à 25 km/h en Belgique; BromFiets B : scooter 50cc limité à 45 km/h; Motorfiets : moto. Les véhicules étant électriques, les émissions TTW sont nulles. En revanche, la production de l'électricité en amont en émet (TTW), de même que la construction du véhicule (« Generic vehicle »), de son moteur (« Powertrain ») et de sa batterie (« Li battery »).

Source : Stevens, Guylian, Bram Rotthier, Annick Roetynck, Thierry Coosemans, et Jan Cappelle. « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen ». KU Leuven, VUB, ASBE, 2017.

3.4. Sécurité des vélos électriques

a) Peu d'études dédiées spécifiquement au speedelec

Il n'existe encore que très peu de travaux traitant des questions de sécurité s'appliquant spécifiquement aux speedelecs. En Suisse, si le BPA (bureau de prévention des accidents suisse) publie quelques chiffres distinguant les « vélos à assistance électrique lents » des « vélos à assistance électrique rapides », ces chiffres ne sont pas ramenés aux nombres d'usagers, de vélos en circulation ou de kilomètres parcourus, ce qui rend difficile des comparaisons. Tout au plus remarque-t-on qu'alors que les speedelecs représentaient 20 % des VAE vendus en Suisse en 2017, ils représentent 43 des 178 (soient 24 %) accidents corporels graves subis en VAE entre 2013 et 2017⁹² et 84 des 309 (soient 28 %) de ceux subis en VAE en 2018⁹³.

À notre connaissance, seuls Hertach *et al.* 2018⁹⁴ ont mené une étude sur les risques d'accident faisant la distinction entre VAE 25 et speedelecs. Cette étude datant de 2016 se limitait aux accidents n'impliquant pas de tierce partie et interrogeait environ 3 600 utilisateurs de VAE 25 et de speedelecs. Les auteurs n'observent **pas de différence significative du taux d'accident entre les deux types de vélos à assistance électrique** en contrôlant par l'âge, le genre, le niveau d'éducation, la position du moteur, le type de vélo (normal, VTT ou en kit), les motifs de déplacement, le sentiment de sécurité, la fréquence et la durée d'utilisation du vélo. En revanche, la **différence de gravité des accidents** entre VAE 25 et speedelecs était statistiquement significative.

b) Une comparaison des VAE 25 avec les vélos musculaires

La dangerosité des VAE 25 par rapport aux vélos classiques fait également débat. Le rapport n° 75 du BPA — Bureau de prévention des accidents suisse — datant de 2015 et intitulé « Sécurité routière des utilisateurs de vélos électriques (étude centrée sur les accidents individuels) », montre une **plus forte prévalence des accidents** par 100 millions de km parcourus **en VAE qu'en vélo traditionnel**, et ce quelle que soit la classe d'âge observée (en Suisse en 2015). Un même contrôle par l'âge des usagers montre en outre que le risque de blessure grave est plus marqué parmi les usagers de pedelecs que de vélos classiques.

À l'inverse, selon l'étude de Schepers *et al.* 2018⁹⁵ menée en 2016 aux Pays-Bas, les VAE ne génèrent pas plus d'accidents⁹⁶ que les vélos classiques lorsque l'on contrôle par l'âge, la condition physique et la distance parcourue en vélo dans l'année. En outre, la sévérité des accidents n'est pas non plus différente. Les auteurs soulignent cependant que ces résultats ne sont pas nécessairement transposables à d'autres pays. En effet, aux Pays-Bas, la largeur des pistes cyclables et les mesures de sécurité mises en place pour le vélo rendent les écarts de vitesse entre VAE et vélo classiques plus faibles qu'ailleurs. De plus, l'évolution des types de VAE en circulation, dont le moteur est passé de la roue au pédalier, a pu jouer sur la stabilité des vélos et l'accidentologie.

⁹² BPA — Bureau de prévention des accidents, « Rapport SINUS 2018. Niveau de sécurité et accidents dans la circulation routière en 2017 » (Berne, suisse: BPA, 2018).

⁹³ Office Fédéral des Routes Suisse (OFROU), <https://www.astra.admin.ch/astra/fr/home/documentation/donnees-des-accidents-de-la-suisse/analyses-statistiques/statistique-standard-2015.html>, site consulté le 8 avril 2019.

⁹⁴ Hertach *et al.*, « Characteristics of single-vehicle crashes with e-bikes in Switzerland ».

⁹⁵ Paul Schepers, Karin Klein Wolt, et Elliot Fishman, « The Safety of E-Bikes in The Netherlands », 11 juillet 2018, <https://doi.org/10.1787/21de1ffa-en>.

⁹⁶ Accidents ayant entraîné un passage aux urgences.

En Europe, le faible nombre d'usagers jusqu'à récemment et l'évolution des types de vélos vendus au cours des dernières années ne permettent donc **pas encore des résultats définitifs**. Si un plus grand nombre d'enquêtes ont été menées en Asie, les grandes différences avec l'Europe — tant en termes de performances des vélos vendus que d'usage et de législation — rendent difficile une transposition des résultats.

c) Les sources des accidents

Une source importante d'accident paraît être **la vitesse, plus particulièrement la juste appréciation de la vitesse des speedelecs par les autres usagers**. Une étude danoise de 2014⁹⁷ portant sur l'ensemble des accidents montre que les usagers les attribuent fréquemment au fait d'être sur un VAE : 37 % des interrogés ont considéré qu'une des causes était une mauvaise estimation de leur vitesse par les autres usagers. Ces résultats sont confirmés par l'enquête de Petzoldt *et al.* 2017 menée en 2012⁹⁸ qui montre que les utilisateurs de VAE ont plus de risque d'être confrontés à des conflits avec des tiers que les utilisateurs de vélos classiques aux intersections, où la vitesse d'arrivée des VAE est plus élevée. À noter qu'en Suisse, sur la période 2013-2017, les accidents sur speedelecs étaient proportionnellement plus souvent des accidents dus à des collisions que ceux sur pedelecs (55 % des accidents contre 49 %)⁹⁹.

Le poids paraît également facteur d'accident : l'enquête de Schepers *et al.*¹⁰⁰ montre que les usagers de VAE ont plus souvent des accidents en montant et descendant de leur vélo que les utilisateurs de bicyclettes classiques, et ce en raison du poids plus élevé des VAE. Le poids et la vitesse des speedelecs étant supérieurs à ceux des pedelecs, on peut craindre que les accidents, qu'ils aient lieu seul ou lors d'un impact avec un autre véhicule sur la route, soient plus fréquents que parmi les VAE 25.

Synthèse

Une faiblesse des données sur l'impact des speedelecs

- > Les études sur les impacts du speedelecs sont rares voire inexistantes. Nous nous appuyons donc en partie sur des études sur les VAE. Les résultats sont à prendre avec précaution, ne permettant pas de résultats définitifs.
- > Les premières études suggèrent que les trajets en speedelecs remplacent en grande partie des déplacements qui auraient été réalisés en voiture.
- > Aussi bien en termes d'environnement que de santé, l'impact du speedelec est a priori positif lorsque le report modal s'exerce depuis la voiture et a priori négatif lorsqu'il s'exerce depuis le vélo.
- > Les premières études et les extrapolations à partir d'études sur les VAE 25 suggèrent qu'en raison de leur poids et de leur vitesse plus élevée que les vélos, l'accidentologie pourrait être plus forte qu'avec les vélos ou les VAE 25.

⁹⁷ Sonja Hausteijn et Mette Møller, « E-bike safety: Individual-level factors and incident characteristics », *Journal of Transport & Health* 3, no 3 (1 septembre 2016): 386-94, <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.07.001>.

⁹⁸ Tibor Petzoldt *et al.*, « Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Special Issue on Special Road safety as reflected by empirical non-crash data*, 46 (1 avril 2017): 477-90, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.06.010>.

⁹⁹ Source : Rapport SINUS 2018 du BPA (bureau de prévention des accidents, Suisse)

¹⁰⁰ Schepers, Wolt, et Fishman, « The Safety of E-Bikes in The Netherlands ».

4. Analyse des données d'immatriculation françaises

4.1. Niveau et dynamique des ventes

Afin de compléter cet état de l'art, 6t-bureau de recherche a mené une analyse quantitative des données d'immatriculation de speedelecs en France. Celle-ci révèle un niveau de diffusion encore extrêmement marginal et inégal sur le territoire. L'étude des immatriculations permet également de montrer que le marché du speedelec a connu de fortes perturbations d'ordre réglementaire au cours de l'année 2017, remettant en question son développement.

a) Des immatriculations très marginales

6t-bureau de recherche a acheté auprès du Ministère de l'Intérieur les données d'immatriculation des véhicules de genre CL et de catégories L1e-A ou L1e-B ou L1e **à propulsion électrique dont le titulaire du certificat d'immatriculation est une personne physique résidant en France métropolitaine et en Outre-Mer**. Ces données d'immatriculation comprennent à la fois des speedelecs (assistance électrique au pédalage), des cyclomoteurs (propulsion uniquement assurée grâce au moteur) et des trottinettes électriques.¹⁰¹ Afin d'isoler les ventes de speedelecs, nous avons appliqué aux données brutes un filtre constitué des marques et modèles préalablement identifiés (voir ci-dessous) comme étant des speedelecs.

Les résultats sont présentés à la Figure 12 : Nombre d'immatriculations de speedelecs par an (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t). Avant 2013, les immatriculations sont insignifiantes. De 2013 à 2017, elles connaissent une hausse rapide avec un taux de croissance annuel moyen de 140 %.

Les volumes **restent toutefois faibles** (848 immatriculations en 2017), tant au regard des ventes de vélo à assistance électrique que des ventes de cyclomoteurs. Par comparaison, on comptait, en 2017, 46 000 immatriculations de scooters 50 cm³¹⁰². La comparaison est encore plus frappante avec le marché du vélo à assistance électrique. Selon l'observatoire du cycle, plus de 254 000 vélos à assistance électrique ont été vendus au cours de l'année 2017 soit 9,4% des ventes totales de vélo¹⁰³. En revanche, **le marché du speedelec est comparable à celui des cyclomoteurs électriques**, à l'heure actuelle largement tiré par les flottes professionnelles. **On comptait plus de 7200 immatriculations de cyclomoteurs électriques en 2017¹⁰⁴, mais moins de 2000¹⁰⁵ à destination des particuliers.**

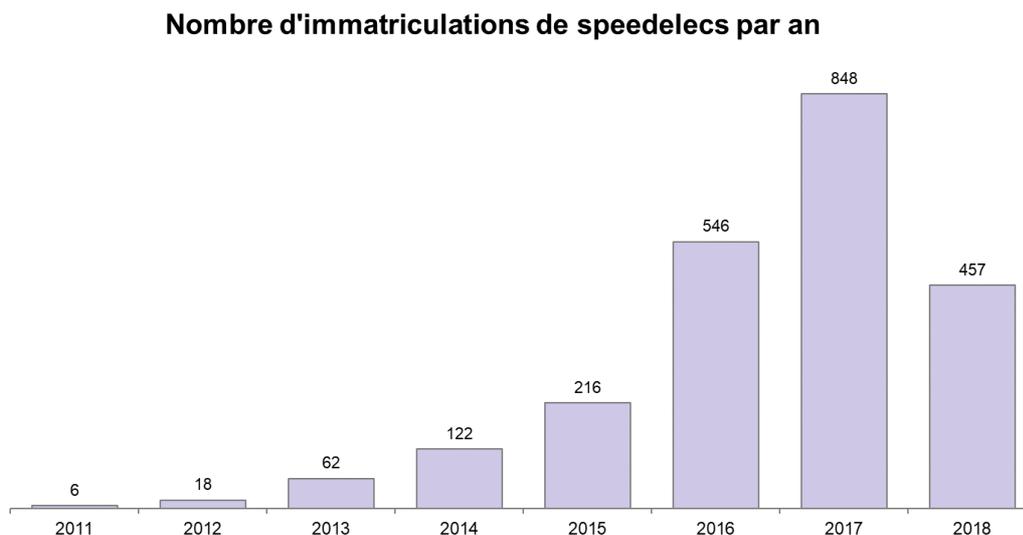
¹⁰¹ Il importe de souligner que les vélos immatriculés ne rassemblent pas l'ensemble des speedelecs immatriculés. On estime que les speedelecs immatriculés et non immatriculés (soit parce que non homologués, soit parce que l'acheteur n'a pas fait la démarche d'immatriculer le vélo) sont à l'heure actuel en nombre égal.

¹⁰² Sources : <https://www.motoservices.com/actualite-moto/Bilan-marche-moto-scooter-2017-base-renforcee-tendance.htm>. Attention toutefois : ces données comptent également les immatriculations de véhicules à destination de professionnels et ne sont donc pas comparable aux données que nous présentons. Elles montrent cependant la différence d'ordre de grandeur entre le marché du speedelec et le marché du deux-roues motorisé

¹⁰³ Observatoire du cycle 2017

¹⁰⁴ AVERE, communiqué de Presse, 26 avril 2018

¹⁰⁵ Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur.



b) Une perturbation du marché au cours de l'année 2017

L'année 2018 semble marquer une **inversion de la tendance des ventes**. Les immatriculations chutent de moitié entre 2017 et 2018 pour retomber sous le niveau de 2016. L'analyse des immatriculations en rythme mensuel (Figure 13) permet de rendre compte de manière plus fine de la dynamique des ventes. L'augmentation des ventes de 2017 semble liée pour une part à une très forte augmentation au cours des derniers mois de l'année (novembre et surtout décembre). Au cours des premiers mois de 2018, le rythme des immatriculations connaît une **correction importante** puis une légère hausse.

Afin de comprendre l'origine du pic des ventes en novembre et décembre 2017, 6t a complété l'analyse des immatriculations par de courts entretiens avec une dizaine d'acteurs de la production et de la vente des speedelecs. Les résultats sont convergents. Il apparaît qu'un certain nombre de modifications induites par le règlement du 15 janvier 2013 relatif à la surveillance du marché des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles sont entrées en vigueur au 31 janvier 2017. Celles-ci concernaient :

- Les feux stop ;
- L'avertisseur sonore ;
- L'éclairage permanent

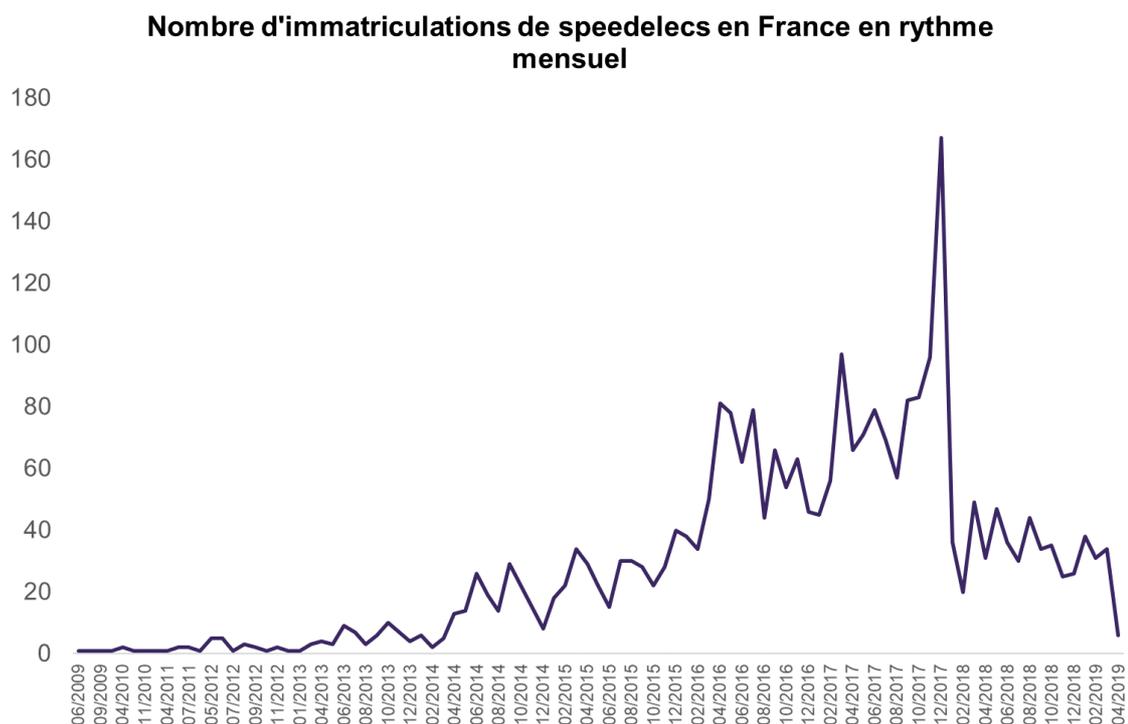
Les séries étant limitées, les **pièces mécaniques** nécessaires à ces changements réglementaires sont **onéreuses**. En outre, la nouvelle procédure de réception implique de faire appel à **de nouveaux types de prestataires**, dont les prix sont également plus élevés. Un responsable de Cycleurope interrogé évoque un coût 6 fois supérieur par rapport à la situation précédente. Le coût de l'homologation selon la nouvelle norme L1e atteindrait **plus de 30 000 euros**, somme non négligeable compte tenu du faible nombre de produits vendus. Au total, selon le même responsable, les diverses modifications induites par le règlement du 15 janvier 2013 représenterait une hausse pour la marque Gitane de l'ordre **de 500 à 1000 euros**. Dans ces conditions, la production n'est **plus rentable**.

De fait, plusieurs marques auraient cessé leur production suite à l'entrée en vigueur des procédures mises en œuvre par le règlement du 15 janvier 2013. Gitane, mais aussi la marque espagnole BH seraient dans ce cas. Cette restriction de l'offre pourrait être à l'origine de la basse du niveau des ventes en 2018 par rapport à 2017 et 2016.

Selon plusieurs revendeurs, le **pic des ventes en novembre et décembre 2017 serait lié à une baisse des prix** initiée par les revendeurs dans le but de « brader » leurs stocks avant l'entrée en vigueur des nouvelles procédures. En effet, les vélos vendus après cette date selon l'ancienne procédure n'auraient pas été homologués et auraient donc été particulièrement difficiles à vendre.

Les changements réglementaires introduits par la directive de 2013 auraient donc eu deux effets principaux. D'abord **une hausse artificielle des immatriculations** sur les deux derniers mois de l'année 2017. Ensuite, une **baisse plus durable des ventes liée** – au moins une part – à une **perturbation des processus de production** et à une réduction du nombre de producteurs sur le marché.

Figure 13 : Nombre d'immatriculations de speedelecs en rythme mensuel (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur.
Réalisation : 6t)



Au vu de ces informations nouvelles, il apparaît que la dynamique des immatriculations a été modifiée par un événement extérieur, en l'occurrence d'ordre réglementaire. On cherche donc à déterminer quel profil auraient pu avoir les immatriculations en l'absence de cet élément.

Deux traitements ont été effectués sur les données afin de disposer d'une idée plus précise de l'évolution structurelle des ventes.

-
- Grâce au logiciel R (voir encadré ci-dessous), nous avons déterminé quelle était la dynamique de long terme des ventes en extrayant de la série des ventes ce qui relève de mouvements aléatoires et de mouvements saisonniers
 - Nous avons ensuite réparti les 88 immatriculations excédentaires par rapport à la tendance des mois de novembre et décembre 2018. En l'absence d'information complémentaire, nous avons réparti ces immatriculations de manière uniforme, à raison, donc, de 7 par mois.

La Figure 14 : Décomposition de la série des immatriculations de speedelecs corrigée présente la décomposition des ventes entre tendance, composante saisonnière et composante aléatoire, une fois les ventes corrigées de « l'accident » de la fin de l'année 2017. **Même corrigées, les données font apparaître une baisse tendancielle des immatriculations à partir du milieu de l'année 2017.**

Dessaisonnalisation grâce au logiciel R

Une série temporelle, comme les ventes de speedelecs dans le cas présent, peuvent se décomposer entre une tendance, une composante saisonnière et une composante aléatoire.

- La tendance correspond à la dynamique structurelle, de long terme des ventes. Dans le cadre de ce travail, il s'agit de la composante que l'on cherche à mettre en lumière

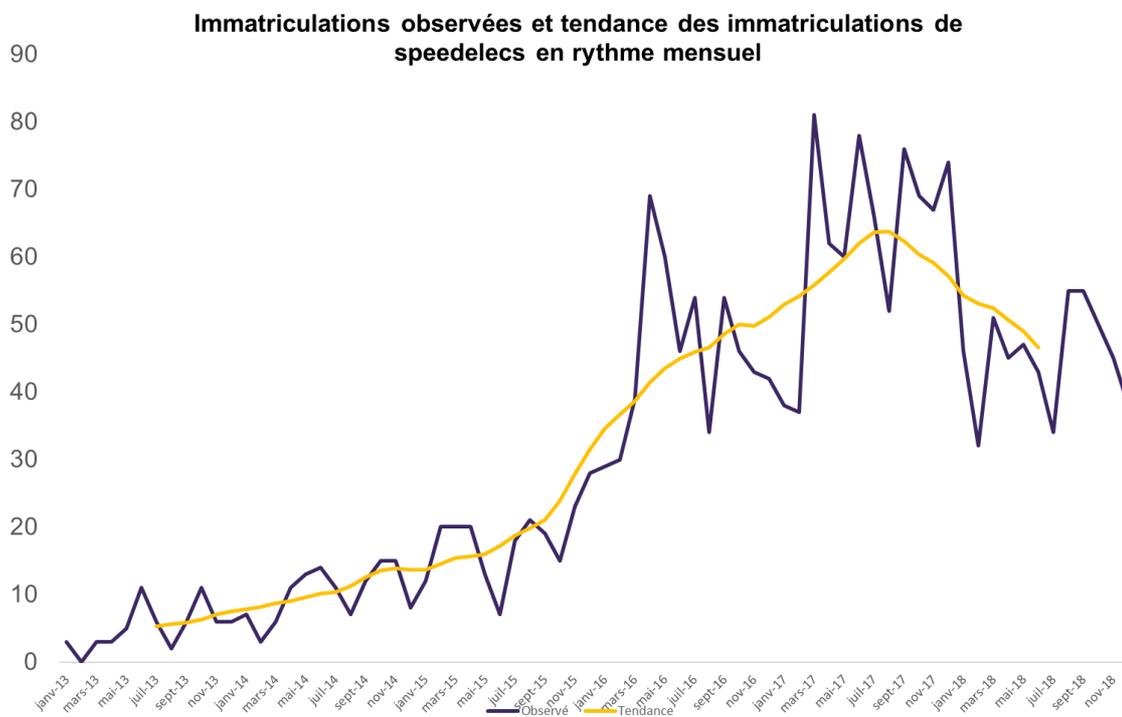
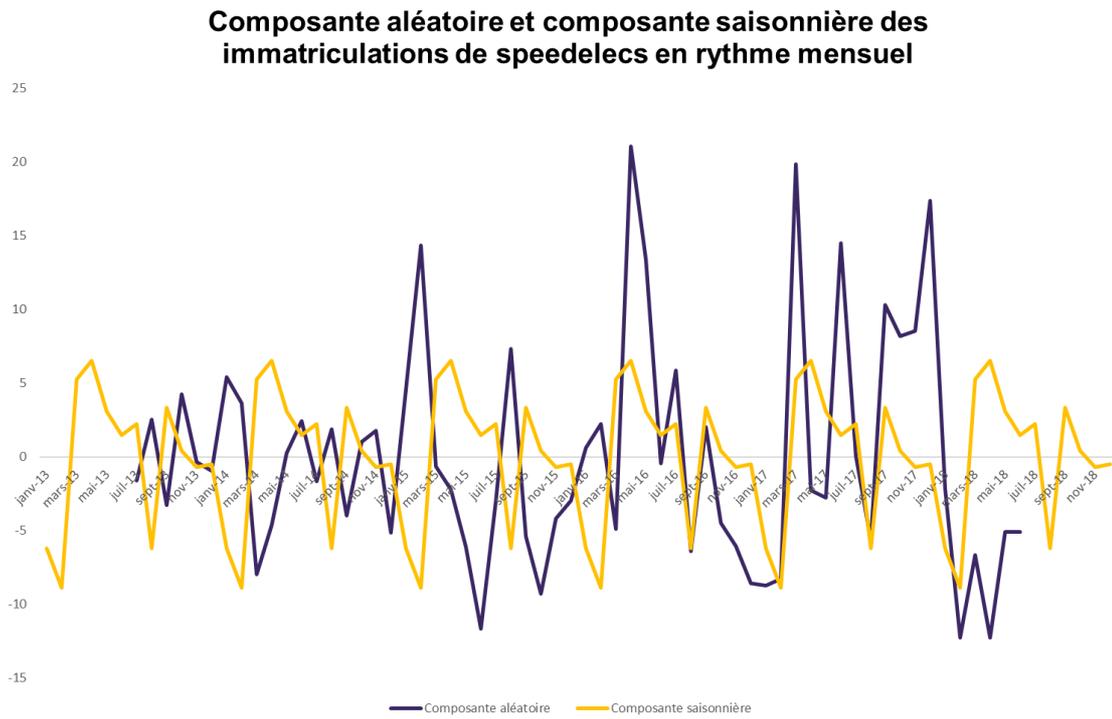
- La composante saisonnière représente les effets périodiques qui se reproduisent de façon plus ou moins identique au cours d'une période définie.

- La composante aléatoire ou résiduelle représente la partie non structurée du phénomène temporel étudié

Le logiciel R permet d'extraire simplement la tendance dans une série temporelle grâce au package « decompose ». L'extraction des différentes composantes est obtenue à partir de moyennes mobiles. Deux méthodes de décomposition sont disponibles. Une méthode « additive » est recommandée lorsque l'amplitude de la composante saisonnière reste stable au cours du temps. Une méthode « multiplicative » est recommandée lorsque l'amplitude de la composante saisonnière a tendance à croître au cours du temps.

Dans le cas des speedelecs, un contrôle visuel montre que la saisonnalité ne varie pas très fortement au cours du temps. Nous avons donc choisi d'estimer la saisonnalité de manière additive. Cette technique permet en outre d'obtenir le nombre d'immatriculations excédentaires par rapport à la tendance en novembre et décembre 2017, soient respectivement 20 et 68 immatriculations excédentaires.

Figure 14 : Décomposition de la série des immatriculations de speedelecs corrigée



Une question demeure cependant. Les données à notre disposition ne nous permettent pas de savoir si la baisse tendancielle observée correspond à un **évènement conjoncturel dans un marché orienté à la hausse** sur le long terme ou si les modifications introduites en 2017 ont **durablement perturbé la dynamique des ventes**. Afin d'évaluer l'impact de l'une ou de l'autre des hypothèses sur la tendance de long terme des ventes, nous avons procédé à une scénarisation et à une modélisation au moyen du modèle de Bass.

4.2. Modélisation des ventes futures grâce au modèle de Bass

Al-Alawi et al¹⁰⁶ listent trois grandes types de méthodes utilisées dans la littérature économique pour estimer le marché futur du véhicule électrique : les modèles agent-based, les modèles de choix de consommateur et les modèles de diffusion basés sur des séries temporelles. Ces modèles peuvent être appliqués à la prévision du marché du speedelec.

Compte tenu des données à notre disposition, un modèle basé sur des séries temporelles semble le plus adapté. Ce type de modèle modélise le taux de diffusion d'une technologie. Il repose sur l'idée que le niveau de diffusion à chaque moment t d'une technologie suit une loi statistique au cours du temps.

Dans son article de 1969, Bass¹⁰⁷, suggère que le processus de diffusion d'une technologie dépend d'abord d'un processus linéaire, l'augmentation du nombre d'utilisateurs parmi les early adopters. A partir d'un certain niveau de diffusion, le processus suit également un processus d'imitation, qui, lui, évolue de manière quadratique : plus il y a d'imitateurs, plus la vitesse de diffusion est grande. Cette caractéristique est la modélisation du processus de bouche à oreille. De manière plus formelle, Bass écrit le processus de diffusion d'une technologie de la manière suivante :

$$dN(t)/d(t) = (p + q mN(t))(m - N(t)) \quad (1)$$

Où : $N(t)$ représente les ventes cumulées

m est le niveau des ventes cumulées maximal

p est le coefficient d'innovation

q est le coefficient d'imitation

L'avantage de cette formulation est qu'elle permet de régresser les coefficients m , q et p à partir des données de ventes selon la méthode des moindres carrés ordinaires¹⁰⁸. En différenciant au rang 1 l'équation (1), on obtient :

$$N(t_i) - N(t_{i-1}) = pm + q - pN(t_{i-1}) - (q/m)N^2_{t_{i-1}} \quad (2)$$

On peut alors procéder à un changement de variable, pour obtenir l'équation 3 :

¹⁰⁶ Al-ALAWI, Baha, BRADLEY, Thomas, « Review of hybrid, plug-in hybrid, and electric vehicle market modeling Studies », Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013

¹⁰⁷ F.M. Bass: A new product growth model for consumer durables. Management Science, 15 (1969) 215-227.

¹⁰⁸ SATOH, SAISUKE, « A DISCRETE BASS MODEL AND ITS PARAMETER ESTIMATION », Journal of the Operations Research Society of Japan Vol. 44, No. 1, March 2001

$$N(t_i) - N(t_i - 1) = \alpha_1 + \alpha_2 N(t_{i-1}) + \alpha_3 N_2(t_{i-1}) \quad (3)$$

On a alors :

$$p = -\alpha_1 + \sqrt{\alpha_2 - 4\alpha_1\alpha_3}$$

$$q = \alpha_1 + \sqrt{\alpha_2 - 4\alpha_1\alpha_3}$$

$$m = \frac{\alpha_1 + \sqrt{\alpha_2 - 4\alpha_1\alpha_3}}{2\alpha_3}$$

La procédure par les moindres carrés ordinaires consiste à estimer les coefficients α_1 , α_2 , α_3 en régressant les ventes à l'année t par les ventes cumulées à l'année $t-1$ et les ventes cumulées à l'année $t-1$ au carré.

Afin d'évaluer l'impact du changement réglementaire intervenu en 2017, nous avons évalué deux scénarios différents :

- Un premier scénario dans lequel le « véritable » rythme des ventes correspond à celui qui prévalait jusqu'en juillet 2017 (modèle sans correction) ;
- Un deuxième scénario dans lequel la baisse tendancielle observée à partir de juillet 2017 correspond à une tendance de long terme (modèle avec correction).

Les résultats sont présentés aux Figure 15 et Figure 16. Le modèle de Bass indique des ventes cumulées **relativement faibles** (2840 dans le modèle sans correction et 2760 dans le modèle avec correction). Les deux modèles prédisent un plafonnement de l'équipement à partir du milieu de l'année 2021. Nous avons également testé le modèle en faisant l'hypothèse que le **nombre de speedelecs effectivement en circulation** correspondait à chaque période au **double du nombre des speedelecs immatriculés**. Le modèle prédit alors un marché deux fois plus important, mais **la dynamique générale des ventes n'est pas modifiée**.

Ces résultats ne doivent pas être sur-interprétés et il importe de bien prendre en compte les présupposés du modèle afin d'apprécier la validité. Le modèle de Bass est un modèle purement statistique, qui explique le futur à partir des données passées. Or, il est fort probable que les conditions évoluent. Le prix des speedelecs pourrait baisser, des efforts de publicité pourraient être entrepris pour élever le niveau de connaissance du produit, les points de vente pourraient se développer, les gammes de véhicules proposées pourraient être enrichies pour profiter à un public plus large. Il convient d'ailleurs de noter que le marché néerlandais est fortement reparti à la hausse après une année 2018 en stagnation, pour les mêmes raisons que le marché français. Les ventes de speedelec aux Pays-Bas ont progressé de 63% sur les 7 premiers mois de l'année 2019 (1774 unités vendues) par rapport à la même période de l'année précédente¹⁰⁹. Le marché belge connaît également une forte hausse¹¹⁰.

¹⁰⁹ Bike Europe (2019), Are speed pedelecs on verge of breakthrough ?. Disponible sur : <https://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2019/08/are-speed-pedelecs-on-verge-of-breakthrough-10136306?vakmedianet-approve-cookies=1>

¹¹⁰ Levif.be, (2019) Le marché du cyclomoteur s'électrifie. Disponible sur : https://trends.levif.be/economie/entreprises/le-marche-du-cyclomoteur-s-electrifie/article-news-1180103.html?cookie_check=1566472099

Figure 15 : Résultats du modèle de Bass sans correction

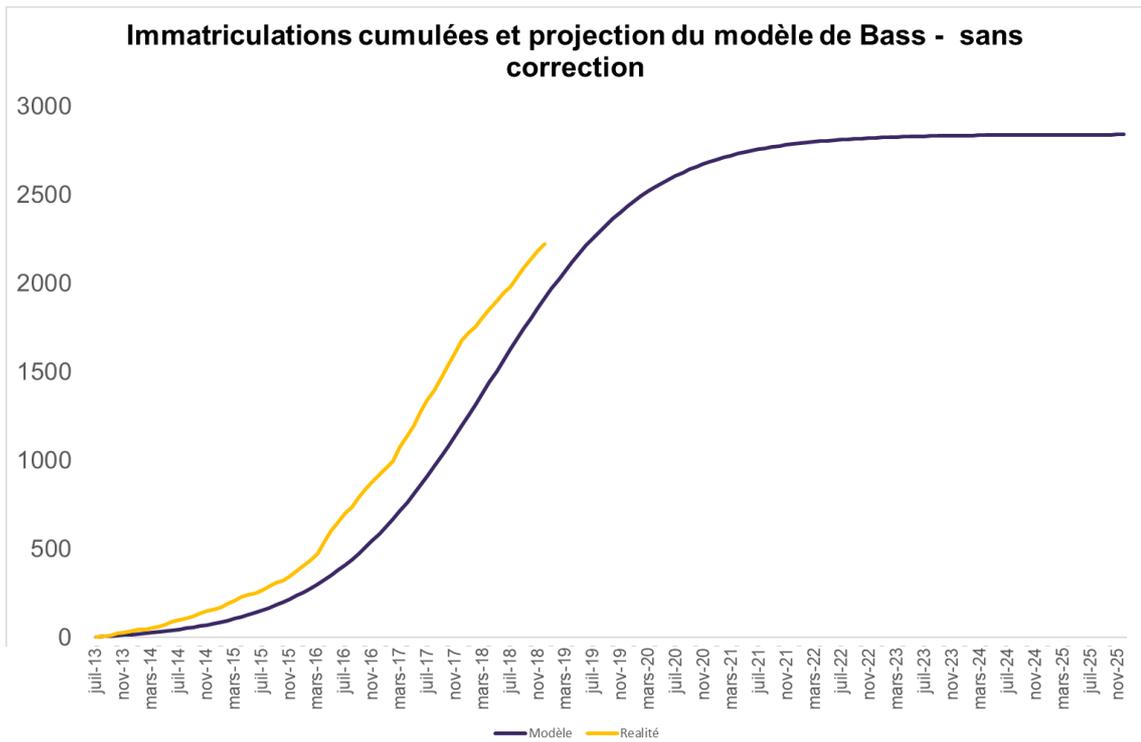
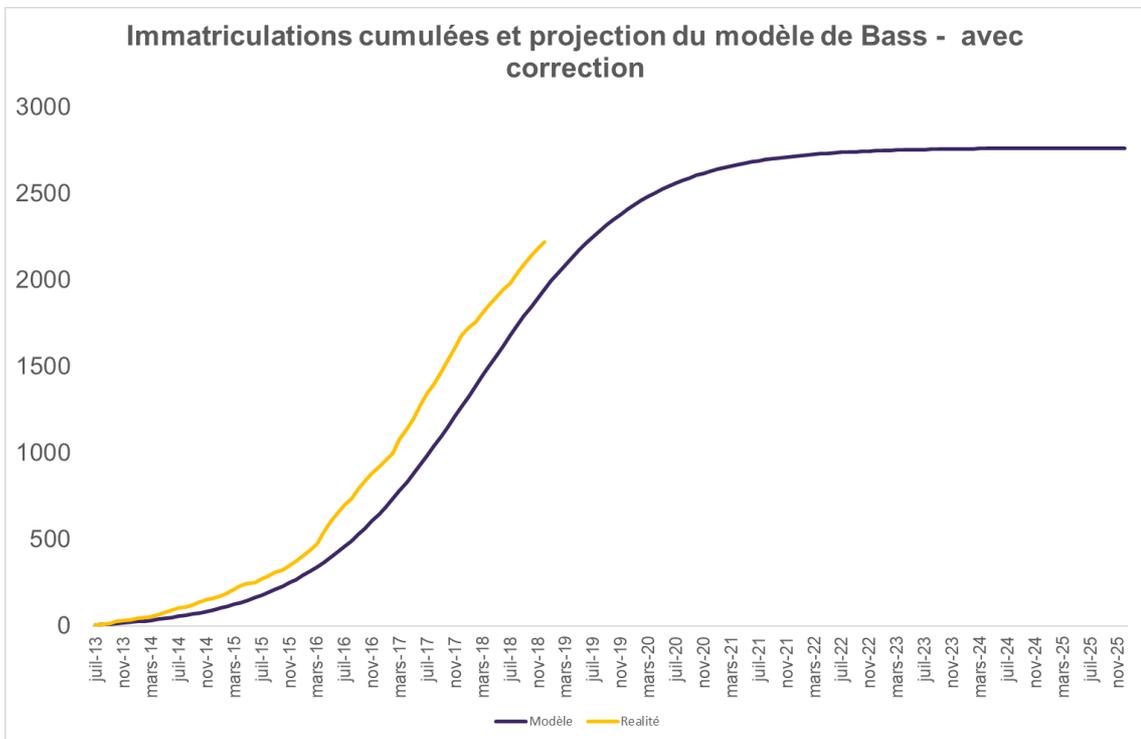


Figure 16 : Résultats du modèle de Bass avec correction



Ces résultats ne doivent donc pas être interprétés comme une projection fiable des immatriculations futures. Le marché est à un stade de développement trop précoce pour se risquer à de telles prévisions.

En revanche, il constitue **une évaluation du potentiel de développement en l'absence de tout changement**. Les résultats du modèle indiquent qu'en l'état actuel, la croissance initiale du speedelec n'est pas suffisante pour créer un effet de bouche à oreille importante. La niche correspondant au petit marché initial est ainsi vite saturée.

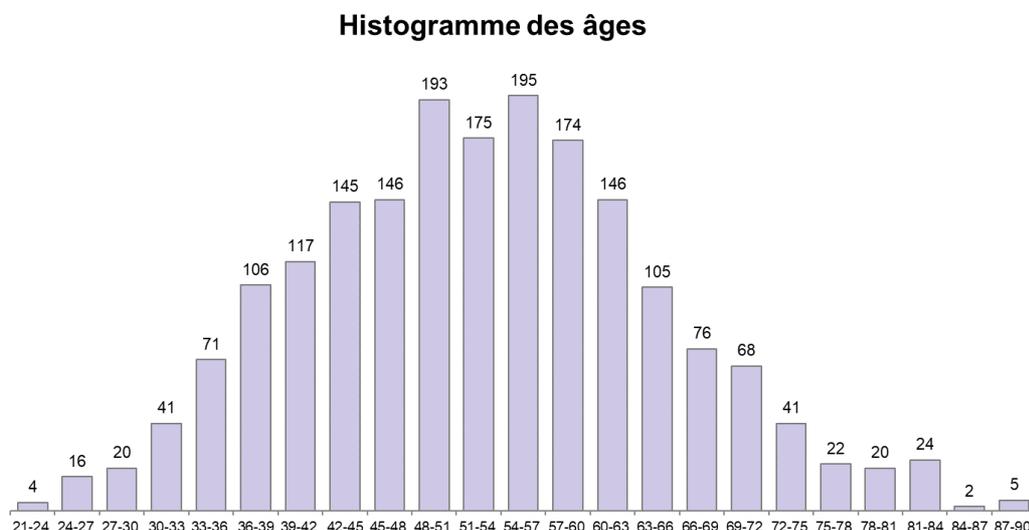
4.3. Analyse du profil des propriétaires de speedelecs et diffusion spatiale

a) Une pratique majoritairement masculine

Les données d'immatriculation font apparaître les prénoms des propriétaires de speedelecs, ce qui donne une indication sur leur genre. En recodant les genres des prénoms, nous observons que la pratique du speedelec apparait extrêmement genrée puisque seulement 14 % des immatriculations enregistrées l'ont été par des femmes.

En matière d'âge, les immatriculations sont les **plus nombreuses dans la tranche d'âge 47-60 ans**. La moyenne des âges est de 53 ans. Les immatriculations sont très faibles en dessous de 30 ans (les immatriculations visibles dans la tranche 5-8 ans sont vraisemblablement des erreurs). Elles sont **maximales dans la tranche 47-60 ans**. Elles chutent fortement à partir de 60 ans puis à nouveau à partir de 63 ans. Ces données sont cohérentes avec l'usage identifié du speedelec comme **véhicule essentiellement utilisé pour les navettes domicile-travail**.

Figure 17 : Répartition des immatriculations par tranche d'âge



b) Des immatriculations concentrées en Haute-Savoie

Les immatriculations de speedelecs sont **concentrées sur un petit nombre de communes**. On compte **1072 communes comprenant au moins un détenteur de speedelec** sur l'ensemble des communes françaises (34 839 communes en métropole en mars 2019).

La concentration prévaut également au niveau des départements. Les 10 départements les plus équipés rassemblent **49 % des immatriculations totales**. Parmi les départements les plus équipés, on note la forte

prépondérance de la Haute-Savoie qui compte à elle toute seule 16% des immatriculations. Les neuf autres départements ont deux caractéristiques en commun. Ce sont de départements dans l'ensemble fortement peuplés et comprenant en leur sein une agglomération importante (Paris, Lyon, Strasbourg, Marseille, Toulouse, Grenoble, Bordeaux). En termes de densité d'immatriculation par habitant, ils se situent à moins d'une immatriculation pour 10 000 habitants.

La Haute-Savoie fait figure d'exception. Territoire relativement peu peuplé (environ 630 000 habitants), elle compte plus de 6 immatriculations pour 10 000 habitants, la situant loin devant tous les autres départements français. Plusieurs hypothèses peuvent être émises concernant la densité très importantes des ventes dans ce département :

- La Haute-Savoie constitue d'abord un territoire **plus aisé** que la moyenne nationale avec une médiane du revenu disponible par unité de consommation de 25 001 € en 2015¹¹¹ contre 21 415 € pour la France entière.
- Elle constitue un territoire **vallonné** dans lequel le speedelec pourrait se montrer plus utile qu'en plaine.
- Enfin, La Haute-Savoie est **frontalière de la Suisse**, pays dans lequel, on l'a vu, les ventes de speedelecs sont très élevées par rapport aux autres pays européens. Deux effets pourraient se combiner. D'abord, la circulation plus importante de speedelecs en Suisse pourrait entraîner une augmentation du niveau de **connaissance** de ce moyen de transport en Haute-Savoie, notamment parmi les nombreux frontaliers. Ensuite, la présence plus importante de **points de vente** de speedelecs du côté suisse de la frontière pourrait fournir davantage d'opportunité d'achats pour les habitants du département.

¹¹¹ INSEE

Figure 18 : Nombre d'immatriculations de speedelecs dans les 10 départements les plus équipés sur la période 2013-2018
(Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t)

Nombre d'immatriculations dans les 10 premiers départements

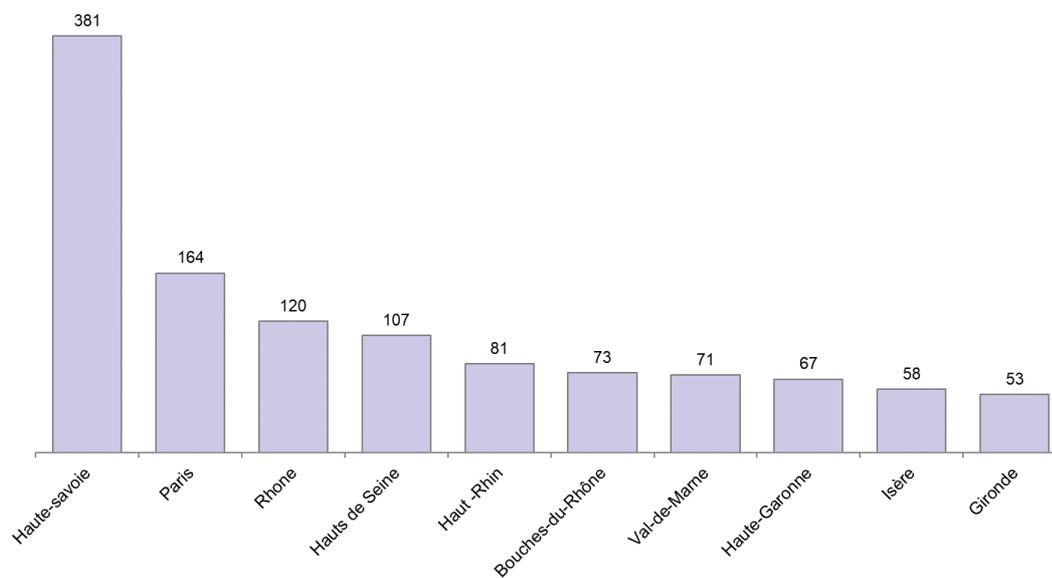
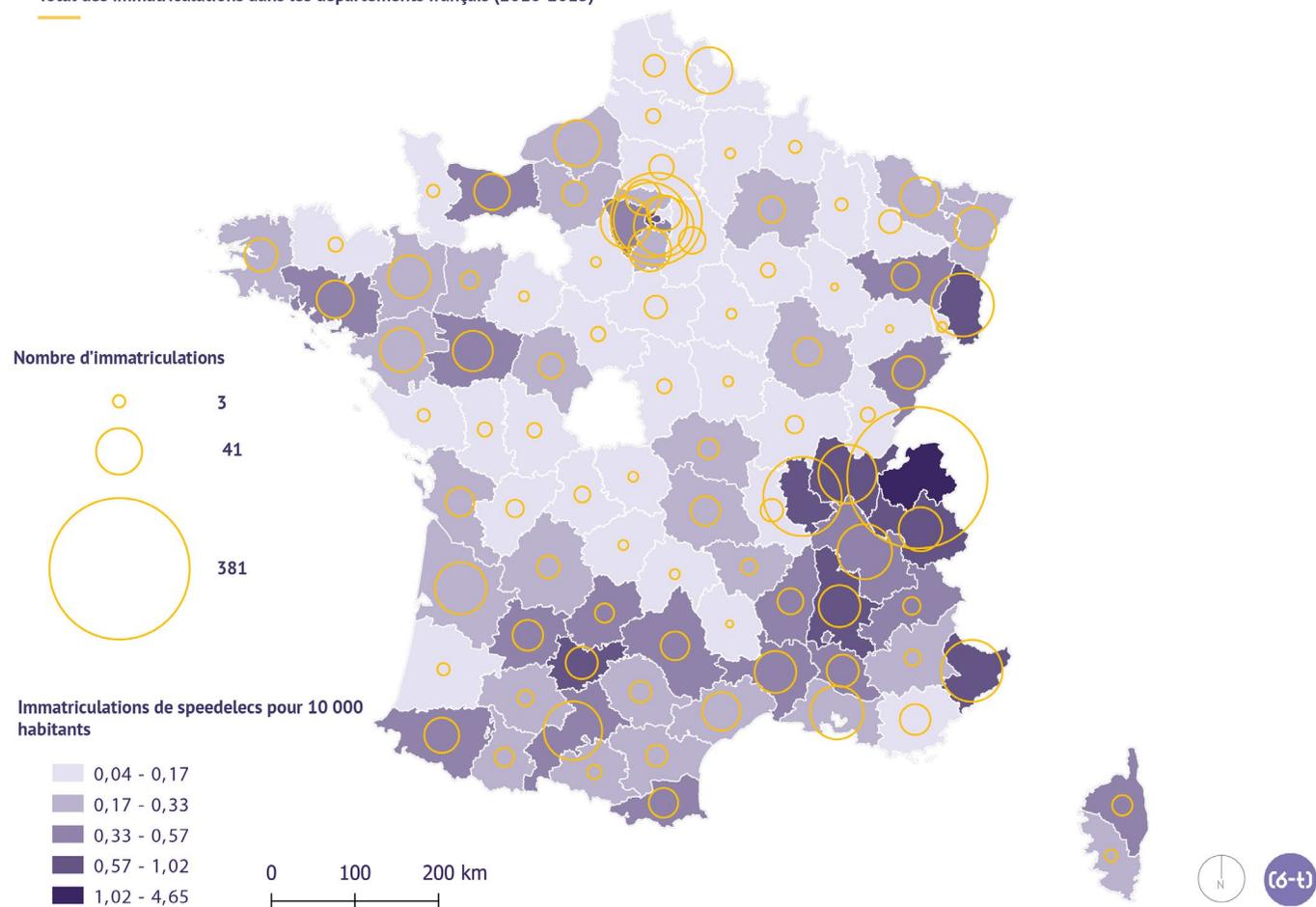


Figure 19 : carte des immatriculations par départements (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t)

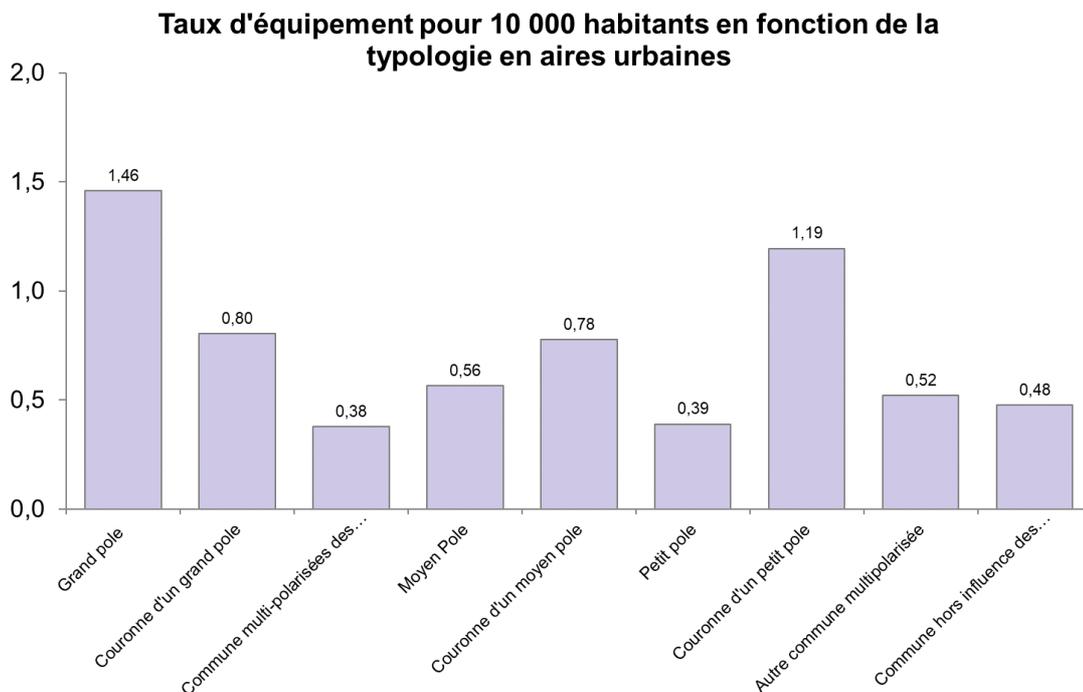
Total des immatriculations dans les départements français (2010-2013)



c) Un développement en parallèle dans des zones denses et très peu denses

La typologie des communes françaises en aires urbaines fait apparaître un développement paradoxal. Le speedelec semble se développer à la fois au sein des grands pôles urbains et dans les couronnes des petits pôles.

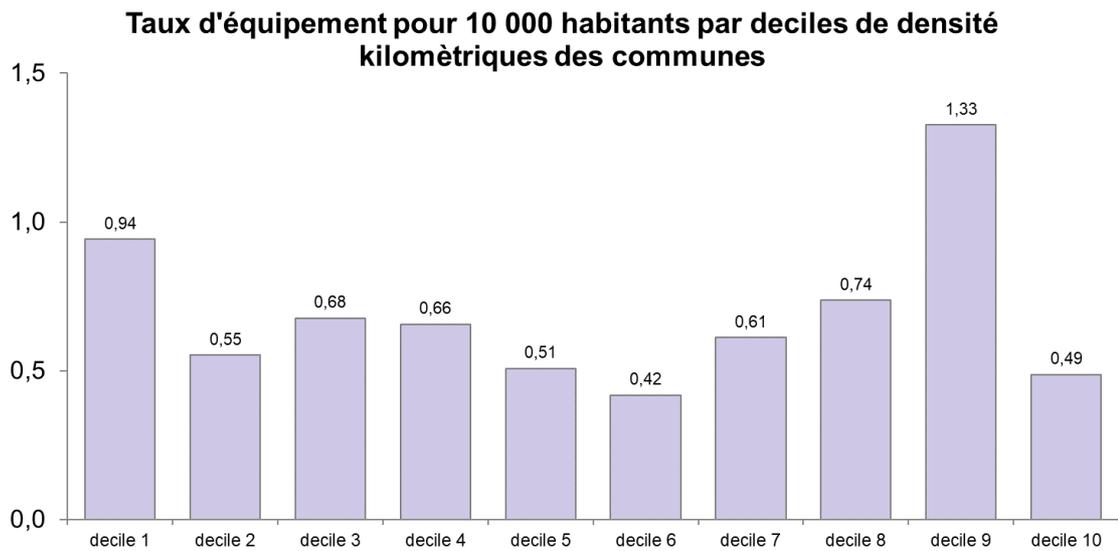
Figure 20 : Moyenne des taux d'équipements des communes par décile de niveau de vie



L'analyse des immatriculations en fonction de la **densité**¹¹² des communes met à jour la même logique. L'équipement est le plus important dans les communes **les plus densément peuplées**, ce qui est cohérent avec les taux d'équipement élevés des communes d'Ile de France. Mais les taux d'équipement sont également élevés parmi les communes **les moins denses**. On peut supposer qu'il s'agit là de deux types d'usages distincts. Un usage citadin d'une part, en zone dense et un usage en zone moins dense pour d'autres types de trajets d'autre part. Par ailleurs, les communes françaises les plus grandes – là où les densités kilométriques sont les plus faibles par conséquent – sont généralement des communes **de montagne**. On peut donc faire l'hypothèse que le relief joue un rôle important dans l'équipement.

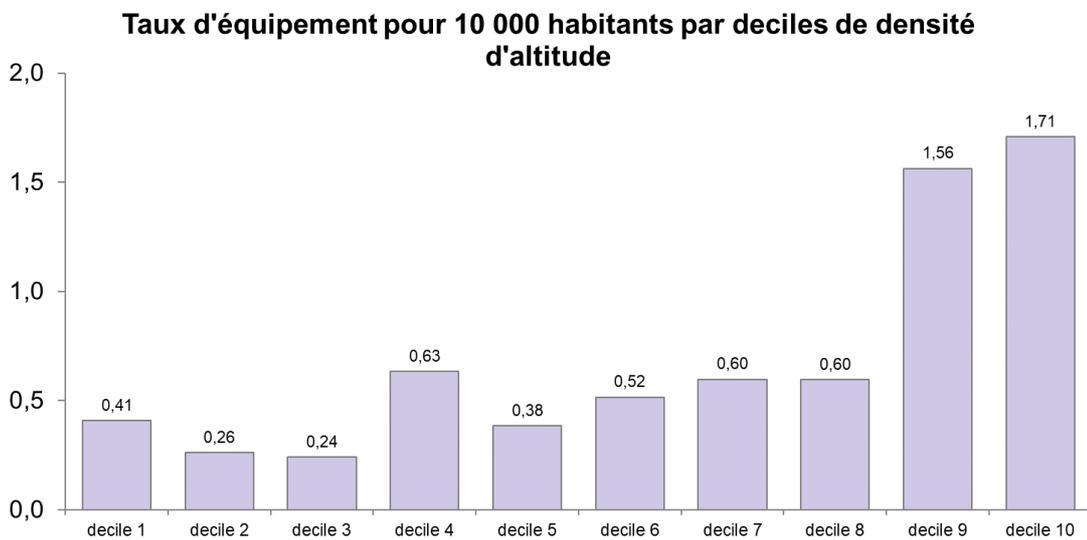
¹¹² Nous avons pris en compte la densité kilométrique entendue comme la population de la commune rapportée à sa surface

Figure 21 : Moyenne des taux d'équipement par décile de densité des communes



Cette hypothèse est vérifiée à la Figure 22. L'équipement est croissant avec l'altitude. Une régression linéaire permet d'ailleurs de montrer que la densité kilométrique n'a pas d'effet sur l'équipement lorsque contrôlée du niveau de vie des communes et de l'altitude.

Figure 22 : Moyenne des taux d'équipement par décile d'altitude des communes

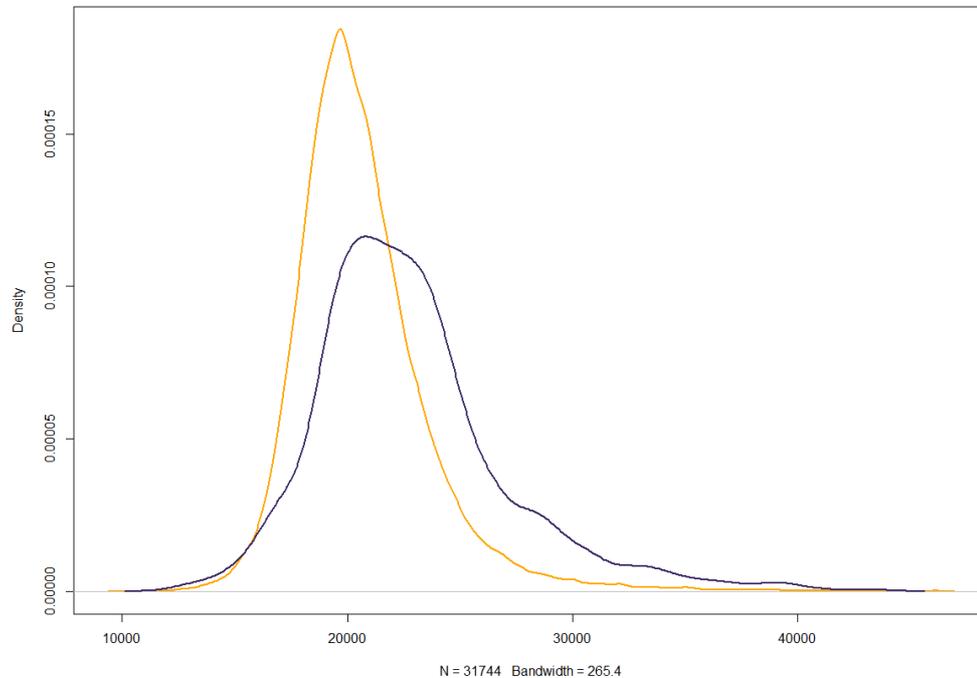


d) Des taux d'équipement croissants avec les revenus

La Figure 23 présente la fonction de densité de la médiane du niveau de vie des communes française, selon qu'au moins un speedelec y soit immatriculé ou non. On remarque que la distribution des communes

équipées est décalée vers la droite par rapport à l'ensemble des communes. Les communes équipées comptent **davantage de communes riches** que l'ensemble des communes.

Figure 23 : Fonction de densité de médiane du niveau de vie (INSEE 2015) des communes équipées (bleu) et de l'ensemble des communes (orange)



Le test de student non apparié confirme cette intuition. Réalisé sur les communes équipées d'une part et l'ensemble des communes d'autre part, il révèle une moyenne de la médiane des revenus par communes statistiquement différente entre les deux échantillons. La médiane des revenus parmi l'ensemble des communes est de **20 564 €** alors qu'elle est de **22 806€** parmi les communes équipées.

La répartition des taux d'équipement par décile montre une concentration particulière dans **le cinquième quintile constitué** de communes dans le niveau de vie est compris entre 22 000 et 46 000 €. (Voir Figure 24 : Taux d'équipement pour 10 000 habitants par quintile du niveau de vie

Figure 24 : Taux d'équipement pour 10 000 habitants par quintile du niveau de vie



e) Un potentiel en zone peu dense inexploité

Ces différents éléments présentent une **géographie et une sociologie du speedelec extrêmement spécifique**. Schématiquement, les détenteurs de speedelecs immatriculés sont des hommes, âgés de 45 à 65 ans, habitant des communes dont les revenus moyens sont élevés, situées soit dans l'agglomération d'une grande ville, soit en moyenne montagne. A ce stade encore très préliminaire de développement, le speedelec semble particulièrement **peu utilisé en zone peu dense, hors des zones de relief**.

C'est pourtant bien dans ces zones que le **potentiel du speedelec en tant que solution de remplacement de la voiture individuelle est attendu**¹¹³. L'analyse de potentiel à l'échelle nationale du speedelec menée à la suite de cet état de l'art vise précisément à objectiver la place que pourrait prendre le speedelec dans la mobilité quotidienne et à déterminer ses territoires de développement privilégiés.

¹¹³ Voir par exemple le rapport Shift Project qui évoque le speedelec comme l'une des solutions possibles pour la mobilité dans le périurbain : Shift Project, (2017). Décarboner la mobilité dans les zones de moyenne densité. Disponible sur : theshiftproject.org/wp-content/uploads/2017/11/2017-09-14_rapport_decarboner_la_mobilite_dans_les_zones_de_moyenne_densite_tsp_v2_1.pdf

Synthèse

En France les speedelecs détenus par un public très spécifique

> En France les détenteurs de speedelecs immatriculés sont des hommes, âgés de 45 à 65 ans, habitant des communes dont les revenus moyens sont élevés, situées soit dans l'agglomération d'une grande ville, soit en moyenne montagne.

> À ce stade de développement, le speedelec semble particulièrement peu utilisé en zone peu dense, hors des zones de relief.

Partie 2

Etude qualitative

1. Méthodologie

1.1 Cadre théorique

Cette étude s'appuie sur un corpus théorique, celui des « théories de la pratique » (*practice theories*). Les théories de la pratique ont pour objet la manière avec laquelle des usages particuliers s'inscrivent à l'intérieur de pratiques sociales. Au centre des théories de la pratique réside le concept de « routines » c'est-à-dire d'usages ritualisés, effectués en l'absence de rationalisation¹¹⁴.

Répétitive, structurée institutionnellement, souvent rationalisée – et donc rigide et ritualisée – dans un objectif de gain de temps et d'efficacité, la mobilité quotidienne est par nature **gouvernée par des routines**. C'est l'une des raisons pour laquelle les changements comportementaux en la matière comportent une inertie forte.

Pour autant, elles ne sont pas figées. Au cours du 20^{ème} siècle, par exemple, l'usage de la bicyclette en Europe dans la mobilité quotidienne, a fortement cru puis chuté sous l'influence de la voiture et connaît à nouveau une croissance dans le contexte de la montée des préoccupations environnementales (Larsen, 2017)¹¹⁵. C'est que les routines elles-mêmes comportent une part réflexive, sujette à des ajustements¹¹⁶. L'un des objets de cette étude est de mieux cerner les conditions de l'évolution des pratiques de la mobilité quotidienne, chez un sous-ensemble particulier de la population, celui des utilisateurs actuels de speedelecs.

Dans le cadre du présent travail sur les speedelecs, nous reprenons la typologie des pratiques établie par Shove *et al.* (2012)¹¹⁷, également utilisée par Larsen (2017) dans le contexte de la mobilité cycliste à Copenhague. Shove *et al.* distinguent plusieurs éléments qui composent les pratiques :

- Les **materials** désignent les **éléments matériels** qui permettent la pratique. Dans le cadre de notre étude, cette catégorie inclut les éléments techniques (le speedelec en lui-même, l'équipement qui l'accompagne, mais aussi les routes, voies cyclables, aménagements divers), l'environnement (le climat, la topographie) et les éléments « biologiques » (par exemple le niveau de forme physique). Compte tenu de l'importance de ces éléments, on pourrait également inclure dans le cas du speedelec, « l'infrastructure légale », c'est-à-dire l'ensemble du corpus réglementaire qui détermine à la fois la production et l'usage sur la voie publique de ces véhicules ;
- Les **compétences** se réfèrent aux **savoir-faire, compétences, techniques** qui permettent une pratique. Il pourrait s'agir ici de la maîtrise du vélo, de sa direction et de son équilibre mais aussi de la connaissance et de l'apprentissage des itinéraires optimaux ;
- Les **meanings** comprennent l'ensemble des **représentations symboliques**, des idées et des aspirations qui encadrent l'usage.

¹¹⁴ SALVADOR, Juan, « Le concept de routine dans la socio-anthropologie de la vie quotidienne », *Espace, Population, Sociétés*, 2015

¹¹⁵ LARSEN, Jonas, (2017). The making of a pro-cycling city : Social practices and bicycle mobilities, *Environment and Planning*

¹¹⁶ JARRIGEON, Anne, (2015). Les routines du quotidien à l'épreuve de la mobilité électrique, *Espace, Populations, Sociétés*

¹¹⁷ SHOVE, E., et al., (2012). The dynamics of social practice : Everyday life and how it changes, London : Sage,

1.2 Méthode d'enquête

Cette enquête se fonde sur la réalisation **d'entretiens semi-directifs auprès d'utilisateurs de speedelecs**. Ce choix est dicté par la volonté de capter non seulement des éléments factuels sur les déterminants à l'achat et l'usage des speedelecs, mais également de comprendre les représentations, qui forment l'arrière fond sur lequel se déploie la pratique du speedelec. Les méthodes qualitatives, et plus particulièrement l'entretien semi-directif, s'avèrent pertinentes pour comprendre les perceptions, le vécu, le système de contraintes et les logiques individuelles des usagers. Par une observation fine des comportements, des pratiques, des motivations et des besoins, elles présentent l'avantage de recueillir des informations à partir du discours des acteurs et du récit qu'ils font de leur réalité quotidienne. Sans orienter ou influencer leurs discours par des modalités de réponse établies a priori, cette immersion avec le sujet d'étude présente l'avantage de tendre vers l'exhaustivité des freins et des besoins spécifiques aux utilisateurs.

Le recrutement des enquêtés a été effectué de manière à diversifier les profils d'utilisateurs. Nous souhaitons en particulier limiter le risque de n'interroger que des personnes utilisatrices fréquentes et convaincues en utilisant plusieurs canaux de recrutement :

- **En contactant des utilisateurs de speedelecs sur des sites de vente**

Nous avons contacté des enquêtés sur quatre sites de ventes entre particulier : Leboncoin.fr en France ; Anibis.ch et velomarkt.ch en Suisse ; 2ememain.be en Belgique. Pour les sites suisses et belges, les annonces étaient rédigées en français ou en anglais selon la langue d'expression de la cible.

- **Via des annonces sur des forums et sites spécialisés**

Nous avons laissé des commentaires et annonces sur plusieurs forums et sites spécialisés sur la pratique quotidienne du vélo. Les sites en questions étaient les suivant : Velotaf.com ; Pedelec-Forum.de ; Cyclurba.fr ; Weelz.fr. Le webmaster nous a par ailleurs autorisé à afficher une bannière présentant notre annonce et notre projet de recherche, méthode qui s'est avérée bien plus performante que les autres.

- **De proche en proche**

A partir de contacts établis dans l'environnement professionnel de l'urbanisme et du vélo, une recherche de proche en proche a été menée. Certains enquêtés nous ont également ponctuellement fourni les coordonnées de proches acceptant d'être interrogés. Les tableaux 10, 11 et 12 présentent le profil des personnes interrogées.

2. Caractéristiques des enquêtés et pratiques de mobilité

2.1. Caractéristiques des enquêtés

L'analyse des données d'immatriculation dans le cadre de l'état de l'art avait permis de montrer que les acheteurs de speedelecs étaient surtout des hommes habitant dans des communes plus riches que la moyenne. Le taux d'équipement avait par ailleurs tendance à croître avec le niveau de revenu des communes. Nous montrons dans cette partie que la composition de notre groupe reflète ces résultats. Par ailleurs, la voiture et le vélo constituent les deux modes de transport principaux de notre groupe d'enquêtés avant l'achat du speedelec.

a) Un groupe d'enquêtés presque intégralement composé d'hommes

Notre groupe d'enquêtés est constitué de 31 enquêtés dont 20 en France, 5 en Suisse et 6 en Belgique. Les tableaux 10, 11 et 12 retracent le profil socio-économique, la description du lieu de résidence, l'équipement automobile et le type de mobilité des différents enquêtés. Sur ces 31 personnes, une seule seulement était une femme. Notre groupe d'enquêtés semble donc **surreprésenter les hommes**, déjà très majoritaires parmi les acheteurs de speedelecs.

Nos enquêtés ont **majoritairement un niveau de vie et de diplôme élevés**. On compte 12 enquêtés qui peuvent être apparentés à des cadres ou professions intellectuelles supérieures parmi les 20 enquêtés français, 3 parmi le groupe belge et 4 parmi le groupe suisse. La moyenne de l'ensemble du groupe est de 43 ans, soit 10 ans plus faible que la moyenne d'âge issue des données d'immatriculations (53 ans).

b) Des enquêtés habitant dans l'aire d'influence des grandes métropoles

Afin de mieux comprendre les lieux de vie des enquêtés, nous leur avons demandé de décrire leur commune d'habitation. Dans le cas français, nous avons également confronté cette information subjective avec un **zonage objectif**, en l'occurrence le zonage en aires urbaines de l'INSEE.

Subjectivement, la plupart des enquêtés évoquent des communes d'habitation « rurales » ou « périurbaines ». Les communes « urbaines » apparaissent plus rares.

Objectivement, la très grande majorité des enquêtés français habitent soit un **grand pôle**¹¹⁸ (15 dans le groupe français), soit **la couronne d'un grand pôle** (4 dans le groupe français). Les grands pôles en question sont les agglomérations de Chambéry, Lille, Paris, Rennes, Genève-Annemasse, Besançon. Marseille-Aix en Provence, Lyon, Grenoble. Sans qu'il soit possible de transposer exactement la typologie en aires urbaines dans les statistiques suisses et belges, les communes d'habitation des enquêtés apparaissent **également dans l'influence économique d'une métropole**. En l'occurrence, en Suisse, les métropoles de Lausanne, Neuchâtel et Genève ; en Belgique, les métropoles de Mons et Bruxelles.

La contradiction entre les définitions objectives et subjectives n'est qu'apparente. La qualification spontanée des enquêtés fait référence à une définition esthétique en termes de forme urbaine, de densité

¹¹⁸ Selon la définition de l'INSEE

et d'environnement. La qualification de l'INSEE se fonde sur un découpage économique du territoire. Ces différents éléments dessinent une **géographie convergente au sein du groupe d'enquêtés**, constitué principalement d'habitants de communes **sous l'influence d'un grand pôle économique** mais dont le positionnement géographique les situe plutôt à l'extérieur de la zone de continuité du bâti **dans des zones moyennement denses**.

L'influence économique des métropoles sur les communes d'habitation des utilisateurs de speedelecs est explicitement mentionnée par un certain nombre d'enquêtés à l'instar d'Etienne, décrivant sa commune, en bordure de l'agglomération transfrontalière de Genève comme « devenant gentiment ruraine » ou de Marc, ingénieur de 54 ans qui évoque sa commune, située dans la banlieue de Lille :

« Pas vraiment une cité dortoir, une petite commune rurale en train de se transformer parce que le flan est de la métropole lilloise n'a pas été encore colonisé par les lotissements et tout ça ».

Marc

2.2. Equipement et pratiques de mobilité

a) Des pratiques structurées par le territoire

L'ensemble des enquêtés français ont au moins une voiture dans leur ménage. C'est le cas de 5 enquêtés sur 6 en Belgique et trois sur 5 en Suisse. Le multi-équipement est répandu dans le groupe français (5 enquêtés habitent au sein d'un foyer multi-équipé), moins parmi nos enquêtés belges et suisses (1 foyer multi-équipé dans chacun des groupes). Au-delà de ces constats, l'étude de l'équipement et des pratiques de mobilité croisée avec celle des lieux d'habitation montre des habitudes de mobilité fortement **structurées par le territoire**.

Les utilisateurs des **zones denses** (définition subjective « urbaine ») sont ainsi moins multi-motorisés que les autres. Ils utilisent davantage les transports en commun ou le vélo (même si l'achat du speedelec a réduit leur utilisation du vélo). Leur utilisation de la voiture est souvent résiduelle. Elle n'est alors utilisée que comme un pis-aller lorsqu'aucun autre moyen de transport ne correspond à l'usage. Les départs en vacances ou le transport de marchandises lourdes sont des cas d'usages régulièrement évoqués par ces enquêtés, comme Edouard, ingénieur de 55 ans habitant la région parisienne :

« La voiture, je l'utilise quand on est plusieurs à se déplacer ou quand on a des trucs un peu compliqués à transporter ou des distances importantes comme se rendre sur des sites de villégiature, voir la famille.[...]. Pour les vacances, on se déplace en voiture. On va assez loin donc c'est un mode de transport, qui est intéressant parce qu'on est quatre personnes. Comparativement à des billets de transport type voie ferré, c'est plus économique. Sauf une fois où on a pris l'avion [...]. D'une façon générale, c'est plutôt la voiture. ».

Edouard

Les utilisateurs des **zones moins denses** sont dans l'ensemble davantage multi-équipés et davantage utilisateurs de la voiture. Après l'achat du speedelec, ils n'utilisent le vélo comme moyen de transport que très marginalement.

Le groupe d'enquêtés se divise en deux sous-groupes principaux, quant aux pratiques de mobilité préalables à l'achat du speedelec :

- Pour un premier groupe (11 enquêtés), le **speedelec remplace le vélo ou le VAE**. Leur forte proportion au sein de notre corpus peut s'expliquer par notre méthode de recrutement (voir méthodologie) ;
- Pour un second groupe (13 enquêtés, soit légèrement moins de la moitié), le speedelec **remplace surtout l'usage de la voiture**.

Ces pratiques préalables **sont elles-mêmes situés géographiquement**. Les anciens utilisateurs du vélo sont davantage représentés dans les zones denses.

Tableau 10 : Profil et mobilité du groupe français

| Nom | Age | CSP | Type commune d'habitation (subjectif) | Type commune d'habitation (Typologie Aires urbaines) | Equipement automobile actuel | Mode principal de transport avant l'achat du speedelec | Distance domicile-travail au moment de l'achat |
|-------------------|-----|---|--|--|-------------------------------------|--|--|
| Jaques | 60 | Professions intermédiaires | « zone montagneuse et rurale » | Autres communes multipolarisées | Une voiture | Voiture particulière | 2,5 km (dénivelé 200m) |
| Gérard | 57 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « une petite commune périurbaine » | Grands pôles | Une voiture | Voiture particulière | 10 km |
| Marc | 54 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « semi-rural » | Grands pôles | Deux voitures | Voiture particulière | 12 km |
| Hugo | 60 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « En banlieue de Lille » « Commune périurbaine » | Grands pôles | Deux voitures | VAE standard | 17 km |
| Paul | 35 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune située au centre de la MEL » | Grands pôles | Une voiture | Voiture particulière (de fonction) | 8 km |
| Edouard | 55 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « périurbain » | Grands pôles | Une voiture | Moto | 22 km |
| Paul-Marie | 43 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | Urbaine | Grands pôles | Une voiture | VAE standard | 7 km |
| Luc | 50 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune urbaine » | Grands pôles | Une voiture | Moto | variable |
| Christophe | 37 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune urbaine » | Grands pôles | Une voiture | Transports en commun | 12 km |
| François | 36 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune périurbaine, semi-rurale en périphérie de la MEL » | Grands pôles | Deux voitures (dont une électrique) | Voiture particulière | 15 km |
| Gauthier | 37 | Profession intermédiaires | « commune urbaine » | Grands pôles | Une voiture | VAE | 15 km |

| Nom | Age | CSP | Type commune d'habitation (subjectif) | Type commune d'habitation (Typologie Aires urbaines) | Equipement automobile actuel | Mode principal de transport avant l'achat du speedelec | Distance domicile-travail au moment de l'achat |
|-----------------|-----|---|---|--|--|--|--|
| Philippe | 38 | Profession intermédiaires | « commune à 20 minutes au nord-ouest de Rennes rurale » | Commune appartenant à la couronne d'un grand pôle | Une voiture (+ la voiture de sa compagne dont il ne partage pas le foyer) – se démotorise suite à l'achat du speedelec | Voiture particulière | 35 km |
| Adrien | 37 | Artisans commerçants et chefs d'entreprise | « rural, vraiment la campagne » | Commune appartenant à la couronne d'un grand pôle | Deux voitures | Voiture particulière | 33 km |
| Etienne | 55 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | Commune rurale, « qui devient gentiment rurale » | Grands pôles | Une voiture | VAE 25 | 28 km |
| Simon | 29 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune plutôt rurale » | Commune appartenant à la couronne d'un grand pôle | Une voiture | Voiture/VAE | 35 km |
| Julien | 44 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune périurbaine (5000 hab.) à 15-16 km d'une grosse ville » | Commune appartenant à la couronne d'un grand pôle | Deux voitures | VAE | 33 km |
| Lionel | 39 | Profession intermédiaires | « commune urbaine » | Grands pôles | Une voiture électrique | VAE | N/A |
| Bernard | 56 | Professions intermédiaires | « grande banlieue parisienne » | Grands pôles | Une voiture | Vélo musculaire | 17 km |
| Jeremy | 45 | Employés | « urbain » | Grands pôles | Une voiture | Vélo musculaire | variable |
| Pierre | 41 | Professions intermédiaires | « très rural » | Commune appartenant à la couronne d'un grand pôle | Une voiture | Voiture particulière | 36 km |

Tableau 11 : Profil et mobilité du groupe belge

| Nom | Age | CSP ¹¹⁹ | Type commune d'habitation (subjectif) | Equipement automobile | Mode principal de transport avant l'achat du speedelec | Distance domicile-travail au moment de l'achat |
|-------------|-----|---|--|-----------------------|--|--|
| Jean-Daniel | 52 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « très rural, vraiment isolé » | 1 voiture | Voiture particulière | 50 km |
| Victor | 46 | Professions intermédiaires | « Commune plutôt rurale dans l'agglomération bruxelloise » | 2 voitures | Voiture particulière | 35 km |
| Thibault | 35 | Ouvriers | « Petite ville » | Pas de voiture | Transports en commun | 15 km |
| Gaspard | 59 | Ouvriers | « Petite commune où la précarité est importante » | 1 voiture | VAE 25 | 26 |
| Jan | 28 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « pretty much urbanized » | 1 voiture | Transports en commun | 36 |
| Dirk | 37 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « quite rural » | 1 voiture | Moto | 25 |

Tableau 12 : Profil et mobilité du groupe suisse

| Nom | Age | CSP | Type commune d'habitation (subjectif) | Equipement automobile | Mode principal de transport avant l'achat du speedelec | Distance domicile-travail au moment de l'achat |
|-----------|-----|---|--|-----------------------|--|--|
| Jean-Yves | 43 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | Commune urbaine | Une voiture | Voiture particulière | 14 km |
| Julien | 35 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « toute petite commune » | Deux voitures | Voiture particulière | 17 km |
| Hassan | 37 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « petite commune plutôt rurale » | Pas de voiture | Vélo musculaire | 12 km |
| Gregory | 35 | Cadres et professions intellectuelles supérieures | « commune urbaine proche de Lausanne » | Pas de voiture | Vélo musculaire / transports en commun | 8 km |
| Michèle | 46 | Inconnu | Urbain | Voiture particulière | Vélo musculaire | 25 km |

¹¹⁹ Nous avons recodé en fonction des CSP françaises

b) Des enquêtés sensibles aux conséquences environnementales de leur mobilité

Les enquêtés apparaissent bien au fait des impacts collectifs de la mobilité. **Plus de la moitié d'entre eux font référence aux impacts en termes d'émissions et de pollutions locales.** Chez la plupart des enquêtés, l'usage de la voiture particulière ne semble pas particulièrement valorisé. Il est même considéré **plutôt comme une nuisance** pour une majorité. Certains propos laissent transparaître un certain embarras social et une volonté de justifier, voire de minimiser son usage. Après avoir expliqué que sa compagne disposait d'une voiture qu'ils n'utilisaient « que deux fois l'an », Luc précise :

« On est plutôt attachés à essayer de se déplacer sans utiliser de [pétrole] ; on essaie de diminuer le dégagement de CO2 via des moyens de transport néfastes pour l'air. Ça me touche quand même »

Luc - France

Les personnes interrogées – surtout en France – apparaissent, enfin, **sensibilisés aux enjeux de la mobilité électrique.** Dans le groupe français, on compte un foyer détenteur d'une voiture hybride, deux foyers détenteurs de véhicule électrique, deux détenteurs de VAE en plus de leurs speedelecs. En outre, trois enquêtés disent envisager positivement l'achat d'un véhicule électrique à moyen terme. Dans le groupe belge, un enquêté a hésité à se doter d'un véhicule électrique.

« Pour l'instant je suis dans mon optique vélo, mais il y a l'aspect véhicule électrique qui me fascine un peu, je pense plus particulièrement à la Nissan Leaf et à la Tesla Model 3, ou à la Model S mais elle est beaucoup plus chère. Pour l'instant je suis toujours dans une phase où je veux faire des économies et pour l'instant c'est le vélo. »

Gérard - France

Ce niveau élevé d'information envers la mobilité électrique entraîne parfois une critique de l'impact écologique du VE :

« Je dois dire qu'en étant écologique – bien que mon avis a maintenant changé – j'avais plus de vues sur un véhicule électrique [...] »

Thibault - Belgique

« La conversion des voitures à l'électrique, pour moi c'est juste du foutage de gueule gentiment parlant, parce que la masse des batteries ... on a un nombre de cellules incroyable, qui en terme de ressources minières... On ne change rien au problème sur le fond. »

Luc - France

Synthèse

Un groupe d'enquêtés composé en majorité d'hommes favorisés

- > Le groupe des enquêtés présente une population assez homogène composée en majorité d'hommes appartenant à des catégories sociales favorisées.
- > Géographiquement, les enquêtés se situent dans des espaces ruraux ou périurbains appartenant à l'aire d'influence économique des grandes métropoles.
- > Les pratiques de mobilité antérieures à l'achat des enquêtés sont structurées par les possibilités du territoire. Elles sont marquées par le rôle important des vélos musculaires et vélos électriques, ainsi que de la voiture particulière. Les représentations de l'automobile sont dans l'ensemble plutôt négatives.

3. Perceptions du speedelec

3.1 Une appartenance à l'univers du vélo

Après avoir mis en lumière les caractéristiques du groupe d'enquêtés, cette seconde partie vise à déceler les représentations dominantes envers le speedelec. Considéré administrativement comme un cyclomoteur, est-il pour autant ressenti comme tel par ses utilisateurs ? Nous verrons dans un premier temps qu'il est rattaché à l'univers mental du vélo, même s'il s'en distingue par l'importance des dimensions techniques et fonctionnelles. Nous analyserons ensuite les différents rapports à la norme en fonction des cultures nationales, des espaces de circulation et des types de réglementation.

a) L'action de pédaler raccroche le speedelec à la catégorie des vélos

Afin d'évaluer les perceptions du speedelec par ses utilisateurs, nous avons demandé aux enquêtés de décrire leur « véhicule »¹²⁰. Interrogés sur la nature de leur speedelec, **l'ensemble des utilisateurs évoquent « un vélo »**. Par ailleurs, le terme de « vélo » est systématiquement employé par les enquêtés de manière naturelle dans la suite de l'entretien pour décrire leur speedelec.

« Ce matin, je suis venu en vélo depuis Vincennes. Je mets un quart d'heure donc c'est cool. »

Paul-Marie – France

C'est le fait de devoir pédaler qui permet d'identifier le speedelec à la catégorie des vélos. Plusieurs utilisateurs, comme Adrien, ci-dessous, insistent sur l'importance de l'effort physique, parfois mal pris en compte au moment de l'achat. Les utilisateurs enquêtés estiment que le niveau d'effort est comparable à celui d'un vélo. L'assistance électrique apparaît surtout comme un moyen d'augmenter la vitesse à niveau d'effort comparable.

« C'est super agréable parce qu'on n'a pas des temps d'attente au feu rouge. Mais ça reste quand même un vélo donc si on pédale pas, ça avance pas. Les premières fois où je suis arrivé au boulot j'étais trempé. Parce qu'en plus on est pris dans la circulation et on ne veut pas gêner les voitures et on a tendance à pédaler pour ne pas gêner la circulation et c'est physique. Je pensais que c'était comme un scooter. Mais en fait c'est comme un vélo. On pédale autant qu'à vélo mais on va plus vite »

Adrien – France

¹²⁰ Pour cette question, nous sommes attachés à utiliser le terme neutre de « véhicule » afin de ne pas influencer le choix du terme par les enquêtés

« Pour moi c'est comme si j'achetais... c'est comme une voiture. C'est un moyen de déplacement qui s'apparente plus à un véhicule comme un autre, une petite voiture, une petite voiture électrique ou quelque chose comme ça. Je prends ça comme un véhicule de transport, l'usage que j'en ai c'est ça. »

Marc - France

Parmi cette représentation majoritaire, il convient de noter le **positionnement particulier des utilisateurs de la marque suisse Stromer**, chez qui les aspects esthétiques, les références à la dimension sportive et de luxe prédominent, ce qui correspond au positionnement marketing et à l'image que souhaite donner cette marque.

« Il est beau, noir, il est assez sobre, assez simple. Tous les fils sont cachés. C'est une belle machine. »

Julien - Suisse

« C'est la Tesla du vélo électrique. »

Jean-Daniel - Belgique

Bien que considéré comme un vélo, le speedelec semble donc **spécifique dans ses représentations**. Il apparaît comme un objet fonctionnel, fortement rattaché au monde du travail et de la mobilité quotidienne, alors que la dimension de plaisir et surtout celle de loisir apparaissent très secondaires.

1.2. Des rapports à la norme différents en fonction de la nationalité

Gössling (2013)¹²¹ évoque un processus de « normalisation » à l'œuvre à Copenhague durant la décennie des années 1990 qui a permis de transformer une **culture de niche en une « culture vélo », composante légitime des pratiques *mainstream*** du transport. Parallèlement à sa normalisation, la pratique du vélo en tant que moyen de transport s'est aussi « dépolitisée » au sens où elle ne représente plus en enjeu ni pour ses soutiens, ni pour ses contempteurs. Dans le cadre de la présente enquête sur le speedelec, l'analyse des différents terrains a permis de mettre au jour des pratiques et des représentations ancrées dans ces pratiques relativement dissemblables. L'opposition entre les cas français et suisse est la plus flagrante.

a) En France, un usage souvent revendicatif

En France, la pratique du « speedelec » semble marquée par l'existence d'une **logique de concurrence vis-à-vis des autres modes**. Deux enjeux distincts doivent ici être distingués : celui de la coexistence avec les voitures d'une part et celui de la coexistence avec les autres modes (vélos, piétons, engins de déplacements personnels, trottinettes, deux roues motorisés), d'autre part.

La coexistence avec les modes mêle des enjeux matériels et symboliques. **Vis-à-vis des voitures**, l'impression générale est celle d'une **sensation de danger continu** associé à un **sentiment d'infériorité et d'invisibilité** sur la route. Plusieurs enquêtés mettent en cause les représentations des automobilistes, qui

¹²¹ Gössling, S, « Urban Transport Transitions : Copenhagen, city of cyclists », *Journal of Transport Geography*, 33

ne semblent pas prêts à considérer le vélo en général – et donc le speedelec, qui n’est pas distingué des autres vélos par les automobilistes – comme un moyen de transport pleinement légitime sur la route.

« En fait, en France, on a pas la culture vélo. Du coup, les automobilistes ont du mal à partager la route et à changer leurs habitudes. C’est pas comme la Hollande. Ils vivent avec ça, ils dorment avec ça. »

Jérémy - France

À cette insuffisante prise en compte des vélos, qui est de l’ordre du symbolique, s’ajoute un **problème réglementaire**. La réglementation actuelle interdit l’usage du speedelec sur les pistes cyclables et l’impose sur la chaussée. Or, l’attitude des automobilistes rend la circulation des speedelecs sur la chaussée dangereuse. **Pris en étau entre la réglementation et l’usage des automobilistes**, les utilisateurs de speedelecs se trouvent dans une situation délicate. L’exemple de Philippe permet de mieux saisir les enjeux. Policier municipal dans une petite ville, il adopte une attitude légaliste : il a posé sa plaque minéralogique sur le vélo et s’efforce de rouler sur la chaussée. Il note toutefois que les automobilistes tolèrent avec difficulté la présence sur la chaussée d’un véhicule qu’ils assimilent à un vélo. Régulièrement mis en danger, il se voit forcé d’enfreindre la loi, alors qu’il ne le souhaiterait pas.

*« Le speedbike n’est pas autorisé sur les pistes cyclables. Vu notre vitesse, on ne peut pas se permettre de [le faire]. Malheureusement des fois [j’y suis] contraint parce que j’ai des **automobilistes qui sont pas tolérants** du tout : ils n’hésitent pas à me frôler voire à me klaxonner, me mettent en danger. Sur cette portion-là je me mets sur la piste cyclable. Je suis obligé, parce que sinon, ... Il y a une évolution à apporter là-dessus, sur l’information... Ils ne comprennent pas qu’un vélo se mette sur la route et pas sur la piste cyclable. »*

Philippe - France

L’attitude des voitures et la réglementation font donc des utilisateurs de speedelec **une composante du groupe plus large des utilisateurs de vélos dans leurs relations avec les automobilistes**, qui est vécue le plus souvent sur le mode de l’antagonisme.

Dans les **zones urbaines cependant**, où les enjeux de partage de l’espace sont les plus forts, un deuxième enjeu concerne le partage de l’espace public **avec les autres modes**. Là encore, questions matérielles et symboliques sont liées. Le problème matériel est celui de la construction et de la conception des infrastructures cyclables, auxquelles il est reproché de créer des conflits d’usage. Dans Paris, par exemple, plusieurs enquêtés mettent en cause des infrastructures cyclables insuffisamment séparées des piétons, ce qui provoque des accidents et un sentiment d’insécurité continuels peu propices à une utilisation intensive. En d’autres termes, **l’infrastructure créerait les conditions d’une rivalité entre modes**.

« Le grand problème des pistes cyclables c’est les piétons qui sautent sur la piste cyclable, qui jaillissent entre deux voitures. Tous les accidents que j’ai eus en vélo c’était à chaque fois avec des piétons. »

Paul-Marie - France

A cela s'ajoute un **enjeu symbolique**. Dans un contexte urbain marqué par la concurrence pour l'espace au sein de densités fortes, l'interdiction de rouler sur les pistes cyclables est vécue comme une **injustice vis-à-vis des autres modes**. Dans cette configuration, les utilisateurs de speedelec ne se vivent **plus comme partie prenante** des groupe des utilisateurs de vélos puisque la réglementation actuelle fait des autres modes **des concurrents**. Ainsi, si l'on résume, les utilisateurs de speedelecs se vivent comme membre d'une communauté des utilisateurs de vélo face aux voitures, mais dans une position solitaire face aux autres modes en milieu urbain.

« Déjà il n'y a strictement rien qui encouragerait les utilisateurs de vélo à respecter la limitation. Pourquoi est-ce que je serais limité à 25 quand il y a des patinettes, des skateboards ; des gyropodes qui roulent plus vite, sont plus dangereux et ne sont pas contrôlés. Les trottinettes électriques d'un point de vue sécurité, ça devrait être interdit. »

Christophe - France

Ces différents éléments s'ajoutent et participent chez certains enquêtés d'une **culture politiquement revendicative**. Le vocabulaire de Paul-Marie dans le témoignage ci-dessous témoigne d'une certaine tension. Il s'en prend violemment au cadre légal actuel et conditionne son respect de la réglementation à des mesures équivalentes pour les modes, avec lesquels il s'estime en compétition.

« Mais ce que je n'aimais pas avec le VAE classique, c'est d'être plafonné à 25 : moi je trouve ça complètement con. Je vais plus vite avec mon vélo classique. [...] Le fait de rendre obligatoire la plaque d'immatriculation, c'est un truc réhibitoire. Après le casque, je suis pas opposé au port du casque sur le speedpedelec – sur le VAE je trouve ça complètement débile. »

Paul-Marie - France

« La vitesse c'est un des problèmes de l'accidentologie, c'est un problème en ville je le nie pas. Mais tant qu'il y aura des voitures et des scooters qui roulent à plus de 30 km/h, je revendique le droit de faire pareil [il tape du poing sur la table]. »

Paul-Marie - France

Ce type d'attitude « politique » n'est cependant **pas représentative de l'ensemble des enquêtés français**. Il semble même restreint à un profil d'utilisateur particulier : **enquêtés urbains, appartenant aux idéaux-types « militant écologiste » et « rationnels temporels »** (voir typologie ci-dessous).

Cette attitude constitue une **polarité du continuum des attitudes face à la norme**. Elle s'oppose à un autre type d'attitude plus individualiste davantage représentée chez les « hédonistes » (voir typologie ci-dessous). Pour ces derniers, les modalités de l'usage du speedelec et notamment la question du danger sont avant tout des questions d'arbitrages individuels. Il n'est alors pas question de revendications politique. Au contraire, le risque est assumé, présenté comme pris en pleine connaissance de cause. Paul, à son compte dans le conseil en ingénierie, apparaît symptomatique de cette dernière attitude :

« Après c'est le mec qui est dessus. Oui c'est dangereux. Je suis un ancien motard jusqu'à la naissance de ma fille. La moto c'est dangereux, le vélo c'est dangereux. Quand on traverse un carrefour au feu rouge, il faut savoir ce que l'on fait. Parfois c'est moins dangereux de traverser au feu rouge que au feu vert, parfois c'est moins dangereux d'être sur la voirie que

sur une bande cyclable [...] J'ai acheté un speedbike en me disant qu'avec ne nombre de kilomètre parcourus à l'année (près de 600), j'allais tomber. Je suis tombé. Je suis tombé deux fois l'année dernière et une fois cette année. Tout ça je le savais. Il faut être vigilant pour les autres. »

Paul - France

Si les discours diffèrent, on vient de le voir, les pratiques semble en revanche converger. Elles sont marquées par le **refus généralisé d'accrocher la plaque minéralogique sur le véhicule**, le **choix de rouler sur les pistes cyclables** et enfin le **non-respect des feux de signalisation** en ville. Selon les types d'individus, ces pratiques sont justifiées sur des bases plus ou moins politiques ou pragmatiques. Le non-respect des feux en ville est vu à la fois comme une revendication politique et comme une pratique permettant plus pragmatiquement de gagner du temps dans un arbitrage cout-temps contraint. De la même manière, le refus de porter les plaques est l'affirmation d'une position de principe et aussi une manière d'éviter la verbalisation après une infraction au code de la route. Le choix de rouler sur les pistes cyclables est l'affirmation d'une appartenance à la catégorie des vélos et une volonté, plus simplement, de se soustraire à la sensation de danger. Ici, Edouard choisit par exemple une argumentation pragmatique pour justifier son refus de poser les plaques minéralogiques sur le vélo :

« Malgré tout le fait que vous soyez immatriculés, ça vous contraint parce que le véhicule peut être verbalisé. Très concrètement, il y a des tronçons de route où la vitesse est réglementée à des niveaux assez bas, notamment 30 km/h. Je suis bien au-delà des 30. Il y a un radar. Le fait d'avoir une plaque minéralogique me rend susceptible d'être flashé, contrôlé par les forces de l'ordre. Cela me gêne. Donc j'ai une carte grise mais la plaque n'a pas été frappée et elle est pas posée sur le vélo. »

Edouard - France

b) En Suisse, une culture à la fois plus « mainstream » et respectueuse des règles

Le groupe suisse ne compte pas d'enquêtés politisés. Contrairement à ce qui est observable parmi les enquêtés français, la réglementation des speedelecs ne semble pas soulever d'opposition de principe. Interrogé pour savoir s'il considère l'immatriculation comme une gêne, Julien semble avoir complètement intériorisé cette contrainte :

« Non, non non ça faisait partie du choix du vélo. »

Julien - Suisse

Les enquêtés suisses immatriculent leur vélo de manière automatique dans le cadre semble-t-il d'une routine d'achat :

« Pour l'immatriculation je sais plus. Tout a été pris en charge par le fournisseur, le magasin de cycle. Tout a été compris dans le prix d'achat donc je n'ai pas eu besoin de m'en occuper. »

Jean-Yves - Suisse

De la même manière, on ne discerne **aucune revendication** d'espace supplémentaire sur la chaussée ou de modification de la réglementation en vigueur. En termes de pratique, les utilisateurs suisses semblent également **plus enclins à respecter le code de la route que les utilisateurs français**.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces différences. On peut d'abord penser que le **respect extérieur des normes** est plus développé en Suisse qu'en France. Mais on peut également supposer que les **règles suisses satisfont davantage les utilisateurs de speedelecs, qui par conséquent les appliquent**. En effet, pour rappel, les utilisateurs de speedelec peuvent rouler en Suisse sur les pistes cyclables.

c) En Belgique, une situation proche de celle décrite en Suisse

Les utilisateurs belges enquêtés semblent plus proches de l'attitude des enquêtés suisses. Ils n'ont en général pas de position politique très affirmée. Le registre utilisé demeure pragmatique et ne relève pas de la polémique, comme on a pu l'observer chez certains enquêtés français, ce qui n'empêche pas des pratiques parfois dangereuses : l'essentiel est qu'elles ne semblent pas motivées idéologiquement.

« Ça a été relativement simple parce que le vendeur a tout réglé. [...] J'ai reçu une plaque d'immatriculation par la poste. Ça a été simple »

Victor - Belgique

En termes de pratiques, les enquêtés ne mentionnent pas de comportement spécifique vis-à-vis du respect des feux de signalisation. L'immatriculation et la pose des plaques ne semble pas non plus sujette à controverse. En revanche, l'usage sur la chaussée est marqué par l'opportunisme (voir ci-dessous pour une description plus complète des pratiques).

« En Belgique, il y a des pistes cyclables sur lesquelles, il est interdit de les utiliser. Donc on doit rouler sur la route. Mais, souvent, quand c'est trop dangereux, je roule sur la piste cyclable quand même¹²². »

Dirk - Belgique

Face à une situation qu'ils estiment dangereuse, les enquêtés roulent sur les pistes cyclables même si c'est interdit. Ils adaptent alors leur vitesse à celle des VAE classiques :

« La réglementation est plutôt bonne mais la manière avec laquelle les villes et les collectivités locales adaptent les panneaux de signalisation aux nouvelles règles n'est pas bonne. Par exemple, ici à la maison, je roule d'un bout à l'autre de la ville. Sur la plus grande part du trajet, on peut utiliser la piste cyclable mais juste à deux endroits dangereux, ils ont changé les panneaux de signalisation. Et, bien sûr, moi aussi, je reste sur la piste cyclable parce que c'est dix fois plus sûr. Je ne roule pas à 45 km/h, juste à 20, et c'est la chose la plus sûre à faire¹²³. »

Jan - Belgique

¹²² Verbatim en langue originale : "there are several cycle lanes on which it is forbidden to us them. Then we have to ride on the roads. But often when it is too dangerous, I use the cycle lane anyway".

¹²³ Verbatim en langue originale : "Regulation is actually quite good but the way cities and local communities adapt the road sign to the new rules, it is just not good. For example, here at home I drive from one side of the city to the other side. For most part you can use the cycle lane but just at two very dangerous points, they changed the road signs. And of course, me too, I stay on the cycle lane because it's ten times safer. I don't drive 45 km/h, I just drive 20, and it's the safest thing to do".

Synthèse

Des représentations proches de celles du vélo

- > L'acte de pédaler associe le speedelec aux représentations du vélo
- > Les représentations du speedelec sont dominées par les aspects techniques et fonctionnels
- > En France, la réglementation implique l'appartenance à une « culture vélo » par rapport aux voitures mais un relatif isolement par rapport aux autres modes en milieu urbain, avec lesquels les utilisateurs de speedelecs sont plutôt dans un rapport de rivalité
- > Certains enquêtés français présentent une attitude politique revendicative qui s'oppose à une culture du speedelec plus « mainstream » en Suisse

4. Processus et raisons de l'achat de speedelecs

4.1 Processus d'achat

On se propose dans cette partie d'analyser le processus de changement modal vers le speedelec. Nous montrons d'abord que la mobilité quotidienne constitue un rituel rigide, peu propice aux changements. Certaines circonstances particulières sont donc nécessaires à une modification des habitudes, que nous analysons. Dans un second temps, nous relevons les différentes raisons qui concourent à l'acquisition d'un speedelec. Ces différentes raisons dessinent des figures-types des utilisateurs de speedelec.

a) Un objet peu connu en France et en Wallonie, davantage répandu en Suisse et en Flandre

Il convient avant toute chose de remarquer que la démarche d'achat du speedelec est différente entre la France et la Wallonie d'une part, et la Suisse et la Flandre d'autre part. En France et en Wallonie, le speedelec **est encore un objet de mobilité très peu répandu**. En Flandres et en Suisse, il s'agit d'un moyen déjà relativement connu du grand public. La distinction est d'ailleurs explicitée par Gregory, citoyen français habitant et résidant en Suisse depuis longtemps.

« Depuis très longtemps, en Suisse le speedelec est pas du tout comme en France [...]. En Suisse je pense que 50 % du marché c'est quasiment des speedelec. Là je suis devant mon entreprise je regarde les vélos alignés, 50 % des vélos sont électriques, et sur 11 VAE il y en a 6 avec des plaques. »

Gregory - Suisse

Aussi, quatre des cinq enquêtés suisses connaissaient à l'avance l'objet speedelec. Ils avaient eu l'occasion d'en parler entre collègues, avaient pu en observer en ville ou sur la route. Dans cette configuration, **l'acte d'achat est relativement aisé**. Hassan, citoyen suisse, explique en quelques mots une démarche qui semble aller de soi :

« En fait, je me suis intéressé au vélo électrique par moi-même et puis il y a une marque ici en Suisse qui s'appelle Stromer qui fonctionne bien. Je suis allé essayer dans un magasin et puis j'y étais très sensible et voilà je l'ai acheté. »

Hassan - Suisse

De la même manière, Jan explique que les speedelecs sont une solution désormais bien connue en Flandre.

« Ils sont très populaires autour de chez moi. Mes collègues en ont un. Ils sont vraiment visibles à Anvers. Ils sont à peu près partout. On parle beaucoup des speedelecs dans les medias parce que certains utilisateurs de speedelecs roulent comme des cow-boys, ce qui est vraiment dommage »¹²⁴

Jan - Belgique

¹²⁴ Verbatim en langue originale : "There are kinda just really popular in the area. My colleagues have one. They are really visible in Antwerp. They are pretty much everywhere. They are a lot in the news because some speedelec drivers act like cowboys, which is a pity."

La situation est toute autre pour les utilisateurs français dont la plupart ont **connu le speedelec incidemment**, en menant une réflexion sur les solutions alternatives à leurs pratiques de mobilité du moment. Le processus est bien décrit par Gérard :

« En fait je cherchais un moyen pour aller au travail en vélo. C'était un peu compliqué, enfin avec un vélo normal on transpire et quand on arrive il fallait reprendre une douche et avoir des vêtements de rechange etc. et c'était un peu compliqué à l'endroit où je travaille. Donc j'ai commencé à me renseigner sur les vélos électriques, enfin ça fait 4-5 ans que je l'ai enfin... et voilà sur des revues je suis tombé sur des échanges, sur des vélotafs¹²⁵, où les gens parlaient du vélo à assistance électrique rapide, et j'ai commencé à m'intéresser à ce sujet-là, donc à regarder différentes documentations. Après j'ai été dans un magasin pour voir à quoi ça ressemblait, et puis en fait ce qui m'a décidé c'est qu'en fin d'année il y avait une promotion assez intéressante, il y avait un déstockage sur les vélos, et celui-là je l'avais repéré donc je l'ai acheté et puis après je l'ai utilisé. »

Gérard - France

C'est à l'occasion de recherches menées sur le vélotaf que Gérard découvre l'existence du speedelec. Il mène alors des recherches complémentaires spécifiques et se rend en magasin pour essayer l'engin. Par rapport aux enquêtés déjà familiarisés avec ce moyen de transport, la démarche est plus longue, le temps de réflexion et de documentation plus important.

b) Une démarche d'achat majoritairement « réflexive »

Malgré ces différences, la plupart des enquêtés partagent une démarche d'achat que l'on pourrait qualifier de réflexive. Compte-tenu de son prix, on n'achète pas de speedelec « sur un coup de tête ». On n'achète pas non plus un speedelec « pour lui-même » par exemple pour gagner en prestige ou du fait de l'esthétique propre à l'objet. L'achat du speedelec est la plupart du temps la **conséquence de l'apparition et de la formulation d'un problème dans les pratiques de mobilité** ainsi que décrit à la figure 26.

Dans la plupart des cas, la conceptualisation du problème a précédé – parfois de longtemps – l'achat du speedelec. Dans certains cas, notamment en France, du fait de la faible notoriété de ce type de véhicule, il a même précédé la connaissance de l'existence d'un tel véhicule.

Dans des cas plus rares (3 sur l'ensemble des enquêtés), c'est à l'occasion d'un essai de speedelec ou de VAE 25 que l'enquêté réalise qu'il désire modifier ses pratiques de mobilité. C'est le cas par exemple de Victor, technicien dans l'industrie aéronautique habitant l'agglomération bruxelloise. Son voisin, qui travaille pour le Ministre Wallon de la mobilité, lui fait découvrir le vélo électrique à travers l'initiative ministérielle « je teste électrique » (mise à disposition un vélo électrique pendant une période de l'ordre de deux semaines).

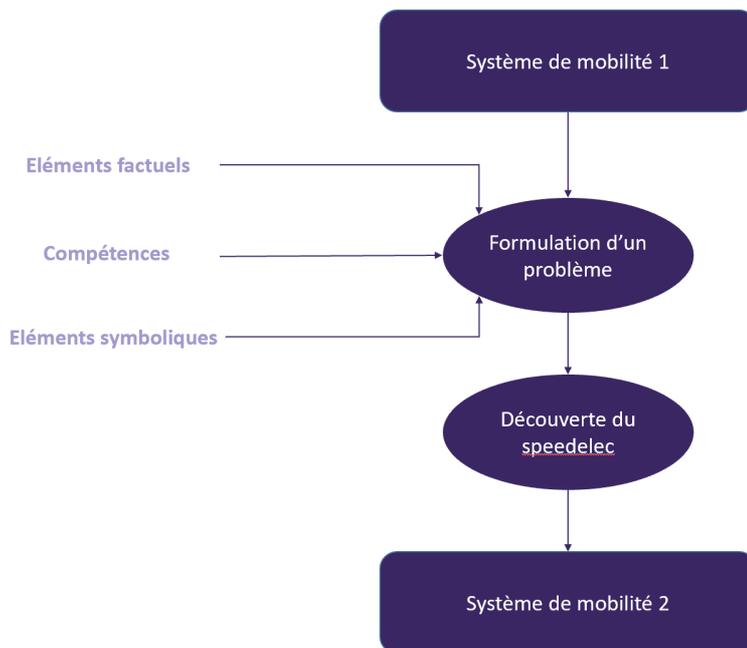
« J'ai fait mon trajet domicile travail avec ce vélo de prêt et je dois dire que j'ai assez séduit par la formule. Mais mon trajet était trop long. »

Victor - Belgique

¹²⁵ Vélotaf : trajet domicile-travail effectué en vélo

Appréciant le trajet en vélo électrique mais constatant que son vélo n'est pas assez rapide pour couvrir sa distance domicile travail dans un délai raisonnable, il se tourne vers les speedelecs. Ces cas sont toutefois rares. La plupart du temps, **la formulation du problème préexistait à la recherche de l'achat du speedelec.**

Figure 26 : schématisation du processus d'achat typique d'un speedelec



c) Un changement de « système de mobilité » surtout lié à une modification de la perception des nuisances automobiles et de la nécessité du sport

Ainsi qu'on l'a noté en introduction, les déplacements quotidiens sont d'ordinaires régis par des **rutines**. Effectués de manière automatique, souvent en l'absence de retour critique, ils sont peu sujets à des changements de perception brusque. La mobilité quotidienne est souvent **enchâssée dans un réseau dense d'activités**. Modifier ces pratiques c'est prendre le risque de modifier une mécanique bien huilée : prendre du retard au travail, ne pas arriver à temps pour récupérer les enfants à l'école etc... En outre, modes de transport et programmes d'activités spatiales sont solidaires¹²⁶ créant un « **système de mobilité** » rigide. Dans quelles conditions cet équilibre extrêmement stable peut-il être perturbé ? Répondre à cette question, c'est rechercher les circonstances favorables au changement de comportement de mobilité.

Dans l'analyse du processus d'achat, il convient d'opérer une distinction claire entre les **circonstances** propices au passage d'un système de mobilité à un autre et les **raisons** qui font préférer à un enquêté un **moyen** de mobilité plutôt qu'un autre. Parfois ces deux notions sont assez proches. Par exemple un individu

¹²⁶ BUHLER, Thomas, (2012). Éléments pour la prise en compte de l'habitude dans les pratiques de déplacements urbains : Le cas des résistances au changement de mode de déplacement sur l'agglomération lyonnaise, Thèse de doctorat en Urbanisme, aménagement

peut trouver que son temps de transport quotidien est trop long. Il décide alors de changer de moyen de transport pour en adopter un autre, plus rapide. Les circonstances du changement de mode sont une modification de la perception du temps d'attente. La caractéristique recherchée dans le nouveau mode est une plus grande rapidité. Il peut arriver cependant que les deux notions ne coïncident pas du tout. Si par exemple, un individu marche habituellement de son domicile à son lieu de travail mais qu'un déménagement rend subitement le trajet impossible à faire à pied, les circonstances du changement de mode sont le déménagement en lui-même. Les caractéristiques recherchées seront celles qui conviennent le mieux au nouveau trajet en fonction des préférences de l'individu en question. Dans ce cas, circonstances du changement de mode et caractéristiques recherchées sont des notions tout à fait différentes. C'est pourquoi on se propose d'analyser d'abord les circonstances propices au changement de système de mobilité et dans un second temps les raisons qui ont fait préférer le speedelec dans l'éventail des situations possibles.

Cette prise de décision en deux temps est parfois mentionnée explicitement par les enquêtés.

Etienne, par exemple, habitant de 55 ans de la partie française de l'agglomération genevoise explique que les nuisances automobiles l'ont d'abord incité à changer de mode. Puis, dans un second temps, il s'est intéressé au mode de remplacement. Intéressé en premier lieu par le VAE 25, il s'est tourné vers le VAE 45 compte tenu de la pente et de la distance à parcourir.

Parfois, cependant, le changement de comportement et la décision de se tourner vers un nouveau mode se font dans un même mouvement. La volonté de passer à un nouveau mode est aussi l'une des causes du changement : il est alors plus difficile de distinguer deux étapes claires au processus d'achat. Dans les développements qui suivent, on accentue le fractionnement du processus décisionnel dans un but d'analyse, même s'il est parfois plus fluide.

On se propose de réutiliser ici la typologie proposée par Larsen (2017) afin d'explicitier les différents types de changements de circonstances pouvant donner lieu à un changement des comportements de mobilité. On abordera par la suite les raisons de l'achat.

Cas d'une modification des éléments factuels

Dans un certain nombre de cas, la décision de modifier le « système mobilité » est la résultante d'un changement des éléments objectifs de la mobilité. Dans le cas de nos enquêtés, il s'agit d'une modification des **conditions de réalisation de la mobilité quotidienne**.

Il peut d'abord s'agir d'un **changement du lieu de travail**. Thibault, par exemple, citoyen belge résident à Mons était auparavant en recherche d'emploi. L'obtention d'un poste d'intérimaire crée une nouvelle demande de mobilité non prévue initialement, ce qui l'oblige à faire l'acquisition d'un moyen de transport.

« J'ai pu décrocher une place en tant qu'intérimaire chez XXX. Là je me suis rendu compte qu'avec un vélo classique ça ferait un peu loin à faire tous les jours. C'est ce qui a motivé l'achat de vélo électrique. Je n'étais vraiment pas axé vélo électrique à l'époque. [...] C'est en me renseignant sur internet, en parcourant certains forums, que j'ai vu quelques personnes qui parlaient de ça. C'est ce qui a aiguillé mon choix vers ce moyen de transport que je ne regrette pas. »

Thibault - Belgique

Les **déménagements** constituent l'autre grand facteur de modification du « système de mobilité ». En déménageant à une distance plus éloignée de son lieu de travail, Hassan ne peut plus venir travailler en vélo :

« J'ai eu un déménagement du centre-ville de Genève vers une commune plus éloignée, périurbaine et rurale. Et j'ai toujours été cycliste, mais sans assistance électrique. Dans le choix d'aller habiter dans cette nouvelle commune, la condition pour moi était de pouvoir continuer à aller travailler en vélo. Donc le choix de l'assistance électrique a été fait puis celui du speedelec. Donc ce sont deux raisons. Première raison : le déménagement et le fait de vouloir maintenir un déplacement cycliste. Et la deuxième raison, c'est le fait d'avoir un enfant à la crèche en bas âge qui va à la crèche dans une autre commune et l'obligation du coup de l'amener à la crèche en vélo. Cela a joué dans le fait que j'avais hésité dans mon achat entre un vélo de course sans assistance et qui permettrait d'aller aussi vite à mon travail et d'y revenir. En revanche, le choix vers le speedelec était justifié par le fait qu'il y avait un siège pour mon enfant. Que j'ai des sacoches pour le matériel pour lui et moi. »

Hassan - Suisse

Les **renouvellements de véhicules** sont également l'occasion de reconsidérer de manière critique ses pratiques de mobilité. Paul est un grand utilisateur de la voiture. Extrêmement actif, il rationalise autant qu'il le peut ses temps de trajet en menant ses appels téléphoniques depuis son véhicule. Pourtant, la perte de son véhicule de fonction est l'occasion de réaliser que la mobilité quotidienne en voiture particulière ne correspond pas à ses convictions écologiques.

« En changeant d'employeurs, j'ai perdu une voiture de fonction et là [...] plutôt que d'en recommander une nouvelle, je me suis dit que c'était quand même dommage – étant adjoint au maire – de payer des primes de vélo électrique et de reprendre une activité sur une voiture neuve. Donc je me suis dit je n'ai pas de voiture, je n'ai pas vocation à racheter une voiture, je vais peut-être réfléchir un peu plus au vélo. »

Paul - France

Le **changement objectif – ou perçu – des conditions de réalisation de la mobilité quotidienne** peut être facteurs de modification des comportements. Etienne, par exemple, habitant dans la partie française de l'agglomération de Genève, constate une évolution démographique importante dans la région, ce qui entraîne une augmentation du trafic et des bouchons avec pour corollaire une hausse de la « durée du trajet, du stress, des incivilités ». Il estime que la durée de son trajet quotidien jusqu'à son lieu de travail a été multipliée par deux depuis son installation dans la région. Face à cette situation, il décide de changer de moyen de transport principal. Autre exemple, la hausse soudaine du prix du stationnement ou des transports en commun peut entraîner une prise de conscience et une volonté de modifier ses pratiques. C'est le cas ici de Christophe :

« Pour une question vraiment pratique de stationnement devenu payant du jour et lendemain s'est posée la question de vendre une des deux voitures pour passer au vélo. »

Christophe - France

Enfin, les **conditions réglementaires** apparaissent particulièrement structurantes dans la pratique du speedelec. Les conditions de réalisation de la mobilité quotidienne peuvent donc être également modifiées par des changements dans la législation relative à la circulation des speedelecs. Dans le témoignage ci-dessous, c'est à la suite de l'annonce d'un changement de réglementation que Gaspard s'est doté d'un speedelec. A cet égard, il est intéressant de constater un certain flou – sans doute préjudiciable à la pratique du speedelec – dans la connaissance de la réglementation puisqu'à notre connaissance ces véhicules n'ont jamais été interdits de rouler sur la route en Belgique. Le changement de réglementation semble avoir joué un rôle de **signal incitatif** à la pratique même si son contenu matériel est mal maîtrisé.

« La législation en Belgique a eu du mal par rapport à la Suisse, on n'autorisait pas les speedelecs sur la route. Je me suis dit : dès que la législation passe, c'est une question d'années, je m'en prendrais un »

Gaspard - Belgique

Cas d'une modification des « compétences ».

Trois cas peuvent ici être distingués. En premier lieu, l'expérience d'un **changement modal parmi les pairs** semble avoir joué un rôle positif. Luc par exemple, résident de Vincennes de 50 ans est déjà fortement sensibilisé aux questions de mobilité. Mais c'est l'expérience de l'achat d'un speedelec par un ami qui lui donne envie de sauter le pas et d'abandonner son scooter pour se rendre au travail.

« XXX, je lui ai demandé où est ce qu'il avait acheté son vélo, j'ai commencé à rechercher sur Internet des comparatifs »

Luc - France

Des **expériences de sensibilisation** aux enjeux de la mobilité menées en entreprise semblent avoir également joué un rôle dans la modification des comportements. Deux enquêtés français sont dans ce cas.

Enfin, l'**expérience individuelle préalable d'un vélo à assistance électrique limité à 25 km/h** semble avoir incité de nombreux enquêtés à changer de mode et à passer par la suite au VAE 45. Environ un tiers des enquêtés a ainsi utilisé un VAE 25 avant de se doter d'un VAE 45. L'expérience du pedelec standard semble avoir activé deux types de leviers. D'abord une confirmation de l'intérêt envers la mobilité en vélo à assistance électrique, ensuite une frustration envers la limitation de l'assistance à 25 km/h, qui, compte tenu du poids du moteur, limite de fait la vitesse du vélo.

« Dès la 1ere semaine, je me suis rendu compte que je n'avais pas vraiment de plaisir à rouler avec cette limitation de 25 km/h [...] Souvent, dès qu'on passe le cap des 25, ça devient très dur à emmener beaucoup plus loin, et je me suis rendu compte que finalement le temps pour aller au boulot en électrique était quasi le même [qu'en musculaire]. »

« Au bout d'une semaine, je l'ai débridé, tout simplement [...] il n'a pas tenu très longtemps, le moteur fumait. Je me suis décidé à aller acheter un s-pedelec. »

Gauthier - France

Cas d'une modification des représentations symboliques

La **modification, soit graduelle, soit subite, des perceptions et représentations symboliques** attachées aux modes de transport apparaît comme une condition nécessaire à la modification du « système de mobilité ».

En premier lieu, le **motif écologique** apparaît chez plus de la moitié des enquêtés comme l'une des causes du changement modal. Toutefois, ce motif agit la plupart du temps en coordination avec d'autres modifications symboliques, comme la baisse de la tolérance envers les nuisances associées à l'automobile. Dans environ un sixième des cas, le motif écologique apparaît comme le facteur principal de modification des comportements. On observe alors deux types de changement. Certains enquêtés avaient des conceptions écologiques préexistantes déjà fortes. Ils « mettent en conformité » leurs pratiques avec leurs convictions. Pour d'autres, la prise de conscience apparaît brutale, liée par exemple à un événement médiatique. C'est le cas, par exemple de Julien :

« Un autre truc qui paraît anodin, c'est la démission de Nicolas Hulot. Je me suis dit que moi aussi je voulais contribuer à diminuer mon impact CO2. »

Julien – Suisse

En second lieu, la dégradation de l'image du mode principal constitue l'autre grande modification des représentations symboliques. Il s'agit surtout ici d'une **dégradation de l'image de la voiture**. Cette dégradation prend plusieurs formes. La baisse de la tolérance envers **les temps d'attente en voiture et les embouteillages est un premier facteur** :

« Oui pour gagner du temps quand même mais aussi pour éviter de rester assis à rien faire dans les embouteillages. Et puis il y a aussi l'économie d'essence quand même. Le fait de prendre le vélo électrique, ça donne une petite économie qui n'est pas négligeable »

Adrien - France

Cet agacement croissant envers les embouteillages doit être détaché de considérations écologiques. Il s'agit bien là du temps d'attente qui est en cause et non des émissions concomitantes. A travers le témoignage d'Adrien, une autre modification des représentations symboliques est perceptible, celle d'un **effritement de la disponibilité à payer les coûts de l'automobile**. De nombreux enquêtés mentionnent des coûts automobiles trop importants. Chez plusieurs, la volonté de faire des économies est une des raisons – voire même la raison principale – du passage à un autre système de mobilité. La dégradation de l'image de la voiture est également visible à travers une certaine **perte de plaisir** à la conduite automobile, notamment en ville, lié pour une part aux mesures d'apaisement en ville :

« C'est pour toutes les problématiques de limitations, où quand on est en ville, on ne peut pas profiter des sensations de la voiture, la loi, les limitations, le danger »

Gauthier - France

Troisièmement, on constate une modification des attitudes concernant la **mobilité active**. La volonté de pratiquer un effort physique durant sa mobilité quotidienne apparaît chez la majorité des enquêtés, même s'il s'agit souvent d'un motif secondaire.

Chez la plupart des enquêtés, l'ensemble de ces circonstances de changement apparaissent **étroitement mêlés** et il n'est pas toujours aisé de faire la distinction entre ce qui relève d'une modification matérielle des conditions de réalisations de la mobilité et ce qui relève d'avantage d'une modification des perceptions. Chez Michèle, enquêtée suisse, il semble qu'un allongement objectif des temps de trajets soit mêlé à – et ait peut-être causé – une **appréhension croissante** envers l'usage de l'automobile, elle-même décrite en raison de ses nuisances écologiques :

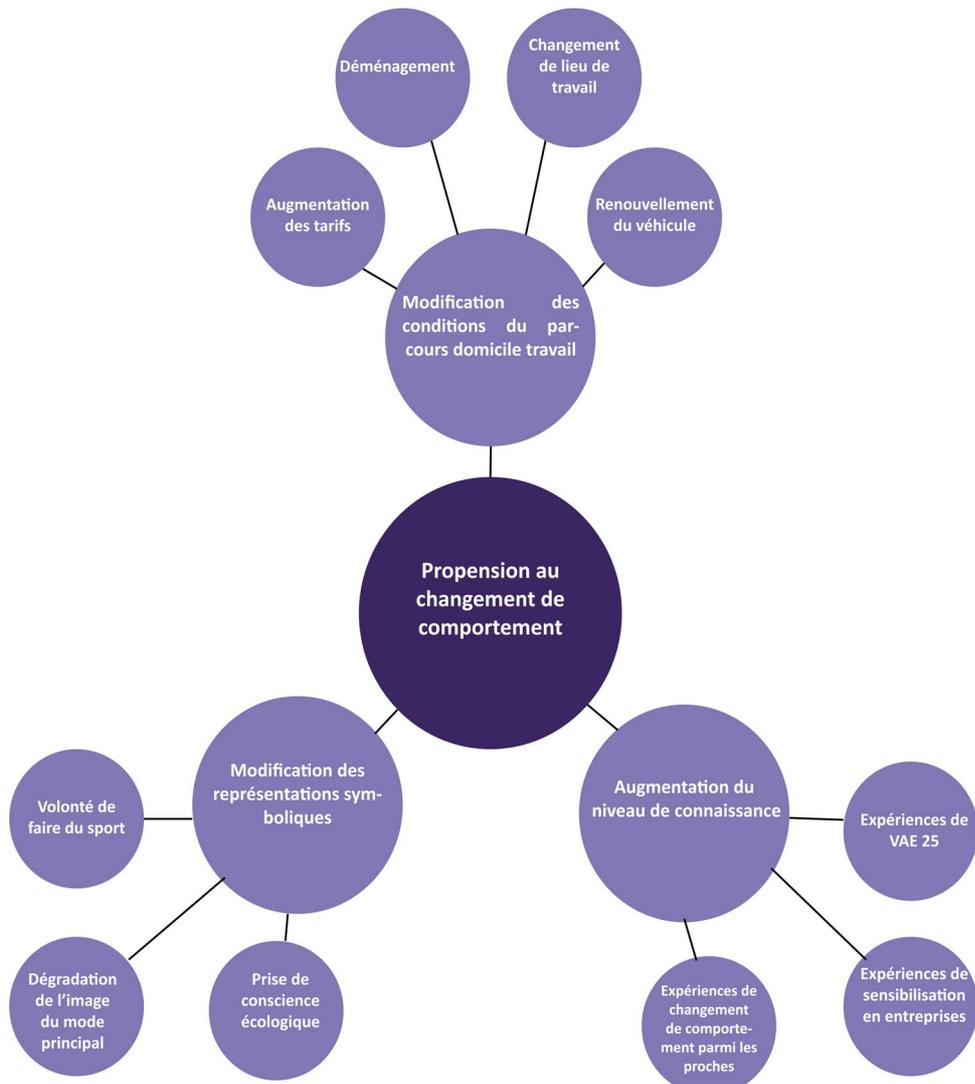
« Pour des raisons économiques, écologiques, et puis aussi pour moi. Parce que finalement prendre la voiture c'est quelque chose qui est très stressant. Surtout que depuis 10-15 ans, le trafic s'est beaucoup densifié. On perd beaucoup de temps. C'est une des raisons aussi pour laquelle, j'ai arrêté de prendre la voiture. »

Michèle - Suisse

Les circonstances de modification des comportements de mobilité **dépendent du mode principal utilisé auparavant**. Parmi les utilisateurs dont le mode principal était l'automobile, il semble qu'en termes quantitatifs, **la baisse progressive de la tolérance des nuisances liées à la voiture, concomitante d'une amélioration de l'image des modes actifs** soit le canal principal de diffusion du speedelec. Chez les anciens utilisateurs de VAE, c'est l'irritation envers la limitation effective de la vitesse à 25 km/h qui semble avoir principalement motivé le changement de comportement. Chez les anciens utilisateurs de vélo, enfin, il s'agit de la fatigue et des distances trop longues (ou devenues trop longues à la suite d'un déménagement).

L'itinéraire des anciens utilisateurs de VAE nécessite une analyse plus approfondie. Pour la plupart, ces enquêtés sont en effet d'anciens automobilistes ayant choisi de modifier une première fois leurs comportements pour les raisons précitées. On peut alors considérer le VAE 25 comme une **étape intermédiaire** dans un processus de transformation des usages de la voiture vers le speedelec. En considérant le groupe sous cette perspective, c'est-à-dire en considérant les utilisateurs de VAE25 comme d'anciens utilisateurs de voiture en transition vers le speedelec, la volonté de faire du sport et la dégradation de l'image de la voiture apparaissent de loin comme les principaux vecteurs de diffusion du speedelec. Ces résultats indiquent la possibilité d'un **changement de comportement « endogène »** parmi les détenteurs de speedelecs, c'est-à-dire qui ne dépendent pas nécessairement d'un élément extérieur (modification des trajets, déménagement...) pour se produire.

Figure 27 : Schéma des différentes circonstances du changement modal



4.2 Raisons de l'achat

a) Quatre grandes raisons à l'achat

Une fois analysés les facteurs de changement de comportement, examinons les facteurs du choix modal en faveur du speedelec, tout en sachant que ces deux types de raisonnements se recoupent pour une part.

Dans une enquête empirique, Heredia (2013)¹²⁷ analyse quels facteurs déterminent l'usage d'un service de vélo en libre-service. A l'aide d'une analyse en composantes principales, il conclut que les différentes raisons exprimées par les enquêtés peuvent se résumer de la manière suivante : la commodité (efficacité, flexibilité), les déterminants physiques (forme physique des enquêtés, relief), les restrictions extérieures (l'existence d'installations et d'infrastructures, la sensation de danger et le vandalisme) et les attitudes envers l'usage du vélo.

Pour notre part, nous avons choisi de regrouper l'ensemble des raisons exprimées par les enquêtes en quatre grandes catégories : le temps, l'argent, l'agrément et les considérations écologiques. Elles sont présentées ci-dessous **par ordre décroissant d'importance** parmi le groupe d'enquêtés

Gagner en plaisir

La recherche d'agrément et d'une pratique sportive constitue le principal motif d'achat des speedelecs parmi les enquêtés.

Pour les personnes pour qui le facteur déterminant est le fait de vouloir faire du sport, le speedelec apparaît le plus souvent comme un substitut au vélo lorsque sa pratique n'est pas possible. La situation peut se produire parce que le trajet habituel est **trop montagneux**. C'est le cas par exemple de Jacques :

« C'était aussi le but d'acquérir un vélo électrique parce qu'entre les deux communes il y a un dénivelé de 200 m sur 2,5 km donc histoire de pas trop peiner sur les allers-retours j'avais choisi l'option vélo à assistance à électrique [speedelec]. »

Jacques - France

Un autre cas de figure fréquent est celui d'un trajet **trop long** :

« Compte tenu du fait qu'il y a 50 km entre mon domicile et Bruxelles, je n'imaginai pas un vélo qui ne soit pas un speedelec. »

Jean-Daniel - Belgique

Le speedelec apparaît également comme une solution pour se montrer « **plus présentable** » à l'arrivée sur le lieu de travail :

¹²⁷ HEREDIA, Alvaro Fernandez, et al., «Understanding cyclist's perceptions, key for a successful bicycle promotion », Transportation Research, 2014.

« En fait je cherchais un moyen pour aller au travail en vélo. C'était un peu compliqué, enfin avec un vélo normal on transpire et quand on arrive il fallait reprendre une douche et avoir des vêtements de rechange etc. et c'était un peu compliqué à l'endroit où je travaille. Donc j'ai commencé à me renseigner sur les vélos électriques, enfin ça fait 4-5 ans que je l'ai [...] »

Gérard - France

Dernier cas de figure, le speedelec apparaît comme un moyen de substitution au vélo en cas de **problèmes de santé** :

« C'est pour pouvoir – parce que je vais régulièrement à Boulogne, régulièrement dans le 16^{ème} dans les radios, les télévisions etc. ou on fait aussi des balades dans le cadre de XXX à la Courneuve, à Saint Denis... et j'y vais toujours à vélo, et donc c'est la raison du speedbike. Je veux pouvoir tout faire à vélo, sans me dire 'là j'ai pas envie, c'est trop loin etc.. ça va être fatigant'. Et moi je suis asthmatique donc c'est la raison pour laquelle je suis passé au vélo électrique, c'est pour faire moins d'effort aussi. »

Paul-Marie - France

Au-delà du sport, c'est-à-dire de la recherche d'une dépense physique, l'achat du speedelec peut être le support de la recherche d'une mobilité plus **hédonique** par rapport à la mobilité en voiture : un plaisir à être en extérieur, éventuellement à prendre davantage de temps pour apprécier le paysage ou l'architecture :

« Il y avait un double choix. Une volonté de sortir de la voiture, des éventuels embouteillages et de la génération de pollution par la voiture donc on va dire une motivation verte. Et puis, une deuxième volonté : de faire quand même un peu de sport, de prendre l'air et d'avoir une meilleure coupure entre le travail et la maison. »

Hugo - France

Comme l'exprime Hugo dans ce dernier témoignage, cette recherche hédonique est souvent mise en regard des nuisances représentées par la circulation automobile. Les « embouteillages » représentent une frustration souvent évoquée par les enquêtés. Bien souvent, l'achat du speedelec est essentiellement justifié par la volonté d'échapper à la circulation automobile. Le speedelec se distingue de la pratique du VAE classique, dont le blocage de la vitesse à 25 km/h rend la conduite frustrante. Pour les anciens utilisateurs de VAE 25, l'achat de speedelec a donc souvent coïncidé avec une volonté d'augmenter le plaisir de conduite.

Conforter ses convictions écologistes

Le motif écologiste apparaît en second parmi les enquêtés. **Plus de la moitié** des enquêtés y font référence. Il s'agit toutefois dans la plupart des cas d'un motif **« de second rang »** au sens où il ne fait que faciliter une décision déjà prise par ailleurs, pour d'autres motifs. Chez la plupart des enquêtés qui évoquent le registre de l'écologie, c'est moins le principe de la voiture individuelle qui est remis en cause que le type de motorisation. C'est sans doute pourquoi la mobilité électrique semble jouir d'une bonne image globale parmi les enquêtés. Gauthier par exemple a acheté un speedelec à la fois pour « moins polluer » et pour

son aspect « sportif », c'est-à-dire, pour la sensation de vitesse. Il pourrait acheter une voiture électrique à moyen terme et ne remet pas en cause la place de la voiture en ville.

« C'était un compromis, j'ai revendu mon véhicule beaucoup plus sportif pour garder juste le véhicule de ma copine, en attendant de pouvoir acheter quelque chose de beaucoup plus sportif, en espérant peut-être électrique prochainement quand ce sera viable, (...) économiquement, et sportivement (...) Si on veut un véhicule sportif électrique aujourd'hui c'est terriblement cher ».

Hugo - France

Gagner en temps

Une volonté de gain de temps par rapport à la situation antérieure apparaît chez un nombre non négligeable d'enquêtés. Il faut ici distinguer deux types de profils. Certains sont à la recherche d'un **temps de transport en moyenne plus court**. Ce sont des enquêtés dont le mode principal de déplacement était les transports en commun ou dont le parcours en voiture s'effectuait auparavant majoritairement en milieu urbain. C'est le cas de Christophe, ancien utilisateur de métro, qui dit gagner chaque matin plus de dix minutes pour se rendre à son travail. Avec le temps gagné, il évoque aussi une notion de « praticité », qui correspond à la facilitation du stationnement. Cette notion est assimilable à la fois à un gain de confort et à un gain de temps.

« L'argument numéro 1 c'est le temps gagné. L'argument numéro 2 c'est que c'est pratique. Je me gare devant la porte quand je vais en rendez-vous. »

Christophe - France

D'autres enquêtés sont à la recherche d'un temps de transport **plus prévisible** que la situation précédente :

« Il y a toujours ce ratio à faire : combien de temps ça prend en TC, en voiture, en vélo. Globalement, on met une heure en TC, au moins, la voiture c'est pareil c'est très aléatoire (...) entre 50 minutes et une heure et quelques, (...) et par contre en vélo, aujourd'hui j'ai mis 38 minutes et c'est toujours pareil »

Gauthier - France

Gagner en argent par rapport à la voiture

Enfin la volonté d'économies constitue le dernier motif d'achat. Il convient d'abord de noter qu'environ un **tiers des enquêtés mentionnent de manière spontanée une notion d'arbitrage économique dans leur décision de choix modal** en dehors du seul cas du speedelec. Parmi les enquêtés mentionnant explicitement des notions d'arbitrage économiques, la précision du calcul économique est très variable selon les individus. La majorité se bornent à de simples observations du niveau relatif des coûts variables de mobilité, sans faire intervenir de coûts fixes, ni de notion d'amortissement. Ils ne se projettent pas non plus sur la durée de vie de l'équipement de mobilité. Michèle fournit le cas typique :

« Raison économique ? Bien sûr. L'essence coûte de plus en plus cher. Les places de parc coûtent de plus en plus cher aussi, surtout en centre-ville de Lausanne. Donc c'est économiquement intéressant de prendre un vélo. »

Michèle - Suisse

Ce type de prise en compte des coûts de la mobilité semble conforme aux enseignements de la littérature. Ainsi, Turrentine et Kurani (2007)¹²⁸ ont mené des entretiens semi-structurés avec 57 foyers américains portant sur leur comportement vis-à-vis de la consommation de carburant. Aucun foyer n'analysait le prix du carburant sur la durée de vie du véhicule de manière systématique, l'acte d'achat du véhicule ne découlait en aucune manière d'un calcul rationnel prenant en compte le coût du carburant. Enfin des erreurs importantes étaient commises dans l'estimation des coûts et des économies de carburant au cours du temps.

Pour autant, certains enquêtés, en minorité, se livrent à un calcul plus précis des coûts et des économies potentielles que représente l'achat du speedelec. Ces enquêtés ont acheté un speedelec dans la volonté explicite de faire des économies, soit uniquement sur le carburant, soit en se démotorisant, comme c'est le cas ici :

« En début d'année [2018], je voulais... investir sur moi. J'ai fait le décompte de tout ce qu'il y avait mensuellement, et je voyais qu'il y avait le véhicule qui prenait pas mal. Je me dis qu'est-ce que je peux faire pour modifier ça. Donc je regarde les vélos électriques, et j'ai découvert le Stromer, pendant 2-3 mois j'ai posé des questions par-ci par-là... Voyant que je pouvais faire des économies en supprimant la voiture, j'ai opté pour le Stromer. Ça ne s'est pas fait de but en blanc : je me suis renseigné surtout auprès des vendeurs. Après je me suis lancé pour vendre la voiture, et acheter mon Stromer. »

Philippe - France

Fidèle à sa logique financière, Philippe met au point une stratégie qui suppose une estimation relativement précise des coûts de sa mobilité

« J'ai fait le calcul de combien me revient une voiture par mois avec le trajet que je fais, en comptant l'assurance, essence, l'usure, j'ai calculé environ un peu plus de 200€ par mois. Avec le Stromer, faut quand même l'assurer, l'entretenir, l'assurance me revient à 17€/mois, et l'entretien c'est... je vais juste faire un petit calcul... Je mets 25€ de côté par mois, et là je n'ai fait que deux révisions en même pas un an qui m'ont coûté au total un peu moins de 60€. Donc par mois je peux dire que je gagne à l'aise 200€. »

Philippe - France

Pour une majorité d'enquêtés, la volonté de faire des économies de carburant n'est pas une cause principale. C'est une raison secondaire qui rend la décision d'achat plus simple mais n'est pas absolument nécessaire.

¹²⁸ TURRENTINE, Thomas, KURANI, Kenneth, « Car buyers and fuel economy », Energy Policy, Volume 35, Issue 2, february 2007, pages 1213-1223

« Je pourrais peut-être revendre mon véhicule donc effectivement à terme ce sera un économie. Oui, il y a cette arrière-pensée mais elle pas primaire. J'ai pas investi dans un speedelec en voulant gagner de l'argent. C'était d'abord plaisir, sécurité, agrément et écologie. L'économie elle viendra dans un second temps, si j'arrive à le faire suffisamment fréquemment pour me séparer d'un véhicule. Mais ça veut dire que de novembre à mars, il faut que je trouve une solution alternative – co-voiturage ou autre. »

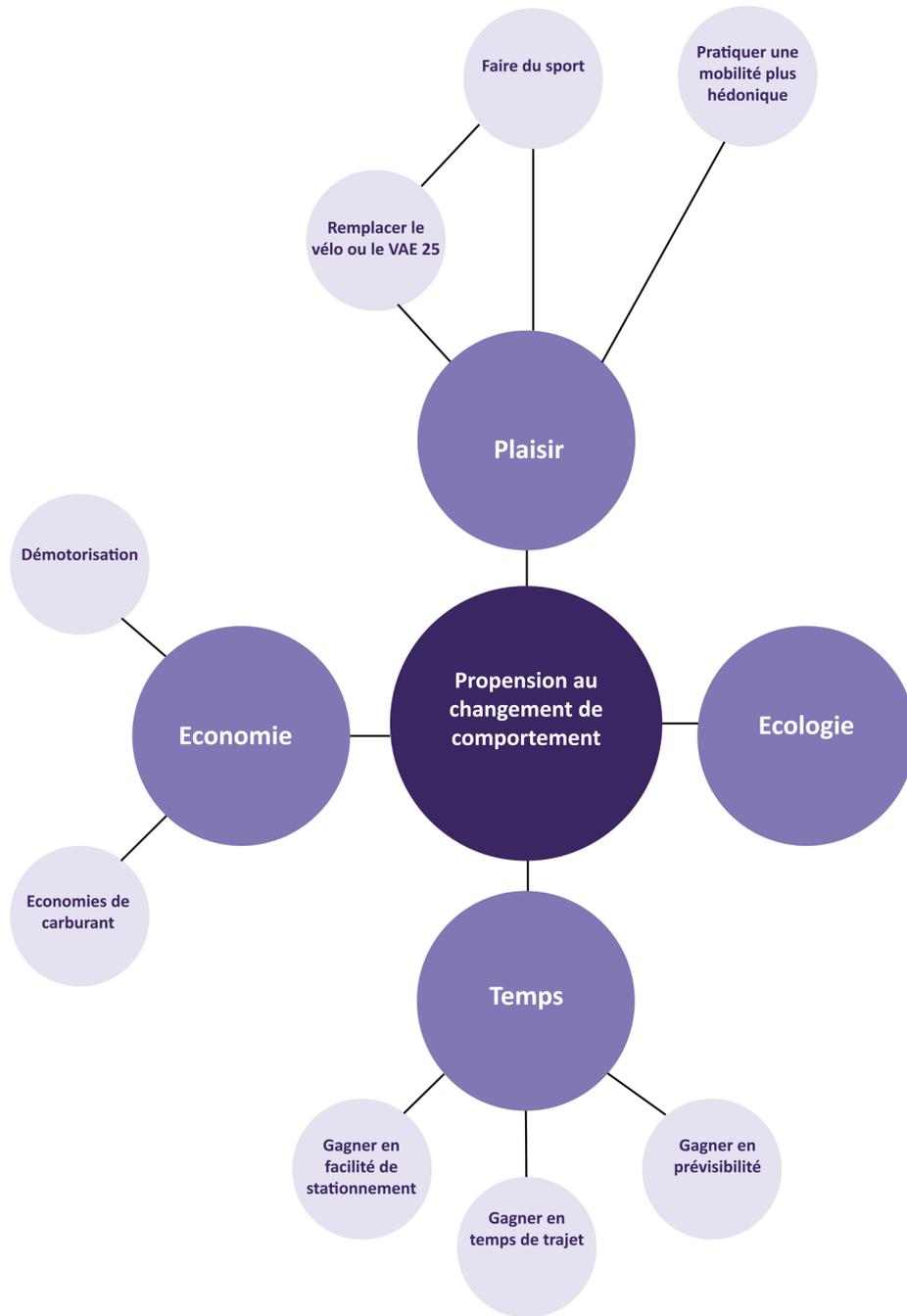
Etienne - France

Autre exemple, Jean-Yves, ingénieur suisse de 43 ans explique qu'il aurait acheté le speedelec dans tous les cas, par conviction et par désir de confort. Il a néanmoins fait un calcul d'amortissement, par simple réflexe professionnel semble-t-il. Il constate avec plaisir que son véhicule est déjà largement amorti après quelques années.

« J'avais fait un calcul d'amortissement avant entre voiture et speedelec et j'arrive à amortir rapidement quand même. J'avais calculé le cout kilométrique de la voiture qui est de l'ordre de 50c du kilomètre. J'avais fait le calcul du cout kilomètre du speedelec et estimé le nombre de kilomètres que je faisais par année en speedelec et ce delta là je l'accumulais sur des années et je regardais en combien d'années j'arrivais à payer le speedelec en usure des pneus de la voiture, les frais variables etc... Et puis j'étais d'accord pour l'amortir en 4 ans, je pensais que c'était la durée de vie... et puis j'y arrivais en faisant 3000 km par année. Et puis j'y suis largement arrivé. Si on veut l'amortir il faut rouler avec. »

Jean-Yves - Suisse

Figure 28 : Motifs d'achat du speedelec



b) Des raisons qui dessinent des idéaux-types

L'ensemble des témoignages cités le montre, les raisons citées à l'achat sont la plupart du temps entremêlées. Rares sont les enquêtés qui ont acheté un speedelec uniquement pour faire du sport ou uniquement pour faire des économies.

Afin de mieux comprendre les raisons qui structurent réellement la demande de ce nouvel outil de mobilité, et dans un objectif de catégorisation, nous nous sommes cependant efforcés de déterminer dans chaque cas quelle raison apparaissait comme la **raison principale**.

Ces préférences apparaissent fortement déterminées par trois grandes variables. La première est la **structuration sociale verticale** (revenus, CSP). Il apparaît clairement que le niveau de puissance – qui détermine par une bonne part le niveau de prix des speedelecs – est fortement corrélé au niveau de revenu. La préférence pour la vitesse semble donc être plutôt l'apanage des enquêtés les plus riches. Au contraire, l'achat d'un speedelec dans le but de faire des économies semble lié à des revenus plus faibles.

Ensuite les **préférences idéologiques**. Pour trois enquêtés parmi le groupe français et un enquêté parmi le groupe suisse, les motivations écologiques semblent avoir joué le rôle le plus important dans l'achat du speedelec. Par ailleurs deux des trois enquêtés français sont engagés dans l'écologie politique.

Enfin le **mode de transport principal antérieur** semble jouer un rôle important dans la structuration des préférences. Ainsi, les enquêtés dont le mode de transport principal était les transports en commun sont davantage soucieux de gagner en temps de trajet et en prévisibilité. Les anciens utilisateurs de la voiture sont naturellement plus susceptibles de vouloir rompre avec les désagréments de l'automobile.

L'ensemble de ces facteurs permet de dessiner une typologie des utilisateurs de speedelecs. Les résultats sont présentés au tableau 13.

Tableau 13 : Typologie qualitative des acheteurs de speedelecs

| Profil – type | Hédonistes | Militants écologistes | Optimiseurs temporels | Optimiseurs économiques |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| Effectif | 16 | 7 | 5 | 3 |
| Age | Plus âgés que la moyenne | Plus jeunes que la moyenne | Plus jeunes que la moyenne | Plus jeunes que la moyenne |
| CSP | CSP + | CSP + | Non significatif | CSP - |
| Mode principal antérieur | Voiture particulière surreprésentée | Vélo et VAE sur-représenté | Voiture particulière en milieu dense et transports en commun surreprésentés | Voiture particulière surreprésentée |

Les hédonistes/hygiénistes

Les hédonistes/hygiénistes constituent la part principale du groupe d'enquêtés tant en France qu'en Belgique et en Suisse. La recherche d'agrément, de sport, la volonté d'éviter l'usage de la voiture dans une recherche de confort sont leurs motivations principales à l'achat. Il s'agit d'acheteurs favorisés en termes de revenus. Leur mode de transport principal antérieur était surtout la voiture.

Les militants écologistes

Les militants écologistes ont un profil de militant du vélo et de l'écologie. Il s'agit là encore de catégories plutôt favorisées. Leur mode de transport principal antérieur était surtout le vélo. Leur motif d'achat consiste à mettre en conformité leur pratiques avec leurs convictions idéologiques.

Les optimisateurs économiques

Les optimisateurs économiques se démarquent par un profil moins favorisé que les autres catégories d'utilisateurs.. Leur mode de transport principal antérieur était la voiture particulière. Pour ces utilisateurs, le speedelec s'inscrit dans une démarche de rationalisation économique des coûts de transport.

Les optimisateurs temporels

Les optimisateurs temporels ont des revenus élevés. Leur mode de transport principal antérieur était surtout la voiture en zone dense ou les transports en commun. L'achat du speedelec vise principalement à réduire le temps de trajet ou à le rendre plus prévisible.

4.3 L'acte d'achat

a) Des achats réalisés en magasins

La plupart des achats sont réalisés en magasin, ce qui apparaît cohérent avec l'idée d'un bien encore peu connu. Une minorité des achats a été réalisée sur un marché secondaire sur internet, qui apparaît en développement. Fréquemment, les points de vente proposent un essai, voire un prêt de courte durée.

*« D'abord j'ai été convaincu de l'utilité du vélo électrique et donc j'ai poussé ma réflexion et donc j'ai pris rendez-vous chez elle pour pouvoir aller essayer d'autres modèles. J'ai choisi mon modèle en fonction de tout ça : **l'expérience, le confort, l'autonomie.** »*

Jean-Yves - Suisse

b) Des dispositifs incitatifs qui semblent renforcer une décision d'achat déjà prise

Les dispositifs incitatifs proposés par les Etats ou les collectivités locales ne semblent pas avoir joué un rôle crucial dans la décision d'achat, ce qui apparaît cohérent avec le parcours d'achat évoqué précédemment : le speedelec répond à un problème de mobilité déjà identifié pour lequel les enquêtés sont prêts à investir. Dans l'état actuel de développement de marché du speedelec et de sa connaissance auprès du grand public, les subventions semblent davantage créer un effet d'aubaine qu'une incitation véritable, même si des études quantitatives plus approfondies seraient nécessaires pour vérifier ce qui transparaît de nos entretiens.

« Franchement, il n'y aurait pas eu les 200 euros je l'aurais pris quand même. Après j'avais droit à 200 euros, donc j'en ai profité »

Luc - France

D'une manière générale, les personnes interrogées identifient le prix des speedelecs comme l'une des principales barrières à sa diffusion mais semblent relativement peu sensibles aux prix pour elles-mêmes.

Une concurrence avec le scooter chez les utilisateurs peu sensibles au prix et au sport

L'existence d'une concurrence entre le speedelec et le scooter divise nettement le groupe d'enquêtés en deux groupes inégaux. Pour une majorité, le speedelec et le scooter ne semblent pas en compétition dans la mesure où l'un des véhicules permet de faire du sport, et pas l'autre. Ces enquêtés n'ont donc pas hésité avec le scooter, qui n'apparaissait pas dans le champ des solutions envisageables.

Pour un groupe plus restreint, moins intéressé par l'aspect sportif, un espace de concurrence existe entre scooters et speedelec. Les membres de ce groupe ont opté pour le speedelec pour des raisons économiques, de praticité, de facilité de stationnement et de perceptions du danger. Il semble en effet que le speedelec soit perçu comme un mode moins dangereux que le scooter.

c) Après l'achat, un rôle d'ambassadeur

La volonté de promouvoir le speedelec est nuancée, chez une minorité d'enquêtés, par le danger que sa conduite impliquerait.

« Honnêtement, je ne suis pas certain que ça soit une bonne chose, même 45 km/h c'est trop. C'est un peu bête parce que moi j'ai envie de rouler à cette vitesse, mais je pense que la ville est pas adaptée à ça. »

Gauthier - France

« Ah clairement. Vraiment. Totalemement. Mais en lui faisant part de mon expérience en lui disant quand même d'aller doucement »

Thibault - Belgique

Cependant, l'attitude majoritaire est celle d'une **recommandation franche**. La plupart des utilisateurs de speedelecs interrogés jouent un rôle d'ambassadeur de leur nouveau moyen de transport auprès de leurs proches ou de leurs collègues. On retrouve ici **l'importance du rôle des pairs** dans l'achat du speedelec identifié plus haut dans la description du processus d'achat.

« Si je peux le recommander à d'autres personnes, je le fais sans problème, c'est super, vraiment. »

Philippe - France

Synthèse

Processus et raisons d'achat : plusieurs figures d'acheteurs

- > La modification des comportements de mobilité est motivée dans notre groupe d'enquêtés par des facteurs endogènes (la modification de la perception des nuisances automobiles et la volonté de faire du sport) et par des facteurs exogènes (déménagement, changement de lieu de travail, augmentation de la congestion...). Parmi notre groupe d'enquêtés, les facteurs endogènes l'emportent en termes quantitatifs.
- > La figure la plus représentée parmi notre groupe d'enquêtés est celle d'un acheteur hédoniste, recherchant davantage de sport et de plaisir dans sa mobilité.
- > D'autres figures coexistent aux côtés de cette première catégorie : militants écologistes, utilisateurs intéressés par la recherche d'économies en temps ou en argent
- > Les incitations financières semblent davantage entraîner un effet d'aubaine que réellement inciter de nouveaux acheteurs à s'équiper

5. Types de trajets et usage de l'espace public

5.1 Des usages du speedelec étroitement déterminés

Nous étudions dans cette partie les usages du speedelec, sous l'angle à la fois des motifs d'utilisation (pour quels motifs et caractéristiques de déplacement utilise-t-on un speedelec ?) et du partage de l'espace public (comment effectue-t-on des trajets en speedelec ?) A l'exception de la vitesse de déplacement, la plupart des usages du speedelec se caractérisent par leur homogénéité parmi le groupe d'enquêtés.

a) Un usage restreint aux trajets domicile-travail

Les motifs d'utilisation du speedelec sont extrêmement homogènes. La majorité des enquêtés fait état d'un usage restreint aux trajets quotidiens domicile-travail. Peu d'enquêtés utilisent leur speedelec pour d'autres déplacements fonctionnels tels que les courses par exemple. Ils sont encore moins nombreux à utiliser le speedelec pour un usage récréatif. Dans ces rares cas, l'utilisation apparaît extrêmement ponctuelle.

Pour les loisirs, il semble que les utilisateurs de speedelec préfèrent le vélo musculaire. Une des raisons est exprimée par Jacques : le faible taux d'équipement rend les sorties en groupes peu agréables :

« Le week-end, quand on fait déjà pas mal de vélo la semaine, on essaye de faire autre chose [...]. On était pas tous équipés avec des vélos électriques sinon on aurait pu imaginer des sorties collectives en famille. »

Jacques - France

Il semble par ailleurs que les enquêtés estiment que le speedelec est par nature peu adapté à une pratique loisirs.

« Les loisirs, c'est le vélo mécanique. Déjà parce que ça ne devient plus un besoin impérieux d'être en speedelec [en termes de temps]. Ensuite il y a la question du poids. C'est trop lourd pour mettre derrière la voiture par exemple. »

Adrien - France

Le speedelec est donc étroitement lié à la mobilité professionnelle. Preuve en est, lorsque la mobilité professionnelle s'arrête, lors de la retraite par exemple, les utilisateurs semblent enclins à se séparer de leur vélo.

« Là je sus à la retraite donc je n'ai plus besoin de me déplacer vers mon lieu de travail et puis comme j'ai du temps, je vais me remettre à faire du vélo traditionnel. Et puis c'est un budget donc l'argent que je pourrais en tirer à la revente me permettra de financer d'autres projets. »

Jacques - France

b) Des trajets majoritairement interurbains

En ce qui concerne le type de trajets, la majorité des enquêtés effectue des trajets interurbains, c'est-à-dire vers d'autres communes que la commune d'habitation. Nous ne recensons qu'un seul cas d'enquêté utilisant son speedelec pour effectuer un trajet domicile-travail au sein de la même ville. Cette exception semble même confirmer la règle puisque cette situation découle d'un déménagement avant lequel l'enquêté en question effectuait un trajet domicile-travail de 14 km. Interrogé sur la question de savoir s'il aurait acheté un speedelec pour effectuer son nouveau trajet, il répond que l'acquisition aurait été moins évidente :

« Le fait qu'il y aient quand même passablement de dénivelé, ça fait 100 m de dénivelé, j'aurai quand même acheté un speedelec mais moins facilement. Mais oui parce que je l'utilise pour aller en séance [rendez-vous] pour aller en ville. Donc oui sans doute mais je réfléchirais un peu plus longtemps. »

Jean-Yves – Suisse

La plupart des enquêtés semblent utiliser d'autres moyens de transport pour se déplacer au sein de leur ville d'habitation.

« Vélo sec pour tous les petits déplacements au sein de Vincennes, tout ce qui est associatif, sportif etc. Et ensuite mon vélo électrique dès que je commence à sortir de Vincennes, pour aller à Montreuil, à Saint-Mandé, ou au travail »

Luc – France

Les utilisateurs interrogés roulent aussi bien sur des trajets ruraux qu'urbains. La question des espaces privilégiés pour l'usage du speedelec est ambiguë. Certains utilisateurs suggèrent que les espaces ruraux sont les plus adaptés. Ils se fondent alors sur l'argument de la sécurité : les trajets en zone dense seraient dangereux du fait du risque de collision avec d'autres usagers de la route et avec les piétons.

*« Plus rapide, non. Quand on arrive sur les parties ville, le problème c'est qu'il faut freiner fort quand on arrive sur les ronds-points, si on prend trop de vitesse après on sollicite violemment les freins et il faut changer les vitesses pour pouvoir repartir, sur un stop / cédez-le-passage [...] Si on est en milieu **extra urbain pour moi il n'y a pas de danger**; en urbain c'est un peu plus compliqué à gérer, après ça dépend comment les gens roulent, s'ils ne sont pas attentifs je pense qu'il peut y avoir des accidents. Avec les voitures qui déboulent de partout... En ville, un speedelec ça va trop vite »*

Jean-Yves - France

« [l'endroit idéal pour rouler c'est] La région. C'est un vélo qui est trop puissant pour la ville. A 45h km/h, c'est trop rapide, il n'y en a pas besoin. En province je m'en servais davantage. J'imagine que dans les Vosges, j'ai une amie là-bas, ce serait le vélo idéal.–»

François - France

D'autres, au contraire fondent leur argumentation sur la vitesse relative par rapport à la voiture. En zone dense, le speedelec peut faire jeu égal voire dépasser la voiture.

« En distance c'est pareil mais je fais le même temps. Arrivé sur Lausanne, il y a les feux etc... c'est là qu'on perd du temps [...] En dehors des agglomérations, c'est clair que la voiture est avantageuse on va beaucoup plus vite mais dès qu'on entre dans les agglomérations c'est le même temps. »

Julien - Suisse

En définitive, il existe donc un arbitrage entre l'augmentation de la densité et donc du risque et l'avantage obtenu sur la voiture en termes de vitesse de déplacement. La question des aménagements cyclables et de leur qualité semble ici cruciale car elle joue le rôle de variable d'ajustement à cet arbitrage. Julien, citoyen suisse, se rend trois fois par semaine de sa commune de Jussy à Genève, un trajet qu'il estime aux deux tiers urbain. Il roule en moyenne à 30 km/h et ne dit pas ressentir de danger particulier même en milieu urbain. Evoquant des pistes cyclables en site propre, bien protégées de la circulation, il estime que la qualité des aménagements est une spécificité suisse :

« C'est super, c'est exceptionnel. J'ai l'impression que c'est spécifique à la Suisse. En tout cas pour avoir des collègues français qui font bike to work par exemple, ils me disaient que tant qu'ils avaient pas rejoint la Suisse, c'était compliqué. Pour avoir roulé un petit peu en France en speedelec, il y a moins de pistes cyclables, c'est clair. »

Julien - Suisse

A l'inverse, des aménagements non séparés de la chaussée et du trottoir sont un facteur de danger, du fait, notamment, des mauvaises anticipations de la vitesse du speedelec par les autres usagers.

En termes de temps et de distance de trajet, il semble qu'une heure de temps de transport, ce qui correspond environ à une trentaine de kilomètres chez la plupart des enquêtés, apparaisse comme une borne supérieure. La quasi-totalité des enquêtés a une distance domicile-travail en-deçà de cette limite. Un seul enquêté belge fait exception. Il explique justement que son usage n'est pas aussi intensif qu'il le souhaitait car il estime ses trajets en speedelecs trop longs :

« Je ne roule pas autant que j'avais imaginé parce que 50 km c'est pas idéal, c'est un peu trop long. Je pense que dans un rayon de 25 à 30 km, c'est vraiment idéal. Au-delà de 30 km ça commence à faire de longs trajets »

Jean-Daniel - Belgique

5.2 Un usage opportuniste de la chaussée

L'usage de la chaussée constitue un second point de consensus entre l'ensemble des enquêtés. Les règles diffèrent assez fortement selon les pays. Alors que les speedelecs sont autorisés sur les pistes cyclables

suisse, ils sont théoriquement interdits sur les pistes cyclables françaises, la Belgique constituant une situation intermédiaire. Malgré ces situations légales différentes, le comportement des utilisateurs est étonnamment homogène et marqué avant tout par une attitude opportuniste. Les utilisateurs de speedelecs utilisent la portion de route qui correspond le mieux à leur vitesse et à leur type de déplacement.

Port des plaques minéralogiques et réglementation de l'usage de la chaussée

Dans l'ensemble des trois terrains d'étude, les propriétaires de speedelecs sont tenus de les immatriculer et de placer la plaque minéralogique sur leur véhicule. En revanche la réglementation de l'usage de la chaussée diffère :

- En France

Les speedelecs sont considérés comme des cyclomoteurs et doivent rouler obligatoirement sur la chaussée.

- En Suisse

Les speedelecs doivent rouler sur les pistes cyclables sauf mention contraire

- En Belgique

En Belgique le speedelec est soumis à des règles spécifiques. Par principe, il est interdit sur les pistes cyclables. Cependant, le code de la route belge prévoit la possibilité d'exceptions pour cette catégorie de véhicules. Leur circulation est parfois obligatoire sur la chaussée, parfois obligatoire sur les pistes cyclables, parfois autorisée dans les deux espaces.

D'une manière générale, les utilisateurs de speedelecs utilisent fortement les pistes cyclables, que cet usage soit autorisé ou non. Les utilisateurs recherchent dans les pistes cyclables avant toute chose la séparation d'avec le trafic automobile qui apporte un plus grand sentiment de sécurité. Certains utilisateurs français occupent également les pistes cyclables dans une sorte de position de principe, dans un double but politique : associer les speedelecs à la mobilité douce en général et revendiquer davantage de droits et d'espaces publics pour les vélos, comme l'indique le témoignage de Marc :

« Je les emprunte oui. Ce n'est pas bien hein ? Je prends le droit parce que j'ai un avis sur la loi sur les speedbikes. Je roule pas plus vite et je me fais doubler par d'autres vélos donc en quelque sorte je ne m'estime pas plus dangereux qu'un autre vélo. Je vois pas pourquoi les vélos à assistance à 25 sont autorisés et pas les vélos jusqu'à 45. La plupart des vélos à 45 sont très lourds à cause des batteries et des moteurs donc ça ralentit énormément. »

Marc - France

Toutefois, cet usage n'est pas automatique. Il apparaît clairement que l'usage des pistes cyclables est conditionné au fait qu'il soit considéré comme plus pratique par les usagers. Ainsi Paul-Marie ne prend pas les pistes cyclables sur le trajet Paris-Vincennes. A l'inverse, il utilise celles des voies sur berge :

« Non pas de pistes cyclables sur ce trajet parce qu'elles sont mal foutues et je dépasse la vitesse limite autorisée. [...] [...] Je prends souvent les pistes cyclables qui sont sur les voies sur berge parce que ça évite d'être dans le trafic. »

Paul-Marie - France

On constate en outre **un lien fort entre l'usage de la chaussée et la vitesse**. A grande vitesse, les pistes cyclables peuvent être considérées comme une gêne. D'abord parce qu'elles n'ont pas été conçues pour des vitesses élevées : elles peuvent comporter des dénivellations ou bien des angles dangereux. Ensuite parce qu'elles ne sont pas suffisamment bien isolées de la circulation des piétons.

« Il y a même certaines pistes cyclables que je ne prends pas. En fait j'ai tendance à me sentir plutôt plus en sécurité sur la route parce qu'elles sont situées plus proches des habitations, plus proches des sorties de véhicules. »

Victor - Belgique

Pour ces deux raisons, certains usagers se déplacent sur la chaussée lorsqu'ils adoptent une vitesse rapide.

5.3 Dangers, météo, fatigue : les facteurs qui influencent la fréquence de la pratique

Aucun enquêté n'utilise le speedelec tous les jours pour se rendre au travail. La plupart utilisent leur speedelec **3 à 4 fois par semaine** en moyenne et utilisent un autre mode de transport pour les trajets restants.

Plusieurs facteurs jouent sur la fréquence d'utilisation. La saison semble jouer un rôle notamment en Suisse et dans les régions de montagne française. Outre cet aspect saisonnier, la météo, plus généralement, est déterminante.

« La moyenne sur l'année c'est deux fois par semaine je pense avec une grosse concentration à la bonne période. Je le prends jamais si il y a de la pluie annoncée. Je ne fais pas de vélo par temps de pluie. C'est à la fois par sécurité et pour pas arriver trempé. C'est confort et sécurité et parce que j'ai le luxe... Quand il ne fait pas beau je prends le métro ou je prends ma voiture. Je veux que ça reste un plaisir et je n'en fais pas sous la pluie. »

Marc - France

Le niveau de fatigue joue également un facteur structurant. C'est d'ailleurs principalement pour cette raison que la majorité des enquêtés disent ne pas utiliser le speedelec l'ensemble des jours de la semaine.

Le complément est effectué soit en voiture (cas le plus courant dans notre groupe d'enquêtés), soit en transport en commun lorsque les conditions offertes par le territoire le permettent.

« Moi j'arrivais pas à faire plus de trois fois par semaine, physiquement. »

Adrien - France

Le sentiment de dangerosité, enfin, ne semble pas influencer sur l'intensité de l'usage mais plutôt sur le fait d'acheter – ou non – un speedelec.

5.4 Un rapport à la vitesse qui varie en fonction des raisons d'achat du speedelec

Si la vitesse moyenne de l'ensemble des utilisateurs est comprise entre 25 et 35 km/h, il apparaît clairement dans les différents entretiens que certains enquêtés valorisent davantage la vitesse et ont logiquement une vitesse moyenne sur les trajets plus élevés. Il semble que les usagers les plus rapides soient aussi ceux chez qui la proportion du parcours effectuée sur la chaussée est la plus élevée. Ces personnes sont celles pour qui la dimension sportive ou le temps gagné sont les plus importants.

Il est intéressant de noter que de nombreux utilisateurs de speedelecs insistent sur l'importance de la modularité de la force d'assistance du moteur électrique. Ils sont nombreux à modifier la force d'assistance – et donc leur vitesse – en fonction de leur motif de déplacement. Certains types de trajets sont ainsi associés à une vitesse rapide, d'autres à une vitesse plus modérée. Par exemple, certains enquêtés ont une vitesse de déplacement systématiquement différente entre le trajet du matin et le trajet du soir :

« Plutôt sur la chaussée sur des bandes cyclables qui favorisent la vitesse et puis qui limitent les conflits avec d'autres usagers deux roues qui seraient peut-être plus lents. Ça c'est quand je vais au travail et que je vais vite. Et quand je vais pas trop vite je vais sur les pistes cyclables, en dehors de la chaussée. »

Jean-Daniel - Belgique

« Je suis parti vers 7h45, j'ai 14 km. Le matin, je me mets en assistance minimale et je mets 35 minutes (moyenne entre 24 et 30), et le soir je suis assez souvent en retard pour aller chercher mes enfants, je me mets en assistance max et je roule plutôt à 40, je mets plutôt 25 minutes. »

François - France

Ainsi, si certains usagers utilisent plus que d'autres certaines parties de la chaussée en raison d'une vitesse moyenne pratiquée différente, tous les enquêtés ont un usage de la voirie variable en fonction des circonstances de leur trajet et des caractéristiques des espaces à disposition.

5.5 Evolution de l'usage dans le temps

Pensée de manière dynamique dans le temps, l'enquête qualitative fait apparaître un processus d'apprentissage qui alimente une tendance à l'intensification des usages au cours du temps.

a) Un temps d'apprentissage initial, une optimisation progressive

Pour une part importante d'enquêtés, la maîtrise du speedelec nécessite un temps d'apprentissage. Le poids important, la puissance d'accélération et la maîtrise du freinage apparaissent comme les principaux points d'étonnement. La pratique antérieure du vélo de manière intensive ou de la moto sont décrits par les enquêtés comme des atouts dans ce processus. Passé ce temps d'apprentissage initial, des ruptures, comme des accidents peuvent contribuer à modifier les pratiques. Ces deux « moments » de l'apprentissage sont bien résumés par Thibault :

« Déjà au moment de l'achat, j'ai été surpris de la vitesse maintenue même sur un pedelec. Ça donne une certaine vitesse, un certain confort et puis surtout on fait beaucoup plus de kilomètres sans se fatiguer. Et puis quand je suis passé sur le speedelec, j'ai eu l'impression d'avoir une petite moto entre les mains. Ça m'a un peu surpris mais bon on s'y fait après une petite semaine de pratique [...]. Maintenant je dois signaler, j'ai eu un accident en 2017. J'ai chopé un débris [...] ce qui m'a valu une triple fracture de la clavicule droite dont je me suis parfaitement remis. C'est vrai qu'après un accident comme cela, cela vous remet fortement en question, et l'on est beaucoup plus prudent qu'avant. On a une autre optique sur la dangerosité de ce moyen de transport. »

Thibault - Belgique

Au-delà du pilotage mécanique de l'engin, la pratique régulière du speedelec entraîne un processus progressif d'optimisation du parcours, et notamment de la charge, qui constitue pour beaucoup d'utilisateurs une angoisse initiale. Edouard par exemple a progressivement adapté la puissance d'assistance pour limiter le besoin de recharger le véhicule :

« Ma vitesse de croisière c'est de l'ordre de 35 km/h. Je tape un peu dans la réserve quand j'ai des conditions désagréables comme du vent. J'utilise pas trop le mode le plus puissant. Au début pour me faire plaisir [oui] mais au quotidien non parce que ça a l'inconvénient de taper dans la batterie. Aujourd'hui mon souci c'est plutôt de faire deux aller-retours sur une recharge. C'est simplement un confort au quotidien de pas enlever la batterie du vélo. »

Edouard - France

La forme physique constitue le deuxième grand facteur d'optimisation.

« Au début j'ai eu un peu mal aux fesses mais là je suis habitué. Pour la musculature aussi au début je transpirais beaucoup plus que maintenant. »

Christophe - France

L'optimisation des trajets implique chez certains enquêtés une tendance à l'intensification dans le périmètre des trajets domicile-travail et également une extension de l'usage du speedelec en dehors de la sphère des trajets domicile-travail :

« Je l'utilise de plus en plus. C'est devenu mon transport primaire. Avant c'était que pour aller au travail. Maintenant c'est un peu pour tout [...]. Pour aller faire des courses, pour aller au café, pour faire les hobbies. »

Dirk - Belgique

b) Un arrêt de l'usage rare justifié soit par une insatisfaction envers les performances, soit par la modification de la demande de mobilité

Parmi les enquêtés, seuls trois ont cessé d'utiliser leur speedelec de manière régulière. Pour deux d'entre eux, la cause de l'arrêt est liée à une modification du trajet domicile-travail. Jaques par exemple est passé à la retraite, ce qui a réduit sa demande de mobilité.

« Là je sus à la retraite donc je n'ai plus besoin de me déplacer vers mon lieu de travail et puis comme j'ai du temps, je vais me remettre à faire du vélo traditionnel. Et puis c'est un budget donc l'argent que je pourrais en tirer à la revente me permettra de financer d'autres projets »

Jacques - France

Pour le dernier, la cause de l'arrêt est liée à l'insatisfaction envers les sensations sportives.

« Le vélo, finalement, j'en ai été très vite déçu ... au bout de trois mois, enfin même au bout de quelques jours : il n'avait pas les performances que j'attendais d'un s-pedelec. Là on a un pauvre vélo, qui a un micro moteur, et qui vaut 5000 euros.»

Gauthier - France

Ces arrêts apparaissent cependant très minoritaires. La grande majorité des enquêtés déclare vouloir continuer à utiliser leur speedelec à l'avenir.

Synthèse

Un usage dominé par les déplacements domicile-travail

- > L'usage du speedelec est fortement lié aux trajets domicile travail sur des trajets majoritairement interurbains. La plupart des enquêtés n'utilisent leur speedelec que trois ou quatre fois par semaine
- > L'usage sur la chaussée est marqué par une dimension opportuniste
- > L'usage du speedelec a tendance à croître avec le temps

6. Effets sur les pratiques de mobilité

6.1 Pratiques intermodales et report modal

Nous analysons dans cette partie l'impact de l'achat du speedelec sur les pratiques de mobilité du point de vue du report modal et de l'équipement automobile. On constate un effet faible sur l'équipement et un report qui s'exerce principalement depuis la voiture et le VAE.

a) Des pratiques intermodales limitées

On ne constate aucune pratique d'intermodalité parmi les enquêtés, ce qui est par ailleurs conforme avec les pratiques des utilisateurs de vélo. Cette situation s'explique avant tout par une absence de demande. La plupart des enquêtés réalisent des trajets pouvant être effectués uniquement en speedelec. Par ailleurs l'intermodalité en train pose deux types de problèmes. Si le speedelec est laissé en gare, les enquêtés craignent le vol en raison du coût élevé de leur véhicule. L'accès au train est problématique du fait du poids du speedelec et du défaut d'équipement spécialisé.

« Non. Pour plusieurs raisons. Premièrement parce que les antivols sont très peu fiables [...]. Pour ce qui est du train, l'accès au train du vélo est problématique. Tous les trains ne sont pas équipés de plateforme sur lesquels on peut mettre de vélos. Deuxièmement, ils ne sont pas forcément à niveau du quai et 30 kilos c'est lourd quand on a mal au dos et troisièmement aux heures d'affluence auxquelles je suis habitué à voyager, les plateformes dédiées sont occupées par des gens [...]. »

Marc - France

b) Effets sur les parts modales : un report surtout depuis le VAE et la voiture

L'étude de l'impact de la pratique du speedelec sur les parts modales peut être décomposée (voir état de l'art) entre :

- **Des effets de composition** : il s'agit ici du report modal, c'est-à-dire d'analyser comment le speedelec se substitue à moyen de transport tiers, à volume constant
- **Des effets de volume** : Il s'agit ici d'étudier une éventuelle modification de la demande totale de mobilité ;

Nous ne constatons **pas d'effets de volume**. La demande de mobilité reste stable avant et après l'acquisition d'un speedelec.

L'effet sur les parts modales dépend de la composition du groupe d'enquêtés. Dans notre cas, les enquêtés ont adopté leur speedelec **en remplacement de la voiture** (même si l'ensemble des trajets domicile-travail ne sont pas remplacés) et secondairement **en remplacement du vélo et du VAE**. La nature du report modal dépend de la longueur des trajets domicile-travail : les trajets les plus longs étaient auparavant effectués en voiture. Ce résultat est conforme aux enseignements de la littérature sur le speedelec. La présente enquête indique **une réduction faible du nombre de déplacements en vélo et un report modal s'exerçant surtout depuis la voiture et le VAE** (cf Tableaux 10, 11 et 12).

6.2 Un effet faible sur l'équipement automobile

L'usage actuel du speedelec apparaît dans l'ensemble peu propice à la démotorisation complète. Dans la majorité des cas, le speedelec n'est pas utilisé pour assurer la totalité des trajets domicile-travail durant la semaine. Un moyen de substitution doit être conservé pour les trajets restants. En outre, le speedelec ne permet pas de remplacer la totalité des usages de l'automobile. Il n'est pas utilisable pour des trajets de longue durée ou de grande distance. Il n'est pas non plus en mesure d'effectuer du transport de passager ou de marchandises. Comme le dit Philippe, la démotorisation suppose une modification du « système voiture » autant que du « système vélo ».

« Ce qui nous fera lâcher la voiture, c'est aussi qu'elle évolue, qu'on ait toujours la possibilité d'avoir une voiture en location on va dire, il ne faut pas seulement que le vélo évolue. »

Philippe - France

En revanche le speedelec apparaît propice à la démotorisation partielle (c'est-à-dire d'une réduction du nombre de voiture parmi les ménages multi-équipés). Le groupe compte deux cas de vente d'une voiture après l'achat d'un speedelec. Trois autres enquêtés réfléchissent à se séparer à moyen terme d'un de leurs véhicules.

« Non pour l'instant non parce que j'habite dans une zone trop reculée. Par contre essayer de ne pas prendre une deuxième voiture, ça oui. »

Michèle - Suisse

Seul cas de démotorisation totale : une explication exogène

Le groupe d'enquêtés compte un seul cas de démotorisation attribuable au speedelec. Il s'agit de Philippe, dont le profil est celui d'un rationnel économique. Pour cet enquêté, la démotorisation était le but recherché à son changement de mobilité et le speedelec un moyen d'y parvenir.

La démotorisation était causée par un facteur extérieur. La situation est donc différente de celle des autres enquêtés pour lesquels la démotorisation n'est pas une fin en soi mais une possibilité si leur besoin de mobilité sont remplis par ailleurs.

Ces chiffres doivent tenir compte du fait que pour un certain nombre d'enquêtés, notamment ceux qui appartiennent à la catégorie des militants écologistes, une démotorisation partielle avait déjà eu lieu avant l'achat du speedelec.

Il est intéressant de constater que dans le cadre de notre étude – compte tenu du profil des acheteurs de speedelec – ce sont surtout **des hommes qui initient un mouvement de modification de leurs pratiques de mobilité**. Ils utilisent alors **le véhicule de leur conjointe comme variable d'ajustement**.

« C'était un compromis ; j'ai revendu mon véhicule beaucoup plus sportif pour garder juste le véhicule de ma copine, en attendant de pouvoir acheter quelque chose de beaucoup plus sportif, en espérant peut-être électrique prochainement quand ce sera viable »

Gauthier - Suisse

Les effets sur la dimension genrée et notamment sur le partage des mobilités contraintes (courses, accompagnements...) ne sont pas discernables dans le cadre de cette enquête. Il serait toutefois instructif d'étudier ces aspects dans le cadre de recherches ultérieures.

Synthèse

Un effet faible sur l'équipement, des reports surtout depuis la voiture

- > L'usage du speedelec est marqué par une absence d'intermodalité
- > Au sein de notre groupe d'enquêtés, le speedelec remplace surtout des trajets en voiture, en vélo et en VAE classique.
- > En termes d'équipement, le speedelec semble adapté pour éviter un équipement supplémentaire, moins pour permettre une démotorisation, du moins totale

7. Freins perçus et politiques publiques

7.1 Le prix

Les enquêtés ont dans leur majorité des revenus élevés et n'ont donc été que faiblement sensibles au prix pour eux-mêmes. Cependant, dans leur quasi-totalité, ils identifient le prix élevé comme un frein au développement de ce moyen de transport. Le prix est dans l'ensemble considéré comme exagéré par rapport aux performances du véhicule.

« Le prix est exagéré. Il y a pas mal d'enseignes comme Décathlon etc. qui vendent des VAE parce qu'il y a beaucoup de marge à se faire. S'il y a beaucoup de marge, c'est que ça coute trop cher. Après il y a des modèles qui sont fait entièrement à la main, ça c'est autre chose. »

Simon - France

Le prix du speedelec apparait notamment comme un motif d'agacement lorsque comparé à celui des motos, dont les prix sont comparables et les performances supérieures :

« Les tarifs reflètent pas du tout le coût du matériel, c'est n'importe quoi : on est sur des coûts de vélo qui coûtent le prix de cyclomoteurs. »

Gauthier - France

La notion de prix apparait cependant dépendante du référentiel adopté. Lorsque le prix d'achat d'un speedelec est mis en regard avec les coûts variables d'une voiture, il devient acceptable pour certains enquêtés (notamment sur de longues distances, comme l'exprime Hugo). C'est d'autant plus vrai lorsque le speedelec devient le véhicule principal et s'accompagne d'une démotorisation.

« Sur le modèle que j'ai trouvé, c'est cher et pas cher. 3500 € ça reste un achat... Ça dépend ce qu'on en fait. Si c'est pour faire ce que je fais maintenant [voiture + vélo] ça fait un peu cher, maintenant si c'est un moyen de transport principal, c'est tout à fait viable. Pour l'objet en lui-même en tant que véhicule principal, c'est correct. »

Simon - France

« Le deuxième [frein à l'achat] pourrait être le prix. Les gens que je connais qui en achètent c'est plutôt parce qu'ils ont des longs trajets à faire et que ça devient rentable par rapport à la voiture. »

Hugo - France

7.2 La réglementation

En France, la réglementation est identifiée comme un problème majeur. L'interdiction de rouler sur les pistes cyclables, surtout, est vécue comme une incohérence, voire une injustice. L'obligation d'immatriculer est également perçue comme une contrainte. A l'inverse, l'obligation d'assurance ne semble pas perçue de manière négative.

En Belgique, la réglementation, plus souple, n'est pas identifiée comme un problème aussi prégnant. Il est apparu toutefois que plusieurs enquêtés ne connaissaient pas précisément les règles applicables, preuve d'un certain flou. Il semble que la réglementation actuelle qui laisse aux collectivités locales le choix de déterminer quels espaces sont alloués au speedelecs n'apporte pas pleinement satisfaction.

« La réglementation est plutôt bonne mais la manière dont les villes et les collectivités locales adaptent les panneaux de signalisation aux règles nouvelles est mauvaise. Par exemple, ici, si vous roulez d'un bout à l'autre de la ville, vous pouvez rouler sur les pistes cyclables sur la majorité du trajet, mais à deux endroits très dangereux, ils ont changé les panneaux. Et bien sûr, moi aussi, je reste sur la piste cyclable parce que c'est dix fois plus sûr. Je ne roule pas à 45 km/h. Je roule à 20. C'est la chose la plus sûre à faire. »¹²⁹

Jan - Belgique

En Suisse, enfin, la réglementation qui autorise l'utilisation sur les pistes cyclables apporte globalement satisfaction. Se pose en revanche la question de la coexistence avec les modes plus lents sur les pistes cyclables.

« L'enjeu est sur la cohabitation des modes entre vélo avec assistance et vélo sans assistance ».

Hassan -Suisse

Ces trois types de réglementations ont en commun de reposer sur le type de matériel. Le speedelec est réglementé en fonction de son appartenance à une catégorie donnée de véhicule. Selon cette catégorie, il lui est attribué un espace donné. Nous avons cependant montré dans la partie 5.2 que les utilisateurs modifient leur utilisation de la chaussée en fonction de ce qu'ils estiment être les conditions de sécurité optimales. L'enjeu sous-jacent est donc évoqué par un enquêté belge ci-dessous. Le développement du speedelec pourrait conduire à une modification du principe de la réglementation. Au lieu de réguler le speedelec sur la base de son appartenance à une catégorie de véhicules, il serait opportun de le fonder sur l'espace occupé à un instant « t » par le véhicule. Le speedelec serait limité à une vitesse donnée sur route et à une autre sur piste cyclable.

¹²⁹ Verbatim en langue originale : "Regulation is actually quite good but the way cities and local communities adapt the road sign to the new rules, it is just not good. For example, here at home if you drive from one side of the city to the other side, for most part you can use the cycle lane but just at two very dangerous points, they changed the road signs. And of course, me too, I stay on the cycle lane because it's ten times safer. I don't drive 45 km/h, I just drive 20, it's the safest thing to do."

« Les lois sont pas encore adaptées en Belgique pour le speedpedelec. Le plus grand problème pour moi est que la vitesse maximale est fixée en fonction du mode de transport et pas en fonction de la place sur la route. »

Dirk - Belgique

7.3 Autonomie

L'autonomie apparait comme un critère important de choix parmi les différents modèles de speedelecs.

« J'ai pris celui-là pour son autonomie, à peu près 80 km »

Luc - France

En dépit de cette attention lors de l'achat, la question de l'autonomie constitue toujours un motif d'inquiétude, notamment pour les utilisateurs ayant des trajets particulièrement longs.

« Les inconvénients, bah ça peut être la météo toujours en Suisse et puis être quand même une inquiétude sur l'autonomie. Il faut quand même être attentif. En tout cas dans le cadre de mon travail précédent, il fallait que je le charge au travail parce que je faisais des longs déplacements, s'il tenait pas la journée. Donc je devais réduire fortement l'utilisation du moteur donc il y a toujours je dirais cet inconvénient de l'autonomie qui est limitée. Voilà je dirais que c'est les deux inconvénient majeurs »

Jean-Yves - Suisse

« L'autonomie ne me permettait pas de faire 80 km AR. Ils disent que l'autonomie est de 70 km mais ça c'est en mode éco et là on ne dépasse pas 15km/h »

Adrien - France

Comme l'évoquent les deux témoignages ci-dessous, l'autonomie disponible est directement liée à la puissance de l'assistance lors du trajet. Lors de longs trajets, les utilisateurs sont donc soumis à un arbitrage entre sentiment de sécurité quant à la charge disponible et temps de parcours, ce qui peut occasionner un sentiment de frustration. Par ailleurs, l'autonomie apparait comme un frein potentiel important lors de l'achat.

Synthèse

Le prix constitue le principal frein à l'achat

> Le prix, la réglementation - notamment en France - et les craintes persistantes quant à l'autonomie constituent les principaux freins à l'achat.

Partie 3

Etude quantitative

1. Méthodologie

La méthodologie employée procède en deux temps. D'abord une **analyse du coût de la mobilité en speedelec dans différents cas d'usage** et une analyse de sensibilité de ces coûts en fonction de différents paramètres. Ensuite, une **détermination géographique du potentiel de développement du speedelec** fondée sur la méthode de l'analyse des contraintes.

1.1 Analyse comparée du coût total de possession

Les méthodes employées dans le cadre de ce travail découlent des conclusions de notre enquête qualitative sur les principaux déterminants et freins à l'achat du speedelec.

L'enquête qualitative avait permis de relever les points suivants :

- Le prix, avec la réglementation et l'autonomie, est identifié comme l'un des principaux freins au développement du speedelec ;
- Le speedelec est un type de véhicule principalement acheté et utilisé pour les déplacements domicile-travail ;
- La distance domicile-travail constitue un déterminant de l'usage du speedelec.

Dans la mesure où il semble représenter un déterminant important du développement du speedelec, nous sommes d'abord attachés à la question de la détermination du **coût de la mobilité en speedelec**. Afin de prendre en compte la totalité des coûts de la mobilité, nous avons donc calculé des coûts totaux de possession du speedelec dans différents cas de figure. Dans la mesure où le speedelec a été identifié comme un véhicule principalement dédié aux déplacements domicile – travail, nos hypothèses de calculs de coûts sont fondées sur des déplacements pendulaires.

Ce choix méthodologique appelle cependant un certain nombre de remarques. L'enquête qualitative a en effet permis de montrer que les utilisateurs de speedelec estiment généralement de manière rudimentaire les coûts réels de leur mobilité. Si certains se livrent à des calculs précis, la plupart se bornent à des observations simples concernant le coût d'achat ou les différences des coûts de carburant entre speedelec et automobile sans prendre en compte les autres sources de dépense comme le stationnement et l'entretien et sans notion d'amortissement. Dans cette perspective, le choix d'un calcul de coût complet comme fondement du développement du speedelec pourrait apparaître contre-intuitif.

Le calcul du coût total de la mobilité en speedelec répond en réalité à un double objectif :

- Il comporte d'abord **un intérêt en soi**, permettant de mieux comprendre la structure des coûts de la mobilité en speedelec et les arbitrages possibles. D'un **point de vue prescriptif**, il fournit des informations pour les acteurs décidant d'agir de manière économiquement rationnelle, comme les gestionnaires de flottes d'entreprises.
- Par ailleurs, nous faisons l'hypothèse dans le cadre de ce travail que les arbitrages économiques sont effectués **de manière implicite**. Aussi, même si la plupart des acteurs ne mentionnent pas spontanément l'intégralité des coûts, nous pouvons supposer qu'ils le feraient, si ces coûts atteignaient une dimension suffisante. Nous supposons donc que la

rationalité économique influence les choix modaux des individus **quand bien même ils sont calculés de manière non exhaustive.**

Dans le calcul du coût total, nous avons procédé en deux étapes :

- Nous avons procédé à une comparaison du coût total de possession de la voiture et du coût total de possession du speedelec. Cette première étape correspond à **un arbitrage naïf entre voiture et speedelec**. En réalité, comme l'enquête qualitative a pu le démontrer, **la voiture et le speedelec ne sont en concurrence que sur une partie des usages de la voiture**. La voiture, en effet, permet d'effectuer un plus grand nombre de tâches que le speedelec (trajets longs, transports de plusieurs personnes ou de marchandises). En dehors du domaine purement utilitariste, la voiture comporte des fonctions sociales de représentations, de statut, que le speedelec – objet nouveau – ne peut encore assumer. Pour l'ensemble de ces raisons, le speedelec ne peut être considéré comme un véhicule de substitution parfait de la voiture. Il ne peut la remplacer que certains usages déterminés. Par conséquent ce premier calcul a une valeur théorique mais ne correspond pas à un cas d'usage réel. Afin d'offrir une vue claire de la dynamique des coûts, nous avons procédé à une analyse de sensibilité des coûts totaux de possession de la voiture et du speedelec. Enfin, nous avons estimé le temps de déplacement en voiture et en speedelec selon des hypothèses de distance et de milieu de déplacement afin de fournir une première analyse du domaine de pertinence du speedelec.
- Dans un deuxième temps, nous avons supposé une situation dans laquelle un utilisateur de voiture acquiert un speedelec pour remplacer un certain nombre de trajets automobiles vers son lieu de travail. Cette situation correspond au cas que nous avons rencontré le plus souvent lors de l'enquête qualitative.
- Nous avons alors calculé le coût total de la mobilité sur le segment des trajets domicile-travail, avant d'intégrer des hypothèses de coûts du temps permettant d'estimer la compétitivité économique-temporelle de l'achat d'un speedelec dans une situation de coexistence avec la voiture particulière.

1.2 Analyse de contrainte et détermination du potentiel de développement

Après une première partie théorique, la deuxième partie de ce travail consiste en une application empirique à partir des données réelles de déplacement domicile-travail extraites des données de recensement de l'INSEE.

Nous avons procédé en deux temps :

- D'abord une analyse du nombre de trajets automobiles substituables à partir de la technique de l'analyse des contraintes, hors contrainte économique et temporelle. L'analyse des contraintes est une technique permettant d'analyser le développement d'une technologie à partir de l'analyse de la compatibilité de cette technologie aux contraintes fonctionnelles de ses utilisateurs potentiels. En nous basant sur l'enquête qualitative, nous avons identifié la distance domicile travail comme une contrainte principale. L'âge et la catégorie socio-professionnelles sont apparues comme des contraintes secondaires

Ensuite, une analyse du nombre de trajets substituables en intégrant une contrainte économique fondée sur les modèles de coûts évoqués plus haut. Cette analyse permet d'identifier les territoires qui auraient le plus à gagner d'un report modal vers le speedelec.

2. Analyse du coût total de possession et compétitivité du speedelec face à la voiture particulière

2.1 Compétitivité économique du speedelec par rapport à la voiture

Nous proposons dans cette première partie une analyse du coût de la mobilité en speedelec dans deux cas d'étude. D'abord un arbitrage simple entre speedelec et voiture. Puis une étude des coûts lorsque le speedelec coexiste avec une voiture déjà amortie. Ces calculs montrent dans le premier cas un coût de la mobilité domicile travail 3 à 5 fois inférieur en speedelec par rapport à la voiture particulière. Dans le deuxième cas plus réaliste en revanche, la mobilité domicile-travail avec speedelec ne devient rentable que lorsque la distance domicile-travail dépasse 25 km.

2.1.1 Cas d'étude 1 : cas du choix entre l'achat d'une voiture ou d'un speedelec

Méthode de Calcul du TCO du speedelec

Notre méthode de calcul du TCO pour le speedelec s'inspire de celle de Windish (2015)¹³⁰. Nous proposons une description plus formelle en Annexe 5 et un schéma récapitulatif Figure 29.

Le TCO est défini comme la somme des coûts initiaux (coûts d'achat et coûts d'immatriculation) et de la somme actualisée des coûts récurrents sur la durée de vie du véhicule. Les coûts récurrents sont constitués des coûts d'assurance, de batterie, d'entretien et d'électricité

Construction du modèle

Dans un but de simplicité et de clarté, nous supposons, un modèle unique de speedelec. Les coûts initiaux et les coûts d'assurance sont donc fixes. En revanche, les coûts de remplacement des batteries, les coûts d'entretien et les coûts d'électricité sont fonction de la distance annuelle parcourue.

L'étude qualitative a permis de montrer que le speedelec est principalement acquis et utilisé pour des déplacements domicile-travail. Nous avons supposé dans notre modèle que le speedelec était exclusivement utilisé pour des déplacements domicile-travail.

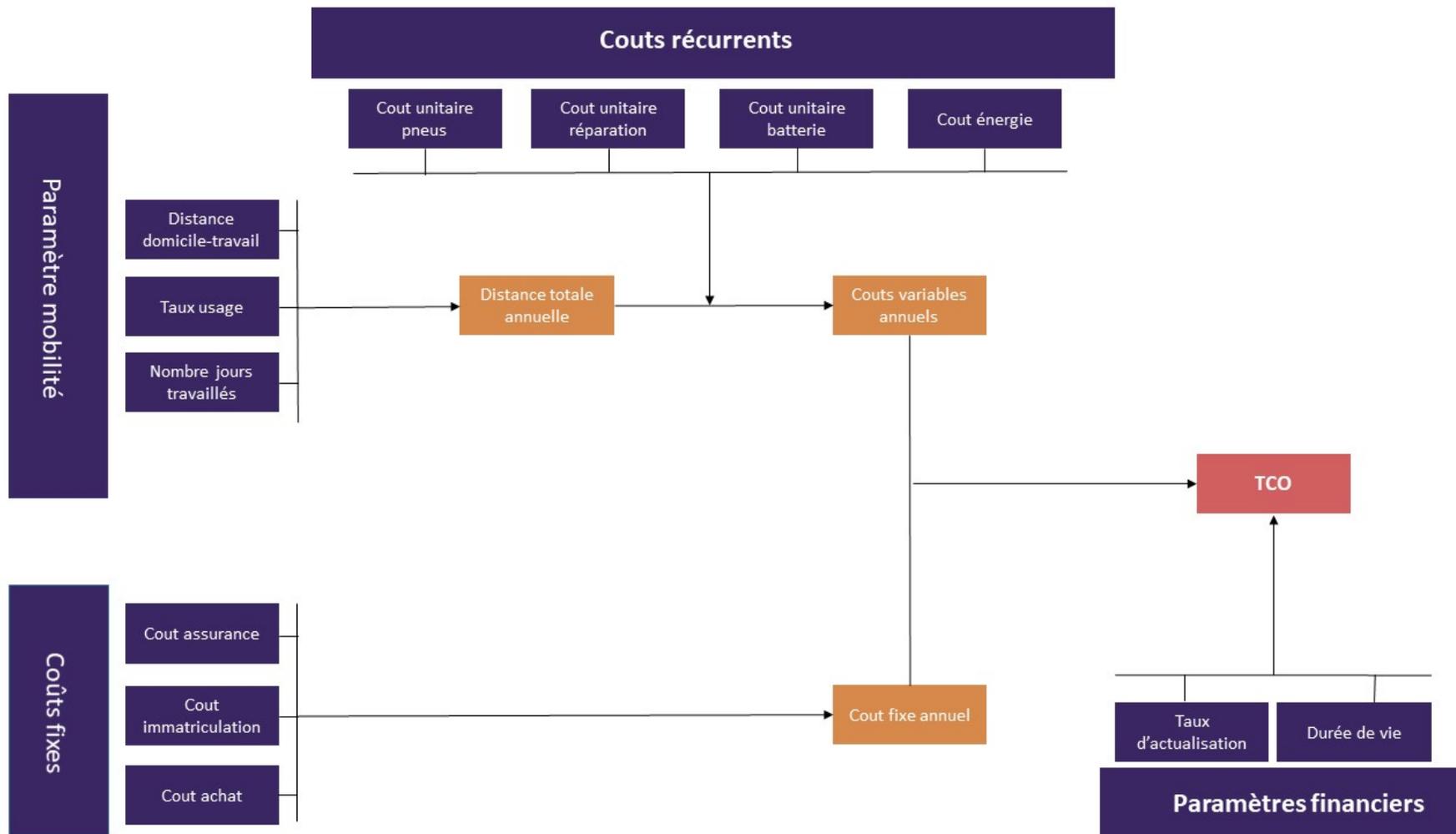
L'enquête a cependant permis de montrer que dans la plupart des cas, les détenteurs de speedelec n'utilisaient pas leur véhicule tous les jours de la semaine pour se rendre au travail.

¹³⁰ Elisabeth Windisch. Driving electric ? : a financial assessment of electric vehicle policies in France. Architecture, space management. Université Paris-Est, 2013. English. ffNNT : 2013PEST1159ff. fftel01178528f

Dès lors, la distance annuelle à l'année est égale au produit de la distance domicile-travail (multipliée par deux pour avoir les allers et les retours) par le nombre de jours travaillé fois le « taux d'usage » (part des jours travaillés pour lesquels le speedelec a été utilisé)¹³¹.

¹³¹ Là encore, nous renvoyons en Annexe 5 pour les détails du calcul.

Figure 29 : Modèle de calcul du TCO du speedelec



Hypothèses

Les données concernant les speedelec proviennent en majorité de Steevens et al (2017)¹³². Nous précisons lorsque nous avons utilisé des sources tierces.

Paramètres de la mobilité

- Distance domicile travail

Un de nos objectifs est de faire varier les distances parcourues afin d'analyser leur influence sur la compétitivité du speedelec par rapport à la voiture. Dans la phase d'analyse de notre modèle cependant, nous devons choisir une distance domicile-travail réaliste. L'état de l'art et notre enquête qualitative ont permis de montrer que la plupart des trajets effectués en speedelec étaient supérieurs à 10 km et inférieurs à 40 km. En France, selon l'INSEE,¹³³ la distance médiane **parmi les personnes ne travaillant pas dans leur commune** était de 15km. Cette distance correspond à l'intervalle des distances effectivement réalisées en speedelec et peut aussi être réalisée en voiture, ce qui rend crédible un report de l'un vers l'autre. Par ailleurs, on peut supposer que la répartition des distances des utilisateurs de speedelec est proche de celles des actifs ayant un emploi en dehors de leur commune d'habitation. Nous retenons donc pour nos premières analyses une distance de **15 km pour les déplacements domicile-travail** des utilisateurs de speedelecs.

- Taux usage

Nous nous appuyons sur l'enquête qualitative dans laquelle nous avons identifié que la plupart des détenteurs de speedelec utilisaient leur véhicule 3 à 4 fois par semaine. Nous retenons l'hypothèse d'un **taux d'usage de 80%**.

- Nombres de jours ouvrés dans l'année

Pour le calcul du nombre de jours ouvrés, nous prenons l'année 2019 comme référence. L'année 2019 compte 10 jours fériés tombant sur un jour ouvré, 104 samedis et dimanche, 25 congés payés. Le nombre de jours ouvrés s'élève donc à **226 jours**.

Coûts fixes

- Coûts d'assurance

Steevens et al¹³⁴ suggèrent des coûts d'assurance en responsabilité civile de 118 € et des coûts d'assurance facultative compris entre 137 et 150 euros. Sur le marché français, notre enquête qualitative a permis d'identifier des coûts d'assurance compris entre 120 et 204 euros. Il s'agit d'assurances responsabilité civile. Nous faisons ici l'hypothèse d'un coût d'assurance de 200 €.

- Coûts d'immatriculation

L'enquête qualitative n'a pas permis d'identifier avec précision les coûts d'immatriculation, sans doute négligeables sur la durée de vie du véhicule. De plus, une proportion importante des utilisateurs de speedelecs n'immatricule pas son véhicule. Nous faisons donc ici l'hypothèse du **coût d'immatriculation nul**.

¹³² *ibid*

¹³³ Coudene, Maud, Levy, David, (2016), De plus en plus de personnes travaillent en dehors de leur commune de résidence, INSEE Première, n°1605

¹³⁴ *ibid*

-
- Coûts d'achat

Steevens et al suggère des coûts d'achat en Flandre compris entre 2700€ et 6700€. Nous établissons une **valeur centrale à 4000€**, ce qui correspond à une simplification de la réalité. En effet, le coût d'achat est dans les faits une fonction de la puissance du moteur électrique, ce qui détermine donc pour une part la distance annuelle parcourue.

Coûts récurrents

- Coûts de changement des pneus

Steevens et al établissent une durée de vie des pneus de 10 000 km. Cette valeur nous semble toutefois légèrement surestimée, plusieurs sites de constructeurs¹³⁵ font référence à des valeurs comprises entre 2000 et 5000 kilomètres pour des pneus standards. Nous prenons comme hypothèse de départ une durée de vie des pneus de **5000 km**. Nous supposons de plus que l'usure des pneus des speedelec est plus rapide que l'usure des pneus de vélo électrique standards, en raison de la vitesse de circulation plus rapide. Nous estimons par ailleurs le prix unitaire d'un nouveau pneu à **80€**.

- Coûts unitaires de réparation

En suivant Steevens et al (2017), nous estimons le coût des réparations à **150€** tous les 10 000 km.

- Coûts de changement des batteries

Steevens et al (2017) estime la durée de vie des batteries à 40 000 km et leur coût unitaire entre 679€ et 1990€. Par simplification, nous prenons comme valeur de départ un coût unitaire de 1300€ et une durée de vie de 40 000 km.

- Coûts en énergie

Nous nous sommes basés sur la grille tarifaire des tarifs réglementés d'EDF¹³⁶. Nous supposons donc un prix de 0,15€/kWh.

Paramètres financiers

- Durée de vie

En nous basant sur Steevens et al (2017), nous avons supposé une durée de vie de **10 ans**.

- Taux d'actualisation

La technique de l'actualisation découle des principes de la « préférence pour le présent » et de l'« aversion au risque » : un gain d'un euro en 2019, à la date de rédaction de ce rapport, est supposé apporter un bien être plus important que la promesse en 2019 d'un gain d'un euro en 2030. Afin de rapporter une valeur future à la valeur présente, on utilise un taux de conversion, appelé taux d'actualisation, qui représente la valeur du risque associé au temps. Plus le taux d'actualisation est élevé, plus les valeurs futures sont faibles par rapport aux valeurs présentes.

¹³⁵ Par exemple : <https://www.schwalbe.com/en/verschleiss.html>,

¹³⁶ https://particulier.edf.fr/content/dam/2-Actifs/Documents/Offres/Grille_prix_Tarif_Bleu.pdf

Pour la détermination du taux d'actualisation, nous nous sommes basés sur l'étude du Commissariat Général au Développement Durable sur l'analyse coûts-bénéfices des véhicules électriques (Commissariat Général au Développement Durable, 2017¹³⁷). Cette étude suggère d'adopter le taux d'actualisation public préconisé par France Stratégie¹³⁸, qui est de 4,5%.

Tableau 14 : Résumé des hypothèses

| Hypothèse | Valeur choisie |
|---|--------------------|
| Distance domicile-travail (km) | 15 |
| Taux usage (%) | 80 |
| Nombre de jours ouvrés dans l'année | 226 |
| Coût assurance (€) | 200 |
| Coût d'immatriculation (€) | 0 |
| Coût unitaire des batteries (€) | 1300 |
| Fréquence de remplacement des batteries | Tous les 40 000 km |
| Coût unitaire de réparation (€) | 150 |
| Fréquence des réparations | Tous les 10 000 km |

Valeurs du TCO speedelec

La Figure 30 présente les coûts totaux actualisés d'un speedelec en fonction des hypothèses adoptées plus haut. Le Tableau 15 présente les valeurs du TCO, du TCO annuel et du TCO par km.

¹³⁷ Commissariat Général au Développement Durable, (2017), Analyse coûts bénéfices des véhicules électriques

¹³⁸ Évaluation socio-économique des investissements publics (2013), Rapport de la mission menée par Émile Quinet, septembre 2013

Figure 30 : Visualisation des coûts annuels d'un speedelec sur la durée de vie du véhicule

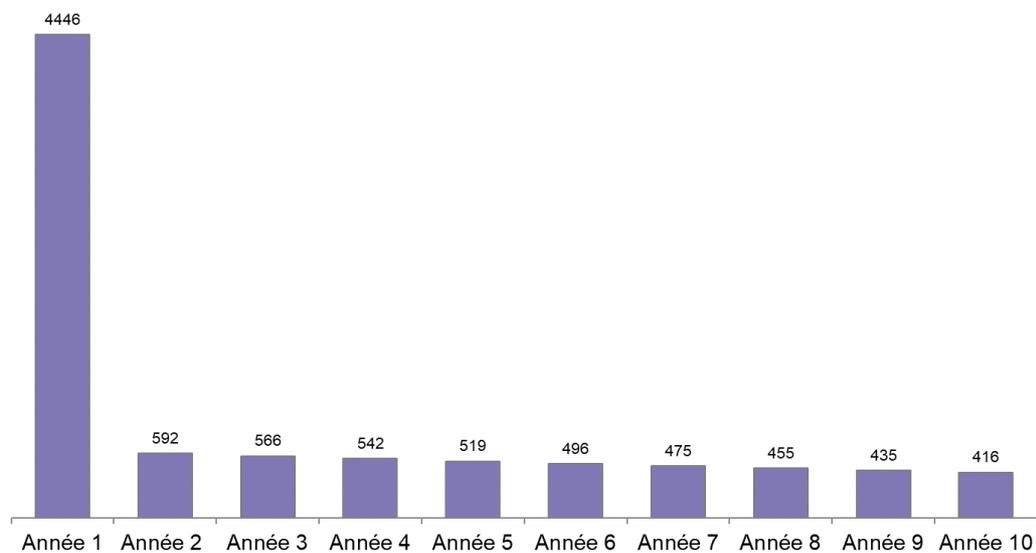


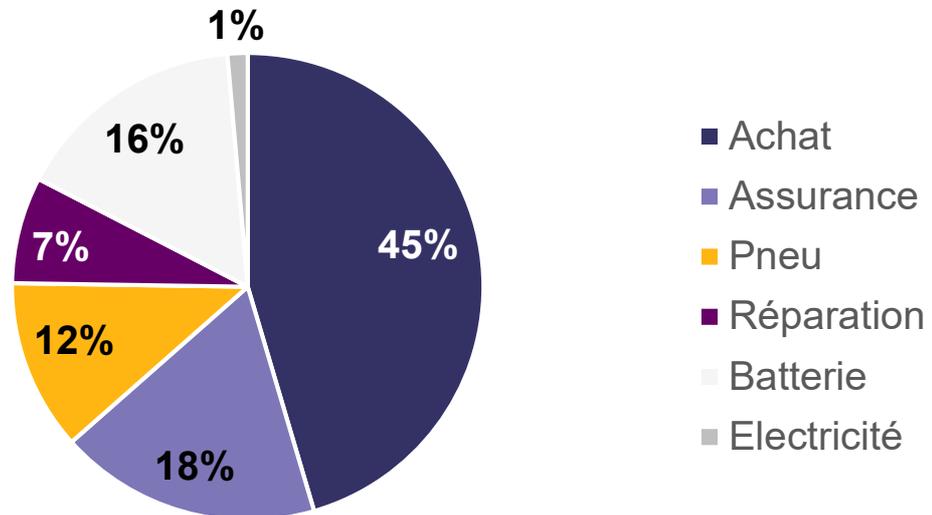
Tableau 15 : Calcul du TCO pour le speedelec

| | |
|-------------------|---------|
| TCO (€) | 8627,79 |
| TCO par an (€) | 862,78 |
| TCO par km (€/km) | 0,16 |

La Figure 31 présente la répartition des différents coûts dans le TCO. L'achat représente de loin la principale composante (44%) suivi de l'assurance (18%) et des batteries (16%).

Figure 31 : Répartition des coûts dans le TCO

Répartition des postes de coûts dans le calcul du TCO

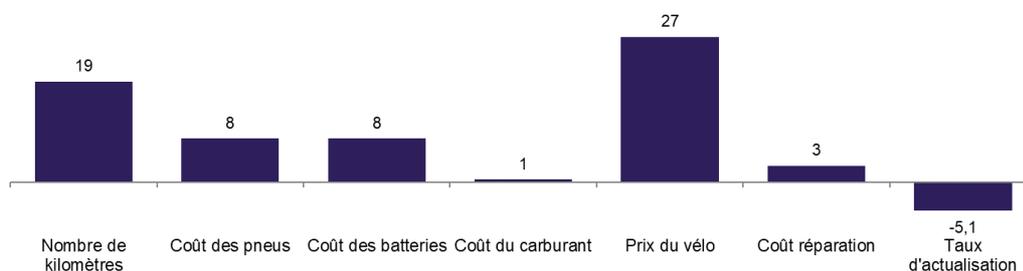


Résultats et analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité consiste à analyser l'impact d'une variation d'une composante des coûts sur le TCO. Dans la mesure où l'impact d'une variation équivalente positive ou négative est équivalente, on a choisi de ne représenter graphiquement que l'impact d'une variation positive. La figure 31 représente l'impact d'une augmentation de 50% de chacune des composantes du TCO.

L'analyse de sensibilité reflète la structure des coûts. Ainsi, le TCO du speedelec se caractérise par l'importance du coût d'achat dans l'ensemble des coûts. Logiquement, une augmentation du coût d'achat représente donc une variation importante du coût total de possession. A l'inverse, dans la mesure où l'énergie électrique représente un coût faible au kilomètre – notamment en comparaison de l'énergie thermique, on le verra – sa part dans la dynamique des coûts est faible

Figure 32 : Impact sur le TCO (en %) d'une hausse de 50% des différents composantes du coût



TCO de la voiture particulière

Méthode de calcul

Nous avons par la suite cherché à comparer le TCO des speedelec avec le TCO d'une automobile. Nous avons choisi de comparer le TCO de la voiture et le TCO du speedelec **pour le même usage** dans le but de proposer une première analyse en termes de compétitivité économique et de substituabilité.

La méthode de calcul et la forme du modèle sont les mêmes qu'employés précédemment. Nous avons défini le TCO de la voiture comme la somme actualisée des coûts annuels de la voiture. Les coûts fixes ont été définis comme le coût d'achat, les coûts d'assurance et les coûts d'immatriculation.

Les coûts récurrents ont été définis comme les coûts d'entretien (comprenant les réparations diverses et les changements de pneus), les coûts de carburant et les coûts de stationnement.

L'hypothèse envisagée est celle d'une voiture urbaine, compacte, d'entrée-moyenne gamme.¹³⁹ Ce choix est justifié par deux raisons principales :

- D'abord ce type de voiture constitue une part très importante de l'ensemble des voitures vendues¹⁴⁰
- Ensuite, ce segment constitue le moins onéreux du marché. Il permet donc de tester efficacement la compétitivité du speedelec avec la voiture particulière. Par définition les autres gammes de véhicules seront moins compétitives que le segment testé.

Les calculs sont effectués selon deux modalités (la motorisation : essence ou diesel et la localisation : Paris, villes – centre d'agglomérations et autres zones) définissant 6 cas d'étude.

¹³⁹ Les caractéristiques choisies sont celles de la Renault Clio 4

¹⁴⁰ La Renault Clio est le modèle le plus vendu en France en 2018 avec une part de marché de 5,7% (source : <https://www.autoplus.fr/actualite/Ventes-Immatriculations-Voitures-particulieres-France-Bilan-1534413.html>)

Hypothèses

Paramètres de la mobilité

Dans le cadre de cette partie, l'objectif est de comparer les TCO du speedelec et de la voiture individuelle à usage comparable. Nous établissons donc les mêmes paramètres de la mobilité que dans le cas du TCO speedelec. En revanche, nous choisissons une durée de vie plus longue, de 10 ans au lieu de 6 ans. La durée de détention moyenne d'une voiture est en effet estimée à 5, 6 ans en 2017¹⁴¹. Dans la mesure où nous nous situons dans le cas d'un achat de véhicule neuf, nous faisons l'hypothèse raisonnable que la durée de détention est sensiblement plus longue que la moyenne.

Coûts fixes

- Coûts d'achat

Nous avons choisi comme prix de départ un prix d'achat de 16300 € pour la version essence et de 19 200€ pour la version diesel, en nous fondant sur les informations disponibles en ligne¹⁴².

- Coûts d'assurance

Windish, (2013)¹⁴³, estime le coût d'assurance d'une catégorie comparable à notre cas d'étude à 536€ pour un véhicule essence à Paris (548€ pour un véhicule diesel) et 460€ dans le reste de la France (430€ pour un véhicule diesel). Etant donné les différences faibles, nous choisissons une valeur unique de 500 €.

- Coûts d'immatriculation

Windish, (2013) estime des coûts d'immatriculation compris entre 223€ (diesel) et 330€ (essence). Par mesure de simplicité, nous établissons une valeur unique de 300€

Coûts récurrents

- Coûts de réparation

Nous reprenons l'estimation de Windish, (2013) d'un coût de 0,023 €/km pour l'ensemble des réparations affectant les véhicules essence et diesel

- Coûts des pneus

Nous reprenons l'estimation de Windish, (2013) d'un coût de 0,02 €/km pour les pneus. Cette valeur est commune aux véhicules essence et diesel.

- Coûts en carburant

Pour la consommation, nous reprenons les valeurs disponibles en ligne pour la Clio 4¹⁴⁴. Nous estimons donc une consommation moyenne de 6.7 l/100 km pour le modèle essence et de 5.1 l/100 km pour le

¹⁴¹ INSEE (2019) Tableaux de l'économie française

¹⁴² Auto-Mot, Renalut 4 : Essence ou Diesel, disponible sur : <https://www.auto-moto.com/pratique/choisir/renault-clio-4-essence-ou-diesel-54609.html#item=1>

¹⁴³ Elisabeth Windisch. (2013), Driving electric ? : a financial assessment of electric vehicle policies in France. Architecture, space management. Université Paris-Est.

¹⁴⁴ <https://www.auto-moto.com/pratique/choisir/renault-clio-4-essence-ou-diesel-54609.html#item=1>

modèle diesel. Le coût des carburants est repris du Ministère de l'Environnement¹⁴⁵ qui estime un prix de vente TTC de 1,4372€/L pour le Gazole ; 1,5048 €/L pour le Super SP95 ; 1,4825 pour le Super SP95-E10 ; 1,5715 pour le Super SP98 et 0,8211. Le carburant Super SP95-E10 est aujourd'hui le plus consommé parmi les carburants essence¹⁴⁶. Nous l'avons donc choisi comme base de calcul.

- Coûts de stationnement

Pour estimer les coûts de stationnement, nous ne prenons en compte par simplicité que le coût du stationnement résidentiel et considérons comme négligeable le stationnement pour autres motifs (achats, visite etc..).

A partir des données d'une étude portant sur le stationnement résidentiel¹⁴⁷, nous supposons trois cas :

- A Paris, un coût du stationnement résidentiel moyen de 1740€ ;
- Dans les villes-centre des grandes aires urbaines telles que définies par l'INSEE nous appliquons le tarif moyen déterminé par l'étude précitée de 83 € par mois soit 996€ / an ;
- Dans les autres communes, nous supposons que le prix du stationnement résidentiel est de 0 €.

Paramètres financiers

- Durée de vie

Nous reprenons l'estimation de Windish, (2013) d'une durée de vie de 10 ans

- Taux d'actualisation

Nous reprenons le taux de 4,5 % utilisé pour le TCO speedelec.

¹⁴⁵ Service disponible sur https://www.prix-carburants.developpement-durable.gouv.fr/petrole/se_cons_fr.htm

¹⁴⁶ Connaissance des énergies, (2018). Carburants : qu'est-ce qui distingue le SP95-E10 du SP95 ? URL : <https://www.connaissancedesenergies.org/carburants-qu-est-ce-qui-distingue-le-sp95-e10-du-sp95-131210>

¹⁴⁷ Yespark, Payez-vous votre parking au juste prix ?. URL : <https://www.yespark.fr/prix-parking>

Tableau 16 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses communes

| Hypothèse | Valeur choisie |
|-------------------------------------|----------------|
| Distance domicile-travail (km) | 15 |
| Taux usage (%) | 100 |
| Nombre de jours ouvrés dans l'année | 226 |
| Coût assurance (€/an) | 500 |
| Coût d'immatriculation (€) | 300 |
| Coût réparation (€/km) | 0,23 |
| Coûts des pneus (€/km) | 0,2 |
| Durée de vie (années) | 10 |
| Taux d'actualisation (%) | 4,5 |

Tableau 17 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses selon motorisation

| Hypothèse | Valeur choisie – Essence | Valeur choisie – Diesel |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Consommation carburant (L/100 km) | 6,7 | 5,1 |
| Prix carburant (€/L) | 1,4825 | 1,4372 |
| Prix achat (€) | 16 300 | 19 200 |

Tableau 18 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses selon communes de résidence

| Hypothèse | Valeur choisie – Paris | Valeur choisie – Villes centres des grandes aires urbaines | Valeur choisie – Autres communes |
|---------------------------|------------------------|--|----------------------------------|
| Prix stationnement (€/an) | 1740 | 996 | 0 |

Résultats et analyse de sensibilité

Les résultats du calcul du TCO sont présentés aux tableaux 19, 20 et 21. La distance annuelle parcourue prise comme base de calcul ne permet pas d'atteindre le point d'équilibre entre motorisation essence et motorisation diesel. Pour les caractéristiques choisies, le TCO des voitures diesel apparaît systématiquement plus élevé que celui des voitures essence.

Tableau 19 : TCO voiture - Paris

| | Diesel | Essence |
|-------------------|---------------|----------------|
| TCO (€) | 43 002 | 40 225 |
| TCO par an (€) | 4300 | 4022 |
| TCO par km (€/km) | 0,85 | 0,79 |

Tableau 20 : TCO voiture - villes – centre des grandes aires urbaines

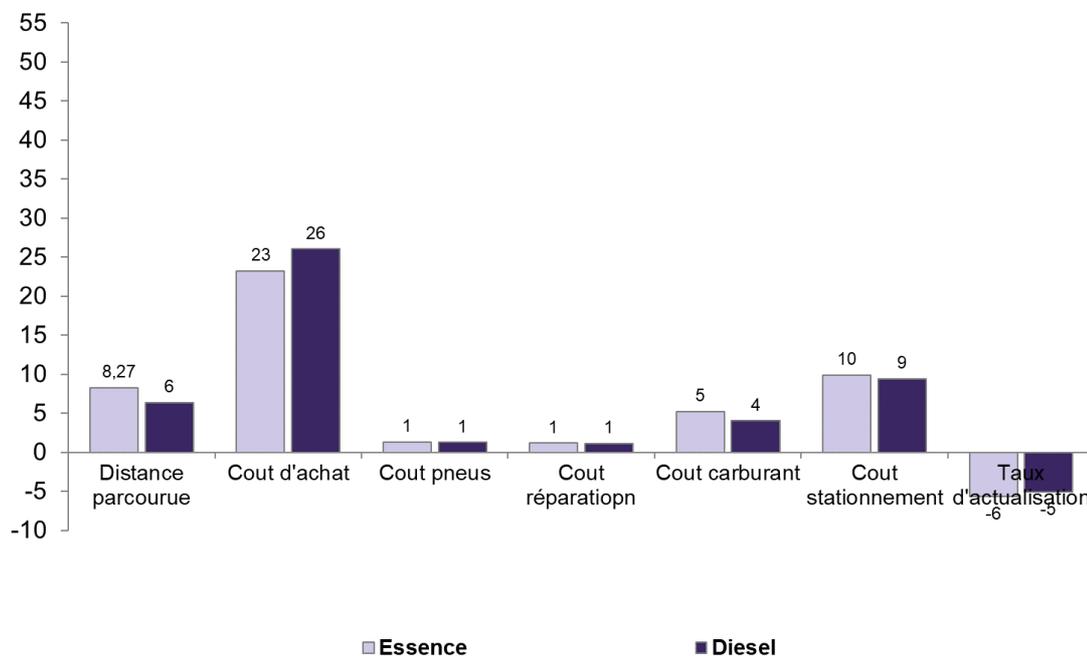
| | Diesel | Essence |
|-------------------|--------|---------|
| TCO (€) | 37 827 | 35 050 |
| TCO par an (€) | 3782 | 3505 |
| TCO par km (€/km) | 0,74 | 0,69 |

Tableau 21 : TCO voiture - autres communes

| | Diesel | Essence |
|-------------------|--------|---------|
| TCO (€) | 30 899 | 28 122 |
| TCO par an (€) | 3090 | 2812 |
| TCO par km (€/km) | 0,61 | 0,55 |

La Figure 33 présente une analyse en sensibilité de la voiture individuelle, lorsqu'utilisée de manière comparable à un speedelec. Les principaux déterminants du coût apparaissent être le **coût d'achat**, la **distance parcourue**, les **coûts de stationnement** et les **coûts de carburant**.

Figure 33 : Sensibilité du TCO à une hausse de 50% des différents paramètres de coût (en %)



Comparaison avec les couts du speedelec

Le coût de la mobilité en voiture est **trois à cinq fois supérieur** à celui du speedelec pour un même usage. Par ailleurs, les coûts variables du speedelec sont plus faibles que ceux de la voiture. Rouler en speedelec représente un coût en entretien, électricité et changement de batteries de 0,05 €/km contre 0,14 €/km pour la voiture. L'écart entre les TCO de la voiture et du speedelec est donc croissant en fonction du nombre de kilomètres parcourus comme le montrent les Figure 34 et Figure 35.

Figure 34 : Evolution des TCO au kilomètre du speedelec et de la voiture essence en fonction du nombre kilomètres annuels parcourus

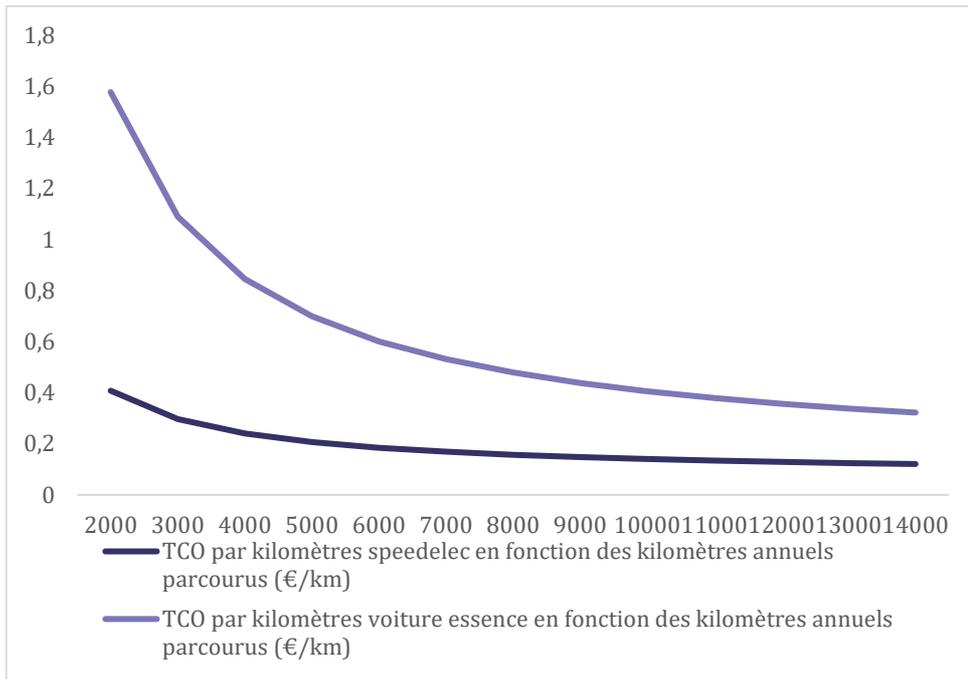
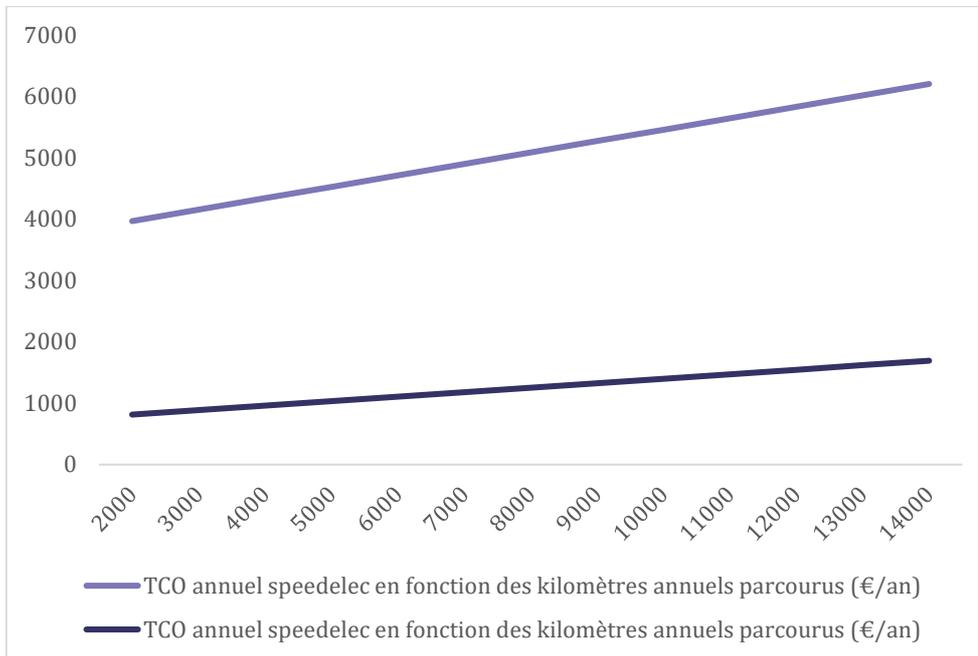


Figure 35 : Evolution des TCO annuels du speedelec et de la voiture essence en fonction du nombre kilomètres annuels parcourus



2.1.2 Cas d'étude 2 : cas du choix entre l'achat ou non d'un speedelec lorsque la voiture est déjà amortie

Une situation plus réaliste

La situation étudiée précédemment correspond à un arbitrage simple entre l'achat d'un speedelec et l'achat d'une voiture. Cette situation théorique a peu de chance de se matérialiser dans la pratique. Comme l'enquête qualitative l'a montrée, la voiture comporte d'autres usages que le speedelec ne peut pas remplacer (transport de personnes ou de marchandises, trajets longs). De plus, même sur le seul segment du domicile-travail, le taux d'usage du speedelec n'est presque jamais de 100 %. Il est la plupart du temps utilisé en conjonction avec un autre mode.

Afin de gagner en réalisme, on se propose d'étudier une deuxième situation d'arbitrage plus complexe. L'individu a ici le choix entre une **situation A** dans laquelle il utilise sa voiture pour effectuer l'ensemble de ses trajets domicile-travail et une **situation B** dans laquelle l'individu achète un speedelec pour effectuer **quatre aller-retour domicile travail pendant la semaine**, le cinquième étant effectué en voiture. On suppose dans cette situation que la voiture a déjà été amortie. Le TCO – dans la situation A comme dans la situation B – ne prend donc plus en compte le coût d'achat de la voiture. En revanche le coût d'achat du speedelec est pris en compte dans la situation B. Afin de rendre compte du fait que le coût d'achat de la voiture a bien été amorti, on se propose d'établir la durée de vie du véhicule à 5 ans.

Hypothèses

Par rapport au cas d'étude 1, l'ensemble des hypothèses restent inchangées, sauf :

- Le coût d'achat de la voiture qui est nul dans le cas d'étude 2 ;
- L'absence de coûts d'immatriculation pour la voiture dans le cas d'étude 2 ;
- La durée de vie de la voiture, qui est réduite à 5 ans dans le cas d'étude 2

Résultats et discussion des arbitrages économiques

Les résultats du TCO aux situations A et B sont présentés aux tableaux 22, 23 et 24. **L'achat du speedelec n'est économique dans aucun des cas de figures étudiés.**

Tableau 22 : Comparaison des TCO – autres communes

| | Situation A : trajets intégralement en voiture | | Situation B : achat d'un speedelec pour réaliser 4 trajets sur 5 | |
|-------------------|--|---------|--|---------|
| | Diesel | Essence | Diesel | Essence |
| TCO (€) | 7851 | 8626 | 9400 | 9555 |
| TCO par an (€) | 1570 | 1725 | 1880 | 1911 |
| TCO par km (€/km) | 0,23 | 0,25 | 0,28 | 0,28 |

Tableau 23 : Comparaison des TCO – villes-centre des grandes aires urbaines

| | Situation A | | Situation B | |
|-------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| | Diesel | Essence | Diesel | Essence |
| TCO (€) | 12223 | 12988 | 13773 | 13928 |
| TCO par an (€) | 2445 | 2600 | 2754 | 2786 |
| TCO par km (€/km) | 0,36 | 0,38 | 0,40 | 0,41 |

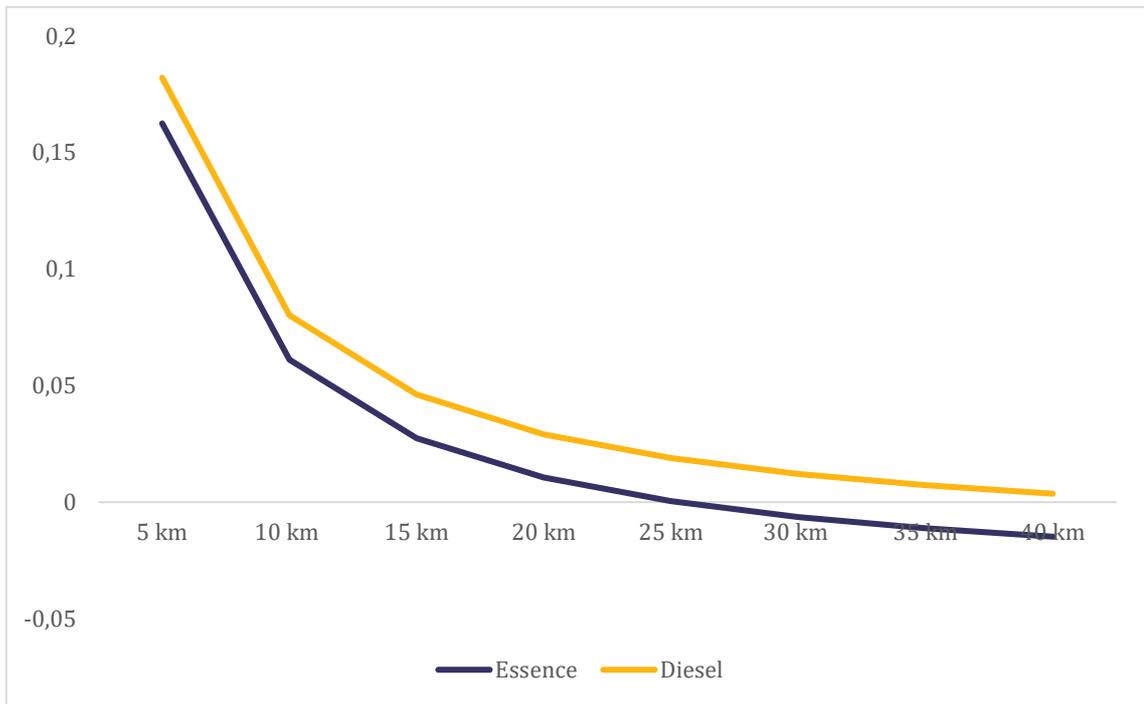
Tableau 24 : Comparaison des TCO - Paris

| | Situation A | | Situation B | |
|-------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| | Diesel | Essence | Diesel | Essence |
| TCO (€) | 15490 | 16265 | 17039 | 17194 |
| TCO par an (€) | 3098 | 3252 | 3407 | 3438 |
| TCO par km (€/km) | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,50 |

Dans ce deuxième cas, pour 15 km de trajet domicile-travail, l'achat d'un speedelec et son utilisation quatre fois par semaine ont donc **aggravé le coût total de la mobilité domicile-travail**. Toutefois, dans la mesure où les coûts variables du speedelec sont plus faibles que les coûts variables de la voiture, augmenter la distance parcourue permet d'améliorer la situation avec speedelec par rapport à la situation 100% voiture.

La Figure 36 présente l'évolution du coût au kilomètre de la mobilité domicile-travail en fonction de la distance domicile-travail. Il apparaît qu'à partir de 25 km, la mobilité avec speedelec devient plus économique par kilomètre que la mobilité en voiture uniquement.

Figure 36 : Différence entre les coûts au kilomètre de la solution avec speedelec et de la solution 100% voiture selon les motorisations



Synthèse

La mobilité domicile-travail avec speedelec est plus économique qu'en voiture à condition uniquement de rouler suffisamment

> Si l'on compare simplement le coût d'une voiture et le coût d'un speedelec sur leurs durées de vie respectives, le speedelec apparaît trois à cinq fois moins cher que la voiture (entre 0,55€/km et 0,85 €/km pour la voiture selon les situations et 0,16€/km pour le speedelec)

> En prenant en compte un cas d'étude plus réaliste dans lequel une première situation avec voiture déjà amortie est comparée à une deuxième dans laquelle les trajets domicile-travail sont effectués à 80% en speedelec et à 20% en voiture, la situation avec speedelec n'apparaît rentable qu'à partir d'une distance domicile-travail de 25 km.

2.2 Compétitivité économique et temporelle face à la voiture particulière

Dans la partie précédente nous avons étudié la rentabilité économique du speedelec par rapport à la voiture dans deux cas d'étude. Ces calculs ne prenaient cependant pas en compte le temps supplémentaire passé en transport. Dans cette seconde partie, on se propose d'étudier de manière plus approfondie la substituabilité des trajets en prenant en compte la durée des trajets.

a) Temps de trajet supplémentaire en speedelec

Hors zones fortement agglomérées, le speedelec est en moyenne plus lent que la voiture particulière, ce qui peut occasionner des nuisances – voire un report impossible depuis la voiture vers le speedelec, si le temps de transport est trop long. Afin d'évaluer la durée de ce temps de trajet supplémentaire, on se propose dans un premier temps d'évaluer le temps de trajet supplémentaire en fonction de 5 types de milieu.

Quatre de ces milieux et les vitesses moyennes automobiles associées sont adaptés du modèle COPERT du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)¹⁴⁸. Nous y avons ajouté un milieu urbain embouteillé et/ou en recherche de stationnement où nous supposons une vitesse moyenne 15km/h en voiture et de 20 km/h en speedelec

Les vitesses en speedelec correspondant à chacun des milieux ont été ajoutées à partir des informations récoltées lors de l'enquête qualitative. Ces hypothèses sont théoriques. Il n'est par exemple pas permis au speedelec de rouler sur le réseau autoroutier. Elles ont pour but de rendre visibles les arbitrages temporels possibles.

Tableau 25 : Hypothèses de vitesse selon les types de milieu

| Type de milieu | Vitesse voiture (km/h) | Vitesse speedelec (km/h) |
|---|------------------------|--------------------------|
| Milieu urbain congestionné : embouteillé et/ou recherche de stationnement | 15 | 20 |
| Urbain dense | 30 | 25 |
| Urbain | 40 | 25 |
| Urbain diffus | 50 | 30 |
| Rural | 90 | 35 |
| Autoroutier fluide | 110 | 35 |

Dans un premier temps, nous supposons la distance domicile-travail indépendante de la vitesse de déplacement. Le Tableau 26 présente les différences en termes de temps de déplacement en fonction de différentes hypothèses de longueur de trajet et de milieu de déplacement.

Nous avons attribué le code couleur suivant :

- Les trajets effectués de manière plus rapide en speedelec qu'en voiture sont colorés en vert foncé. Ils ne posent à priori aucun problème de substituabilité.

¹⁴⁸ Commissariat Général au Développement Durable, (2017), Analyse coûts bénéfiques des véhicules électriques

- Les trajets effectués en speedelec pour une durée comprise entre +0 et + 15 min par trajet sont colorés en vert clair. Ils sont supposés de pas poser de problème de substituabilité pour une majorité de personnes.
- Les trajets effectués en speedelec pour une durée comprise entre +15min et +30 min par trajet sont colorés en orange. Leur substituabilité est supposée problématique pour une majorité de personnes.
- Les trajets effectués en speedelec pour une durée supérieure à 30 min par trajet sont colorés en rouge. Leur substituabilité est supposée impossible pour une majorité de personnes.

Ce tableau dessine une cartographie des trajets substituables en speedelec. Le speedelec apparait adapté à l'ensemble des trajets dans l'urbain très dense ou en milieu embouteillé. **Les trajets dans l'urbain très denses et dans l'urbain dense sont substituables sans difficulté jusqu'à 35km.** Dans les milieux urbains, le speedelec ne pose pas de problème de substituabilité jusqu'à une distance comprise entre 15 et 20 km. Dans les **milieux moins denses**, les trajets ne **sont substituables sans difficulté que jusqu'à 10km.**

Tableau 26 : Différence en temps de déplacement entre le temps de déplacement en voiture et le temps de déplacement en speedelec

| Type de milieu | Distance domicile-travail (km) | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Milieu urbain congestionné | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 |
| Urbain dense | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Urbain | 5 | 9 | 14 | 18 | 23 | 27 | 32 | 36 |
| Urbain diffus | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| Rural | 5 | 11 | 16 | 21 | 26 | 31 | 37 | 42 |
| Autoroutier fluide | 6 | 12 | 18 | 23 | 29 | 35 | 41 | 47 |

b) Etudes de cas avec prise en compte explicite du temps de transport

La question du temps de transport supplémentaire identifiée plus haut confronte l'utilisateur de speedelec à un arbitrage cout-temps. Sauf dans les cas particuliers (villes très embouteillées) où la vitesse en speedelec est plus grande qu'en voiture, un utilisateur devra perdre du temps pour gagner en argent. Afin d'évaluer la validité de la solution speedelec, on se propose d'attribuer un coût au temps. Le rapport Quinet sur l'évaluation socio-économique¹⁴⁹ suggère une valeur du temps de transport de 17€/h. Nous avons augmenté cette valeur de la valeur de l'inflation de 2013 à 2019 afin d'obtenir **une valeur du temps de 19€/h**. A partir de cette valeur, nous avons calculé le cout total de la mobilité selon les différents types d'espace dans les deux situations que nous avons étudiées.

Cas d'étude 1 : cas du choix entre l'achat d'une voiture ou d'un speedelec

Le cas d'étude 1 correspond à un arbitrage entre l'achat d'un speedelec et l'achat d'une voiture. Nous n'avons pris en compte ici que le cas d'une voiture essence dont les coûts de stationnement sont ceux des grandes aires urbaines. Les résultats sont présentés au Tableau 27. Le vert foncé correspond aux situations dans lesquelles les coûts généralisés du speedelec sont inférieurs à celui d'une voiture. Le vert clair correspond à des coûts supplémentaires inférieurs à 1000 €/an. L'orange correspond à des coûts supplémentaires compris entre 1000 et 2000 €. Le rouge correspond à des coûts supplémentaires supérieurs à 2000 €.

Tableau 27 : Différence entre le cout annuel de mobilité comprenant le coût du temps dans le cas d'étude 1 (en €/an)

| | Distance domicile-travail (km) | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Différence de coût (hors coût du temps) | -2320 | -2380 | -2440 | -2500 | -2560 | -2620 | -2680 | -2740 |
| Type de milieu | | | | | | | | |
| Milieu urbain congestionné | - 2468 | - 2676 | - 2885 | - 3093 | - 3302 | - 3511 | - 3719 | - 3928 |
| Urbain dense | - 1707 | - 1154 | - 602 | - 49 | 504 | 1056 | 1609 | 2162 |
| Urbain | -1402 | -545 | 313 | 1170 | 2028 | 2885 | 3742 | 4600 |
| Urbain diffus | -1524 | -790 | -55 | 680 | 1415 | 2150 | 2885 | 3620 |
| Rural | -1417 | -575 | 266 | 1108 | 1950 | 2792 | 3634 | 4476 |
| Autoroutier fluide | -1344 | -428 | 488 | 1404 | 2320 | 3236 | 4152 | 5067 |

¹⁴⁹ Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, (2013). Evaluation Socio-économique des Investissements Publics. URL : https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/archives/CGSP_Evaluation_socioeconomique_170920131.pdf

Ces résultats apparaissent beaucoup plus nuancés que ceux de l'analyse économique sans coût du temps. Ils indiquent qu'en dehors des zones extrêmement embouteillées ou très denses, la zone de pertinence du speedelec n'excède pas les 20 km.

Cas d'étude 2 : cas du choix entre l'achat ou non d'un speedelec lorsque la voiture est déjà amortie

Le coût du temps a ensuite été appliqué au cas d'étude 2 dans lequel la voiture a déjà été amortie. Les résultats sont présentés dans le Tableau 28. La zone de pertinence du speedelec apparaît **extrêmement restreinte**. Lorsque le speedelec est comparativement rapide, il n'est pas rentable monétairement. Lorsqu'il est rentable monétairement, il est trop lent. Au final, le speedelec ne permet une amélioration nette du coût généralisé que dans les zones extrêmement embouteillées. Ses coûts – temps inclus – sont estimés à moins de 1000€/an dans un domaine restreint contenant l'urbain très dense jusqu'à 20 km et les très petites distances dans les autres milieux.

Il est cependant très peu probable que les individus traduisent leurs gains de temps en économies d'argent. On peut supposer qu'ils perçoivent principalement les coûts liés à l'achat et la conduite du véhicule. Dans ce contexte, le fait qu'ils acceptent un surcoût (hors coût du temps) de plus de 200€ par an pour se déplacer en speedelec semble une hypothèse forte. **On peut donc considérer que le speedelec ne se développera pas parmi les personnes parcourant moins de 15 km pour se rendre au travail.**

En définitive, le speedelec semble donc être pertinent pour deux types de trajets domicile-travail :

- Les trajets de plus de 15 km en zones urbaines congestionnées ou denses dans lesquelles il permet de gagner du temps sur la voiture ;
- Les trajets faisant entre 15 et 20 km dans les espaces urbains denses.

Enfin les trajets ayant lieu dans des zones urbaines et urbaines diffuses (telles que les couronnes résidentielles et périurbaines), dans une borne de 15 à 20 km, sont substituables à la marge, en supposant une tolérance importante à l'allongement des temps de déplacement.

Tableau 28 : Différence entre le cout annuel de mobilité dans la situation B et la situation A (en €/an)

| | Distance domicile-travail (km) | | | | | | | |
|--|--------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Différence de coût (hors cout du temps) | 367 | 277 | 186 | 95 | 4 | -86 | -177 | -268 |
| Type de milieu | | | | | | | | |
| Milieu urbain congestionné | -136 | -731 | -1325 | -1920 | -2514 | -3109 | -3703 | -4899 |
| Urbain dense | 569 | 680 | 790 | 901 | 1012 | 1122 | 1233 | 1344 |
| Urbain | 821 | 1183 | 1546 | 1908 | 2271 | 2634 | 2996 | 3359 |
| Urbain diffus | 770 | 1083 | 1395 | 1707 | 2019 | 2331 | 2644 | 2956 |
| Rural | 895 | 1332 | 1769 | 2206 | 2643 | 3080 | 3517 | 3953 |
| Autoroutier fluide | 956 | 1454 | 1952 | 2450 | 2948 | 3446 | 3944 | 4442 |

Synthèse

Un domaine de pertinence restreint pour le speedelec si l'on prend en compte le temps supplémentaire de déplacement

- > En prenant en considération les temps de déplacement, le domaine de pertinence du speedelec se restreint.
- > Deux zones apparaissent clairement comme propices au développement du speedelec. D'une part, les zones denses et congestionnées dans lesquelles il obtient un avantage temporel face à la voiture. D'autre part, les zones urbaines – voire périurbaines – dans lesquelles le coût monétaire et temporel peut être considéré comme acceptable à condition de parcourir des distances domicile-travail supérieures à 15 km.

3. Analyse du potentiel de développement

3.1. Evaluation du potentiel de report modal depuis la voiture sans contrainte économique

Cette deuxième partie constitue une analyse géographique du potentiel de report modal depuis la voiture à partir des données de recensement de l'INSEE. Après avoir présenté la méthodologie et les données, on évalue dans un premier temps le potentiel de report en l'absence de contrainte économique et temporelle et dans un second temps nous évaluerons le potentiel de report en prenant en compte ces deux paramètres.

a) Méthodologie et données disponibles

Méthodologie

Plusieurs types de méthodes peuvent être utilisées pour prévoir le potentiel de développement d'une technologie de transport¹⁵⁰ :

- Des méthodes fondées **l'analyse des données de ventes** au cours du temps supposent que les ventes futures dépendent des ventes passées selon une **loi statistique**. C'est le cas par exemple du modèle de Bass¹⁵¹
- Des modèles de choix de consommateur décrivent le développement de technologies à partir d'enquêtes, en analysant les **préférences révélées ou déclarées de consommateurs**.
- Les analyses **en termes de temps de retour sur investissement** délimitent le potentiel de développement en fonction des avantages financiers qui peuvent en être retirés.
- Les analyses de contraintes déterminent le potentiel de développement en fonction de **contraintes fonctionnelles**. Ce type d'étude a par exemple été utilisé pour prévoir le développement de véhicules électriques à partir de la détention d'infrastructures de charge à la maison et/ou en se basant sur la compatibilité de la demande de déplacement avec l'autonomie des véhicules. Le CGDD (2011)¹⁵² par exemple calcule un potentiel de développement à partir de la part des déplacements pouvant être couverts par la technologie électrique.

Dans le contexte spécifique des trajets cyclables, l'autorité des Transports de Londres (Transport for London, 2017)¹⁵³ a utilisé une méthode d'analyse des contraintes pour déterminer le potentiel de cyclabilité à l'échelle de la métropole londonienne. Les critères pour considérer un trajet comme cyclable sont détaillés dans le Tableau 29.

¹⁵⁰ AI-ALAWI, Baha, BRADLEY, Thomas, « Review of hybrid, plug-in hybrid, and electric vehicle market modeling Studies », Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013

¹⁵¹ F.M. Bass: A new product growth model for consumer durables. Management Science, 15 (1969) 215-227.

¹⁵² CGDD. (2011) Les véhicules électriques en perspective : Analyse coûts-avantages et demande potentielle. Etude N°41, Mai 2011. ISSN : 2102 – 4723.

¹⁵³ Transport for London, (2017), Analysis of cycling potential 2016, policy analysis report

Tableau 29 : Critère de cyclabilité (Source : Transport for London, 2017)

| Criteria | Filter |
|---------------|--|
| Encumbrance | The person making the trip is carrying tools or heavy work equipment, or a pram/pushchair |
| Trip length | The trip is for commuting and is more than 10km, otherwise more than 8km. |
| Age | Trip is longer than 8km (or 10km for commuting) for those aged 5-64; 5km for ages 65-79 (all purposes); and 3km for age 80+ (all purposes) |
| Current mode | Trip made by van, dial-a-ride, plane or boat |
| Trip chaining | The trip is part of a wider chain of trips that cannot be cycled in its entirety. |

L'analyse menée par Transport for London a permis d'identifier que pour la période 2012-2015, les Londoniens effectuaient 19,8 millions de déplacements par jour, dont 13,1 millions par des modes motorisés (voiture, bus, métro et train). Sur la base des critères listés plus haut, 8,17 millions de déplacements effectués via des modes motorisés – soit 62 % – pourraient être effectués en vélo.

La méthode utilisée dans la présente étude se rapproche de celle employée par Transport for London. Nous avons procédé en deux temps. D'abord une analyse du potentiel sur base des critères au Tableau 30 : le choix des filtres reflète les enseignements de l'enquête qualitative. Celle-ci a en effet permis de montrer que les speedelecs étaient utilisés pour des déplacements compris entre 5 et 40 km. Nous avons considéré cet intervalle comme le potentiel maximal de cyclabilité. Nous avons ensuite renforcé la contrainte en étudiant deux intervalles supplémentaires (5 à 30 km puis 5 à 20 km).

Tableau 30 : critères utilisés pour l'analyse du potentiel des speedelecs en l'absence de contraintes économiques et temporelles

| Critère | Filtre |
|----------------------|--|
| Longueur des trajets | <ul style="list-style-type: none"> • Longueur comprise entre 5 et 20 km • Longueur comprise entre 5 et 30 km • Longueur comprise entre 5 et 40 km |
| Age | • Age compris entre 45 et 64 ans |
| Revenus | • Cadres et professions intellectuelles supérieures |

Les contraintes portant sur l'âge et les revenus sont tirés des constats portant sur la population actuelle des détenteurs de speedelec dont l'état de l'art a pu montrer qu'elle était surtout constituée d'hommes, âgés de plus de 45 ans et diplômés du supérieur.

Nous estimons donc en appliquant ces filtres quel pourrait être le potentiel de report modal depuis la voiture si la population des utilisateurs de speedelec demeure conforme à ses caractéristiques socio-économiques actuelles.

Données disponibles

Nous avons souhaité effectuer l'analyse du potentiel de report modal à un niveau de précision géographique fin dans le but de pouvoir déceler d'éventuelles dynamiques territoriales.

C'est la raison pour laquelle nous nous sommes appuyés sur les données de déplacements domicile-travail fournies par l'INSEE (INSEE, 2018)¹⁵⁴. Ces données présentent pour **l'ensemble de la population** ayant un emploi et âgée de 15 ans ou plus :

- La commune d'habitation ;
- La commune de travail ;
- Des variables ayant trait à l'individu, à son ménage et à sa résidence principale

Ces données se présentent telles qu'indiqué à la figure 36.

Figure 37 : Données brutes issues du recensement de l'INSEE

```
COMMUNE;ARM;DCFLT;DCLT;AGEREVQ;CS1;DEROU;DIPL_15;EMPL;ILT;ILTUU;IMMI;INATC;INEEM;INPOM;INPSM;IPONDI;LFRM;ME
TRODOM;MOCO;NA5;NPERR;REGION;REGLT;SEXE;STAT;STOCD;TP;TRANS;TYPL;TYPMR;VOIT
01001;ZZZZZ;99999;01001;050;6;Z;B;16;1;1;2;1;0;1;0;5.000000000000000;2;M;21;GU;2;84;84;2;10;10;2;4;1;43;2
01001;ZZZZZ;99999;01001;050;1;Z;C;21;1;1;1;1;0;2;0;5.000000000000000;2;M;22;AZ;3;84;84;2;21;10;1;1;1;41;1
01001;ZZZZZ;99999;01001;050;4;Z;C;16;1;1;2;1;0;3;0;5.000000000000000;2;M;22;GU;3;84;84;2;10;10;2;1;1;41;1
01001;ZZZZZ;99999;01001;050;2;Z;A;22;1;1;2;1;0;4;0;5.000000000000000;1;M;22;GU;5;84;84;1;22;10;1;4;1;41;3
01001;ZZZZZ;99999;01001;055;4;Z;B;16;1;1;2;1;0;1;0;5.000000000000000;1;M;32;OQ;1;84;84;2;10;10;2;4;1;12;1
01001;ZZZZZ;99999;01001;060;1;Z;B;21;1;1;2;1;0;1;0;5.000000000000000;1;M;32;AZ;1;84;84;1;21;10;1;1;1;11;1
```

Trois types d'information étaient d'intérêt pour le présent travail :

- La commune de travail et celles d'habitation ;
- L'âge des individus ;
- La catégorie socio-professionnelle des individus

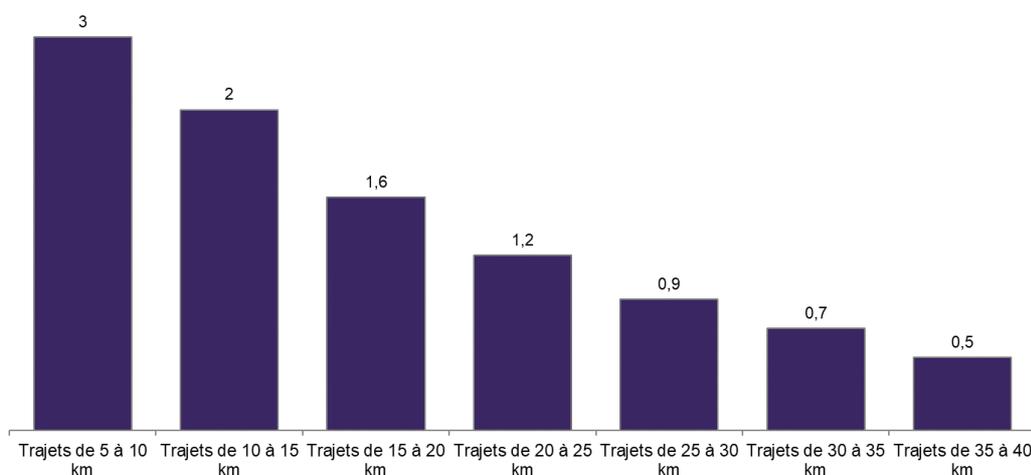
En l'absence de données portant sur les revenus spécifiquement, nous avons utilisé les CSP comme un *proxy* des revenus.

Pour obtenir la distance routière entre la commune d'habitation et la commune de travail, nous avons utilisé l'algorithme de *routing* en open source OSRM. L'automatisation de la recherche a été effectuée grâce à un script python. Ces opérations ont permis d'obtenir un tableau de la fréquence des distances domiciles travail. La Figure 38 présente la fréquence des personnes (en millions) effectuant des trajets domicile-travail en voiture dans notre distance cible (entre 5 et 40 km). Par défaut, les personnes travaillant dans leur commune de résidence sont considérées comme ayant une distance domicile-travail nulle.

Les trajets les plus courts apparaissent les plus nombreux et la fréquence des trajets diminue avec leur longueur.

¹⁵⁴ INSEE, (2018), Logements, individus, activité, mobilités scolaires et professionnelles, migrations résidentielles en 2015. Le dictionnaire des variables est disponible à l'adresse suivante : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2022115#dictionnaire>

Figure 38 : Répartition des individus réalisant des trajets domicile-travail en voiture de 5 à 40 km (en millions)



b) Résultats

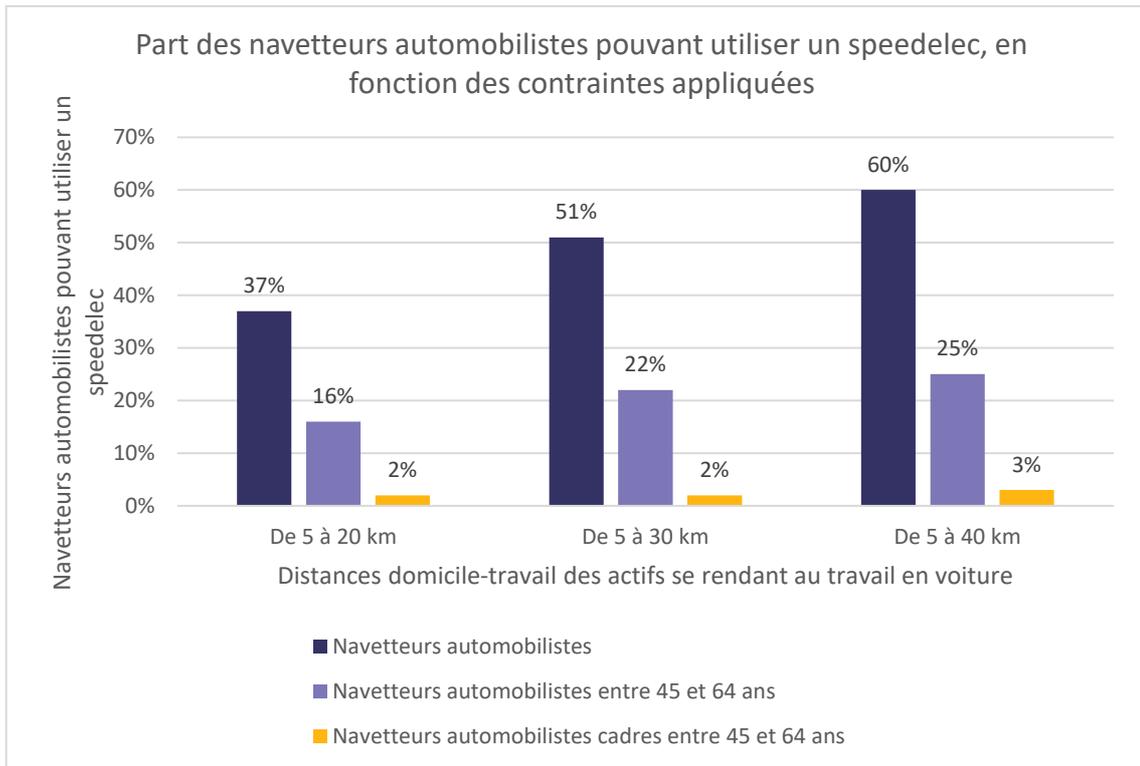
Il est important de noter que **nous raisonnons ici en termes d'individus et non de trajets substitués**. Ainsi que l'enquête qualitative l'a montrée, le taux d'usage du speedelec sur le segment des trajets domicile-travail n'est quasiment jamais de 100 %. Même parmi les individus dont les trajets apparaissent substituables, une portion seulement a vocation à être remplacée en speedelec. De plus, nous n'avons considéré ici que des trajets simples domicile-travail. Or, une part des trajets est effectuée dans le cadre de boucles de déplacements plus complexes. Le trajet vers le lieu de travail peut par exemple être combiné avec de la mobilité d'accompagnement ou des courses. Dans ce type de cas, le trajet n'est pas substituable en speedelec. **La proportion de trajets voitures pouvant être remplacés est donc moins importante que la proportion d'individus théoriquement qualifiés pour acquérir un speedelec.**

La Figure 39 présente le pourcentage d'individus dont les trajets domicile-travail sont faits en voiture et pouvant théoriquement réaliser ces trajets en speedelecs. Dans le cas maximal, en l'absence de contraintes portant sur les caractéristiques socio-économiques des utilisateurs de speedelecs, 60 % de l'ensemble des personnes réalisant leurs trajets en voiture peuvent potentiellement les faire en speedelec, c'est-à-dire ont des trajets domicile-travail compris entre 5 et 40 km.

En supposant que l'âge moyen des utilisateurs de speedelec demeurera constant à l'avenir par rapport aux utilisateurs actuels, on diminue la proportion d'utilisateurs potentiels d'environ la moitié (de 16 à 25 % selon les distances). En supposant que les personnes ayant recours aux speedelecs demeureront en grande majorité des hommes, on peut encore raisonnablement réduire le potentiel de moitié, donc de 8 % à 12 %.

En appliquant une deuxième contrainte – portant sur l'appartenance à la CSP cadres et professions intellectuelles supérieures cette fois – la réduction par rapport à l'étape précédente est de 90 % environ. Le nombre de potentiels utilisateurs n'est plus de que de 2 à 3 % (1 à 1,5 % en ne prenant en compte que des hommes).

Figure 39 : Part d'utilisateurs potentiels parmi les personnes se rendant au travail en voiture, sans contrainte en termes d'âge ou de revenus, en fonction du niveau de contrainte mis sur les distances réalisables en speedelec



Synthèse

Un potentiel de report modal relativement limité si l'on suppose un maintien des contraintes socio-économiques

- > Une part très importante des trajets en voiture ont une longueur théoriquement compatible avec un report vers le speedelec
- > Si l'on suppose cependant que la population des futurs acheteurs de speedelecs conservera les caractéristiques socio-économiques de la population actuelle, la part des individus potentiellement utilisateurs chute fortement pour n'atteindre que quelques pourcents des navetteurs utilisant l'automobile.

3.2. Evaluation du potentiel de report modal depuis la voiture avec une contrainte économique et temporelle

Cette partie est dédiée à l'évaluation et à l'analyse géographique du nombre de personnes en mesure de profiter d'un report modal vers le speedelec lorsque l'on introduit une contrainte économique. Dans le cadre de cette partie, nous supposons que les seules contraintes à l'œuvre sont la distance, le temps et le coût de la mobilité en fonction des modèles élaborés dans la partie 1. Nous faisons l'hypothèse que le speedelec peut se développer en fonction de ces seuls critères. Les contraintes socio-économiques évoquées précédemment (âge et CSP) sont levées.

a) Deux profils différents d'utilisateurs de speedelec

Les données présentées dans la partie 1 permettent d'identifier deux usages rationnels en termes de coût et de temps du speedelec : **un usage en zone urbaine congestionnée** et **un usage limité à une distance comprise entre 15 et 20 km dans les zones urbaines**. L'enjeu consiste dès lors à délimiter géographiquement ces deux espaces de pertinence. La difficulté de cet exercice tient au fait qu'il est délicat d'estimer des vitesses de déplacement en fonction d'espaces. Au sein d'un espace géographique restreint peuvent coexister des vitesses de circulation extrêmement diverses. Une autoroute urbaine par exemple permet de rouler à 130 km/h dans un espace dense où les vitesses sont d'ordinaire inférieures à 50 km/h. Nous avons donc procédé par approximation en utilisant les zonages existants de l'INSEE.

Nous avons défini la **zone urbaine congestionnée à partir de la commune de départ** des déplacements domicile-travail et selon **deux critères que la commune doit remplir de manière cumulative** :

- Commune appartenant à une aire urbaine¹⁵⁵ de plus de 500 000 habitants.
- Commune dont la densité communale¹⁵⁶ est égale à 1 (très densément peuplées)

Pour la zone urbaine congestionnée, le potentiel est défini comme l'ensemble des individus pratiquant des distances domicile-travail comprises entre 0 et 40 km.

Pour la définition de la **zone urbaine, nous avons choisi une acception large et une acception restreinte** :

- Une borne basse comprenant les communes d'habitation appartenant à une aire urbaine de plus de 50 000 habitants et dont la densité communale est égale à 1 (très densément peuplées) ou 2 (densément peuplées)
- Une borne haute comprenant les communes d'habitation appartenant à une aire urbaine de plus de 50 000 habitants et dont la densité communale est égale à 1 (très densément peuplées), 2 (densément peuplées) ou 3 (peu densément peuplées).

Le potentiel de la zone urbaine est défini comme l'ensemble des individus pratiquant des distances comprises entre 15 et 20 km.

¹⁵⁵ On appelle unité urbaine une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants. Source : INSEE : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1501>

¹⁵⁶ La densité communale offre un indicateur de densité à la maille de la commune qui tient compte de la distribution géographique de la population au sein de chaque commune. Elle s'appuie sur l'étude de la densité par carré de 1km coté au sein de chaque commune. En fonction de la part de la population située dans des zones peu densément, densément ou très densément peuplées, les communes sont classées selon une typologie comprenant 4 valeurs

b) Analyse du potentiel parmi les navetteurs automobilistes

Les résultats de cette analyse de potentiel sont présentés au Tableau 31.

Tableau 31 : Analyse du potentiel parmi les navetteurs automobilistes en fonction des usages rationnels définis dans la partie 1

| Profil | Nombre de communes concernées par le profil | Nombre d'individus qualifiés |
|---|---|------------------------------|
| Zone urbaine congestionnée | 442 | 1 844 277 |
| « Zone urbaine » - acception restreinte | 1611 | 324 105 |
| « Zone urbaine » - acception large | 2020 | 351 103 |
| Total borne haute | 2053 | 2 168 383 |
| Total borne basse | 2462 | 2 195 280 |

En prenant en compte ces critères, la géographie des trajets remplaçables apparaît **extrêmement ciblée autour des grandes métropoles**. En revanche, dans la mesure où les communes concernées sont densément peuplées, la part des individus qui gagneraient à l'achat d'un speedelec est relativement élevée. Sur 17,8 millions d'individus se rendant au travail en voiture, entre **2,1 millions et 2,2 millions (soit entre 12 et 13 %)** pourraient faire l'acquisition d'un speedelec avec profit.

c) Vers un potentiel de court terme plus réaliste

Les calculs effectués plus haut concluent à un potentiel relativement important. Celui-ci doit être interprété comme un maximum absolu. A moyen terme, compte tenu des nombreux freins évoqués plus haut, ce potentiel n'est pas réaliste. Deux éléments sont particulièrement importants à prendre en compte dans l'évaluation d'un potentiel de moyen terme plus pragmatique : le coût élevé des speedelecs qui limite de fait l'achat à des publics favorisés ; la concurrence du vélo sur les distances courtes.

En l'absence de données relatives aux revenus dans le recensement, nous avons limité le potentiel aux cadres. Par ailleurs, nous avons supposé que pour les distances inférieures à 10 km, le vélo serait systématiquement préféré au speedelec.

Le calcul du potentiel selon ces nouveaux critères est présenté au Tableau 32.

Tableau 32 : Analyse réaliste à moyen terme du potentiel parmi les navetteurs automobilistes

| Profil | Nombre de communes concernées par le profil | Nombre d'individus qualifiés |
|---|---|------------------------------|
| Zone urbaine congestionnée | 429 | 317 049 |
| « Zone urbaine » - acception restreinte | 1219 | 58 583 |
| « Zone urbaine » - acception large | 1449 | 61 939 |
| Total borne haute | 1648 | 275 632 |
| Total borne basse | 1878 | 378 988 |

En appliquant cette méthodologie, le potentiel du speedelec est fortement limité, atteignant dans l'hypothèse la plus favorable environ 380 000 personnes dans moins de 2000 communes.

d) Limites à la méthode employée

La méthode décrite suppose deux conditions :

- D'abord un **choix modal exclusivement déterminé par des considérations rationnelles** en termes de coût ou de temps. L'enquête qualitative montre pourtant que les acheteurs de speedelec avaient largement basé leur choix sur d'autres types de critères comme l'agrément, la volonté d'échapper à la voiture, la volonté de faire du sport, parfois même l'aspect esthétique du vélo. Les calculs effectués plus haut sont donc nécessairement réducteurs. Nous supposons toutefois que **la majorité des individus ne s'écartent pas de manière trop flagrante d'un comportement rationnel**. La part importante d'acheteurs s'étant décidés sur des critères relatifs au plaisir ou au sport dans notre enquête qualitative pourrait être justement interprétée comme la marque d'un moyen de transport encore très peu développé et réservé à des *early adopters*.
- Nous supposons ensuite que l'ensemble des trajets que nous avons identifiés comme remplaçables peuvent effectivement être effectués en speedelec. Ce n'est naturellement pas le cas partout. Dans les régions très urbanisées où nous avons identifié un fort potentiel de développement en raison de la congestion routière, le report modal vers le speedelec dépend de la capacité de circulation en vélo. Or certaines voies rapides sont interdites aux véhicules lents. Ces axes créent des coupures urbaines, qui rallongent considérablement les trajets alternatifs. Dans d'autre cas, le niveau de dangerosité perçu limiterait de fait la fréquentation en vélo.

Synthèse

Un potentiel de report limité aux zones denses

> En supposant que le développement du speedelec dépend d'un arbitrage coût-temps, le potentiel immédiat apparaît limité, de l'ordre de 380 000 personnes

> Le développement du speedelec serait alors concentré dans les zones denses autour des métropoles

Conclusion

1. Principaux enseignements

1. Apparus dans le sillage des vélos à assistance électrique classique, les speedelecs permettent de continuer l'assistance électrique jusqu'à une vitesse de 45 km/h. Le marché du speedelec apparaît encore embryonnaire tant en France qu'en Europe (En France, les speedelecs représentent 0,03% des ventes de vélos)
2. Les études à disposition portant sur la Suisse, la Belgique et les Pays-Bas montrent qu'en Europe les speedelecs sont majoritairement utilisés pour un usage précis, celui des trajets domicile travail. Ce constat apparaît conforté par notre enquête qualitative.
3. Notre enquête qualitative conforte également les résultats de la littérature quant au report modal. Le speedelec semble surtout remplacer des trajets en voiture et des trajets en vélo et VAE 25. L'effet sur la démotorisation est faible car le speedelec n'est pas en mesure de remplacer l'ensemble des usages d'une automobile.
4. A l'heure actuelle, en France, l'utilisation du speedelec est principalement le fait d'hommes urbains et aisés. Les taux de possession en zone rurale ou périurbaine sont plus faibles que dans les zones urbaines, à l'exception des communes montagneuses.
5. La marge de développement du speedelec apparaît limitée. Du fait de son prix élevé, l'usage du speedelec n'est rentable que sur de longues distances. Toutefois, sur routes dégagées, le temps supplémentaire de trajet par rapport à la voiture limite rapidement le potentiel de substitution. Notre enquête quantitative montre que l'usage du speedelec n'est rationnel en termes d'équilibre coût-temps que dans les zones urbaines congestionnées (pour toutes les distances) et sous certaines conditions de distance dans les zones urbaines moins denses. En prenant en compte des contraintes de revenu et la concurrence avec le vélo sur les distances domicile-travail les plus courtes, le potentiel du speedelec est inférieur à 400 000 unités
6. Par ailleurs, même parmi le public cible, le développement du speedelec est fortement contraint par des freins réglementaires à la commercialisation et à l'usage. La réglementation française qui interdit l'usage des pistes cyclables apparaît particulièrement problématique.
7. Ce travail remet en cause l'hypothèse présentée dans la littérature du speedelec comme alternative à la voiture dans les espaces peu denses. Plus généralement ce travail incite à repenser les termes du débat concernant la décarbonation des mobilités. En dehors des espaces urbains denses, le système automobile apparaît de loin le plus efficace. Plutôt que de rechercher le report modal, ce travail invite à trouver des leviers de décarbonation dans la limitation de la demande de déplacements via l'aménagement du territoire et l'urbanisme.

2. Recommandations à l'usage des décideurs publics

2.1. Prendre acte de l'étroitesse du marché potentiel français dans les dispositifs d'aide

L'étude quantitative a permis de montrer que les perspectives de développement du speedelec étaient relativement faibles en France. Sans renoncer à soutenir l'achat de speedelecs qui sont partie intégrante de la mobilité douce, les dispositifs d'aides ne devraient pas inciter spécifiquement à l'achat de speedelec mais plutôt soutenir de manière indifférenciée les speedelec et les VAE classiques.

2.2. Vers une réglementation par espace et non plus par mode

L'étude qualitative des usages du speedelec fournit des enseignements généralisables à d'autres modes actifs. En France, les speedelecs sont réglementés de manière catégorielle : du fait qu'ils soient apparentés à des cyclomoteurs, ils sont soumis à un certain nombre de règles, en l'occurrence l'interdiction de rouler sur les pistes cyclables.

Cette étude qualitative indique la difficulté pour les utilisateurs de speedelecs de respecter la réglementation en vigueur, car ils ressentent un sentiment persistant de danger sur la chaussée. Dans le même temps, les pistes cyclables, en milieu urbain ne sont pas toujours l'espace le plus adapté à la pratique du speedelec en raison du risque de collision avec d'autres utilisateurs plus lents et avec les piétons.

La solution belge permettant aux collectivités territoriales d'adapter le code de la route en fonction des spécificités locales apparaît comme l'une des solutions possibles. On pourrait également proposer un système dans lequel les utilisateurs de speedelecs peuvent rouler à 25km/h maximum sur les pistes cyclables et devraient rouler sur la chaussée s'ils désirent atteindre une vitesse plus élevée. Ce constat pour le speedelec peut être étendu à d'autres modes. On pense ici notamment aux engins de déplacement personnels.

2.3. Intensifier l'effort de construction d'infrastructure

La volonté de réduire le niveau de danger perçu apparaît comme un facteur favorisant la décision de se doter d'un speedelec et d'évoluer vers les modes actifs en général. La construction d'infrastructure permettant de séparer le trafic automobile du trafic vélo constitue donc l'un des leviers de la diffusion du speedelec, en particulier dans les zones les moins denses où la circulation est la plus rapide. Là encore, ce constat vaut pour le speedelec comme le vélo musculaire ou le VAE classique.

Table des figures

| | |
|--|-----|
| <i>Figure 1 : Exemples de vélos électriques en Chine, type SSEB.</i> | 17 |
| <i>Figure 2 : Exemple de vélos électriques européens, type BSEB. Sur l'image de gauche, le moteur est dans la roue avant et la batterie dans le tube du cadre.</i> | 18 |
| <i>Figure 3 : Exemple de fatbike électrique.</i> | 19 |
| <i>Figure 4 : Exemple de casque homologué pour la pratique du speedelec (Source : Materiel-velo.com)</i> | 26 |
| <i>Figure 5 : Carte des infrastructures vélo (source : Amenagement-cyclables.fr à partir de données Open Street Map).</i> | 30 |
| <i>Figure 6 : Part des voiries aménagées sur la voirie disponible (source : Club des villes et territoires cyclables).</i> | 31 |
| <i>Figure 7 : Constructeurs de speedelecs avec assistance au pédalage identifiés.</i> | 35 |
| <i>Figure 8 : Total cost of ownership (TCO) de différents moyens de mobilité aux Pays-Bas.</i> | 38 |
| <i>Figure 9 : Ventes de speedelecs dans les principaux marchés européens.</i> | 42 |
| <i>Figure 10 : Vitesses des speedelecs dans la littérature. Source : enquêtes Transitec et Sigmaplan.</i> | 48 |
| <i>Figure 11 : Comparaison des émissions WTT et TTW de différents moyens de locomotion.</i> | 54 |
| <i>Figure 12 : Nombre d'immatriculations de speedelecs par an (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t).</i> | 58 |
| <i>Figure 13 : Nombre d'immatriculations de speedelecs en rythme mensuel (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t).</i> | 59 |
| <i>Figure 14 : Décomposition de la série des immatriculations de speedelecs corrigée.</i> | 61 |
| <i>Figure 15 : Résultats du modèle de Bass sans correction.</i> | 64 |
| <i>Figure 16 : Résultats du modèle de Bass avec correction.</i> | 64 |
| <i>Figure 17 : Répartition des immatriculations par tranche d'âge.</i> | 65 |
| <i>Figure 18 : Nombre d'immatriculations de speedelecs dans les 10 départements les plus équipés sur la période 2013-2018 (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t).</i> | 67 |
| <i>Figure 19 : carte des immatriculations par départements (Données d'immatriculation du ministère de l'intérieur. Réalisation : 6t).</i> | 68 |
| <i>Figure 20 : Moyenne des taux d'équipements des communes par décile de niveau de vie.</i> | 69 |
| <i>Figure 21 : Moyenne des taux d'équipement par décile de densité des communes.</i> | 70 |
| <i>Figure 22 : Moyenne des taux d'équipement par décile d'altitude des communes.</i> | 70 |
| <i>Figure 23 : Fonction de densité de médiane du niveau de vie (INSEE 2015) des communes équipées (bleu) et de l'ensemble des communes (orange).</i> | 71 |
| <i>Figure 24 : Taux d'équipement pour 10 000 habitants par quintile du niveau de vie.</i> | 72 |
| <i>Figure 25 : nuage de mots des adjectifs utilisés pour décrire le speedelec.</i> | 86 |
| <i>Figure 26 : schématisation du processus d'achat typique d'un speedelec.</i> | 95 |
| <i>Figure 27 : Schéma des différentes circonstances du changement modal.</i> | 101 |
| <i>Figure 28 : Motifs d'achat du speedelec.</i> | 107 |
| <i>Figure 29 : Modèle de calcul du TCO du speedelec.</i> | 132 |
| <i>Figure 30 : Visualisation des coûts annuels d'un speedelec sur la durée de vie du véhicule.</i> | 136 |
| <i>Figure 31 : Répartition des coûts dans le TCO.</i> | 137 |

| | |
|---|------------|
| <i>Figure 32 : Impact sur le TCO (en %) d'une hausse de 50% des différents composantes du coût.....</i> | <i>138</i> |
| <i>Figure 33 : Sensibilité du TCO à une hausse de 50% des différents paramètres de coût (en %).....</i> | <i>142</i> |
| <i>Figure 34 : Evolution des TCO au kilomètre du speedelec et de la voiture essence en fonction du nombre kilomètres annuels parcourus.....</i> | <i>144</i> |
| <i>Figure 35 : Evolution des TCO annuels du speedelec et de la voiture essence en fonction du nombre kilomètres annuels parcourus</i> | <i>144</i> |
| <i>Figure 36 : Différence entre les coûts au kilomètre de la solution avec speedelec et de la solution 100% voiture selon les motorisations.....</i> | <i>147</i> |
| <i>Figure 37 : Données brutes issues du recensement de l'INSEE</i> | <i>157</i> |
| <i>Figure 38 : Répartition des individus réalisant des trajets domicile-travail en voiture de 5 à 40 km (en millions).....</i> | <i>158</i> |
| <i>Figure 39 : Part d'utilisateurs potentiels parmi les personnes se rendant au travail en voiture, sans contrainte en termes d'âge ou de revenus, en fonction du niveau de contrainte mis sur les distances réalisables en speedelecs.....</i> | <i>159</i> |

Table des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : Caractéristiques principales de la réglementation actuelle concernant les speedelecs dans chaque pays étudié..... | 25 |
| Tableau 2 : Caractéristiques principales de la réglementation actuelle concernant les speedelecs dans chaque pays étudié..... | 27 |
| Tableau 3 : Part de la voirie équipée en infrastructure cyclable en fonction des pays et de la place au sein des aires fonctionnelles | 31 |
| Tableau 4 : Constructeurs de speedelecs avec assistance au guidon..... | 39 |
| Tableau 5 : Ventes de VAE, speedelecs et cyclomoteurs dans les pays d'Europe de l'ouest (trié par ordre décroissant des ventes de VAE ramenées à la population – sources disponibles en annexe) | 43 |
| Tableau 6 : Ventes de VAE, speedelecs et cyclomoteurs dans les pays d'Europe de l'ouest et part modale (trié par ordre décroissant des ventes de VAE ramenées à la population – sources disponibles à l'annexe 3)..... | 44 |
| Tableau 7 : caractéristiques socio-économiques des usagers de speedelecs dans la littérature (sources disponibles à l'annexe 2)..... | 45 |
| Tableau 8 : Caractéristiques de l'utilisation des speedelecs (sources en annexe 2) | 46 |
| Tableau 9 : Vitesses de speedelecs relevées (sources en annexe 2) | 47 |
| Tableau 10 : Profil et mobilité du groupe français..... | 80 |
| Tableau 11 : Profil et mobilité du groupe belge | 82 |
| Tableau 12 : Profil et mobilité du groupe suisse..... | 82 |
| Tableau 13 : Typologie qualitative des acheteurs de speedelecs..... | 108 |
| Tableau 14 : Résumé des hypothèses | 135 |
| Tableau 15 : Calcul du TCO pour le speedelec | 136 |
| Tableau 16 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses communes..... | 141 |
| Tableau 17 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses selon motorisation..... | 141 |
| Tableau 18 : Hypothèses TCO voiture - hypothèses selon communes de résidence | 141 |
| Tableau 19 : TCO voiture - Paris..... | 141 |
| Tableau 20 : TCO voiture - villes – centre des grandes aires urbaines..... | 142 |
| Tableau 21 : TCO voiture - autres communes..... | 142 |
| Tableau 22 : Comparaison des TCO – autres communes..... | 145 |
| Tableau 23 : Comparaison des TCO – villes-centre des grandes aires urbaines | 146 |
| Tableau 24 : Comparaison des TCO - Paris..... | 146 |
| Tableau 25 : Hypothèses de vitesse selon les types de milieu | 149 |
| Tableau 26 : Différence en temps de déplacement entre le temps de déplacement en voiture et le temps de déplacement en speedelec | 150 |
| Tableau 27 : Différence entre le cout annuel de mobilité comprenant le coût du temps dans le cas d'étude 1 (en €/an) | 151 |
| Tableau 28 : Différence entre le cout annuel de mobilité dans la situation B et la situation A (en €/an) | 153 |
| Tableau 29 : Critère de cyclabilité (Source : Transport for London, 2017)..... | 156 |
| Tableau 30 : critères utilisés pour l'analyse du potentiel des speedelecs en l'absence de contraintes | |

| | |
|--|------------|
| <i>économiques et temporelles</i> | <i>156</i> |
| <i>Tableau 31 : Analyse du potentiel parmi les navetteurs automobilistes en fonction des usages rationnels définis dans la partie 1.....</i> | <i>161</i> |
| <i>Tableau 32 : Analyse réaliste à moyen terme du potentiel parmi les navetteurs automobilistes.....</i> | <i>161</i> |
| <i>Tableau 33 : Acteurs interviewés.....</i> | <i>173</i> |
| <i>Tableau 34 : Travaux exploités pour les usagers et les usages.....</i> | <i>174</i> |
| <i>Tableau 35 : Liste des sources pour les chiffres de ventes et années concernées.....</i> | <i>178</i> |

Annexes

1. Acteurs de l'écosystème du speedelec interviewés

Tableau 33 : Acteurs interviewés

| Organisation | Pays | Prénom | Nom | Date de l'entretien |
|--|----------|----------|-----------|---------------------|
| AVERE France | France | Frédéric | Maneville | 29/01/2019 |
| Cyclable | France | Boris | Wahl | 29/01/2019 |
| Club villes et territoires cyclables | France | Diane | Guilbot | 04/02/2019 |
| Fédération Française des Usagers de la Bicyclette | France | Olivier | Schneider | 18/02/2019 |
| GRACQ | Belgique | Luc | Goffinet | 13/02/2019 |
| Fietserbond | Belgique | Wies | Callens | 14/02/2019 |
| Conférence Vélo Suisse | Suisse | Fabian | Schwab | 06/02/2019 |
| Pro Velo Schweiz | Suisse | Valérie | Sauter | 18/02/2019 |
| Danske cykelhandlere | Danemark | Thomas | Johnsen | 18/02/2019 |

2. Études sur les usages et usagers des speedelecs exploités

Tableau 34 : Travaux exploités pour les usagers et les usages

| Nom de l'étude | Pays | Commanditaire / type d'étude | Auteurs | Date de l'enquête empirique | Méthode empirique | Mode de recrutement des enquêtés | Nombre d'enquêtés | Contraintes sur enquêtés |
|--|-----------|---|------------------------------|-----------------------------|--|---|--|---|
| German Naturalistic Cycling Study ¹ | Allemagne | Recherche universitaire | Schleinitz, Petzoldt, et al. | 2012 | Détecteur de vitesse sur roue avant, caméra | Publicités dans boutiques de vente de vélos et dans journaux | 85 dont 9 utilisateurs de speedelecs | Utiliser un vélo, pedelec ou speedelec |
| Ecoplan ² | Suisse | / | Bureau d'étude Ecoplan | 2014 | Questionnaire | Via les fabricants, les importateurs et les vendeurs de VAE en Suisse | 1 160, dont 425 utilisateurs de speedelecs | avoir acheté un VAE |
| Sigmaplan ³ | Suisse | Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) | Bureau d'étude Sigmaplan | 2015 | Comptage, mesures vidéo | / | / | Passer au point de comptage pendant l'enquête |
| Transitec ⁴ | Suisse | Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI) (Office fédéral des routes Suisse) | Transitec | 2015 | Comptage, mesures vidéo, exploitation résultats Ecoplan et Sigmaplan | / | / | Passer au point de comptage pendant l'enquête |

¹ Voir entre autres : Schleinitz, Katja, Tibor Petzoldt, L. Franke-Bartholdt, J. Krems, et T. Gehlert. 2017. « The German Naturalistic Cycling Study – Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles ». Safety Science 92 (février): 290-97.

² Etude du bureau Ecoplan « Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz » (2014)

³ SIGMAPLAN, « Bases pour le dimensionnement de voies cyclables sûres », Projet VSS 2010/207 Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS), 2016

⁴ Transitec, « Vélos électriques – effets sur le système de transports », Projet de recherche SVI 2014/003 sur demande de l'Association suisse des ingénieurs et experts en transports (SVI) (Office fédéral des routes suisse, 2017).

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|--|-------------------------------|-----------|---|---|--|--|
| Hertach¹ | Suisse | Recherche universitaire | Hertach, Uhr, Niemann, Cavegn | 2016 | Questionnaire | Registres cantonaux d'immatriculation des speedelecs, cours de formation au vélo, sites web, réseaux sociaux et newsletters du Conseil suisse de Prévention des Accidents et d'autres organisations | 3658, dont 1156 utilisateurs de speedelecs | Suisse germanophone. Utilisateurs de pedelecs et speedelecs au moins plusieurs fois par an |
| Rotthier² | Belgique | | Rotthier | 2015-2016 | Suivi conduit via applications pour smartphone, 31 vélos | | 79 | |
| Hendriks³ | Pays-Bas | SWOV / mémoire de master | Hendriks | 2016 | Questionnaire | Réseaux sociaux (Facebook, LinkedIn); mails via la province de Gelderland, des associations de cyclistes néerlandaises, l'université de Radboud | 222 | Devaient être utilisateurs de speedelecs pour se rendre au travail |
| De Bruijne⁴ | Pays-Bas | Mémoire de master, pour un bureau d'étude (Grontmij, maintenant Sweco) | De Bruijne, Lindeloof | 2016 | Questionnaire, 28 ont enregistré leurs trajets à l'aide d'une appli géolocalisée (STRAVA) | Réseaux sociaux | 115 | Usagers de speedelecs pour se rendre au travail |

¹ Patrizia Hertach et al., « Characteristics of single-vehicle crashes with e-bikes in Switzerland », Accident Analysis & Prevention 117 (1 août 2018): 232-38,

² Voir parmi d'autres : Rotthier, Bram, Guylian Stevens, Lisa Dikomitis, Bart Huyck, Emilia Motoasca, et Jan Cappelle. 2017. « Typical Cruising Speed of Speed Pedelecs and the Link with Motor Power as a Result of a Belgian Naturalistic Cycling Study ». In . <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/468967>.

³ Hendriks, Babet. 2017. « Moving on to the Active Modes. A Research on the Potential of Speed Pedelecs Becoming a Major Mode in Commuter Traffic ». Nijmegen, NL: Radboud. <https://theses.ubn.ru.nl/handle/123456789/5404>.

⁴ Bruijne, RJ de. 2016. « Revolutie of risico : Een onderzoek naar de verkeersveiligheidsaspecten van de speed pedelec. » Stageonderzoek. De Bilt: Grontmij. <http://docplayer.nl/31744149-Revolutie-of-risico-een-onderzoek-naar-de-verkeersveiligheidsaspecten-van-de-speed-pedelec.html>.

| | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|--|------------------|------|---|---|----|--|
| SWOV 2016¹ | Pays-Bas | SWOV – ANWB (association néerlandaise de la route) | Steintjes | 2016 | Questionnaire + Analyse des données de vélos équipés d'un GPS, un accéléromètre, deux caméras et un gyroscope | Membres de l'ANWB et employés des entreprises voisines du SWOV | 15 | Devaient parcourir au moins 10 km par jour en domicile-travail, au moins 4 fois par semaine, pendant 2-3 semaines. Devaient avoir entre 24 et 55 ans. |
| SWOV 2017² | Pays-Bas | SWOV / Étude d'impact de politique publique | Stelling-Konczak | 2017 | Questionnaire + Analyse des données de vélos équipés d'un GPS, un accéléromètre, deux caméras et un gyroscope | Réseaux sociaux et rappel des participants à l'enquête précédente (SWOV 2016) | 29 | Speedelec leur était prêté (seuls 8 en possédaient déjà un). Devaient parcourir au moins 20 km par jour en domicile-travail, au moins 4 fois par semaine, pendant 3 semaines. Devaient avoir entre 24 et 55 ans. |

¹ Steintjes, Sharon B. 2016. « COMPARING AND ANALYSING THE BEHAVIOUR OF USERS OF CONVENTIONAL BICYCLES AND SPEED PEDELECS: NATURALISTIC CYCLING ». Master, SWOV.

² Stelling-Konczak, A., S. Wesseling, J. de Groot-Mesken, et W. Vlakveld. 2017. « Speed-pedelec op de rijbaan, observatieonderzoek ». R-2017-13. Den Haag: SWOV. <https://www.swov.nl/publicatie/speed-pedelec-op-de-rijbaan>.

3. Méthode pour l'étude de marché du speedelec homologué

Nous nous appuyons, pour l'analyse systématique des puissances, marques de moteurs et autonomie de batterie, sur l'enquête menée par l'AVERE Belgique (ASBE), l'Université de Leuven et la Vrije Universiteit Brussel (VUB) pour le compte du gouvernement flamand (enquête que nous appellerons par la suite « étude de marché flamande »)¹⁶⁷. Quoique l'enquête ne porte que sur le marché flamand, nous faisons l'hypothèse qu'il est possible d'étendre les caractéristiques techniques décrites à l'ensemble du marché intra-communautaire.

Concernant l'analyse des constructeurs, nous sommes partis de la liste établie par l'université de Leuven¹⁶⁸ que nous avons complétée par des marques étant apparues entre temps. Nous nous sommes assurés par une recherche en ligne de l'existence des marques mentionnées et qu'il était toujours possible de commander des speedelecs. Nous avons également identifié le moteur du speedelec et relevé si le constructeur produisait également des VAE 25 et des vélos classiques.

Dans chaque cas nous avons commencé la recherche par le site officiel de la marque ou du constructeur dans sa version francophone. Si nous n'y trouvions pas de speedelecs en vente, nous passions ensuite aux sites néerlandais, suisse ou américain. Dans certains cas, nous avons entré dans un moteur de recherche à la fois le nom de la marque et celui d'un vélo dont nous savions qu'il était un speedelec, le vélo étant difficile à trouver sur le site.

Plusieurs vélos recensés sur les sites d'amateurs de speedelecs n'existent pas sur les sites des constructeurs. C'est notamment le cas du Peugeot eU01s : si le Peugeot eU01 (sans « s ») existe bien, rien n'indique sur le site qu'il puisse aller jusqu'à 45 km/h et les liens proposés par des sites externes vers la description de l'eU01s ne fonctionnent plus. C'est aussi le cas du radius speed de Winora, qui n'est pas accessible en passant par la page d'accueil (on ne trouve que le radius tour)¹⁶⁹, mais est trouvable si l'on cherche directement¹⁷⁰. Dans de tels cas, nous avons fait l'hypothèse que la production avait cessé et nous n'avons recensé le constructeur que dans la table annexe de constructeurs ayant cessé de produire des speedelecs.

¹⁶⁷ Guylian Stevens et al., « Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen » (KU Leuven, VUB, ASBE, 2017).

¹⁶⁸ <https://iiv.kuleuven.be/apps/lev/Speedpedelecophalen.php>

¹⁶⁹ <https://www.winora.com/fr/FR/ebikes/914/2019-radius-tour/?colorId=130&frame=6>, site consulté le 22/01/2019

¹⁷⁰ <https://www.winora.com/fr/FR/ebikes/379/2018-radius-speed/>, site consulté le 22/01/2019

4. Liste des sources pour les chiffres de ventes

Tableau 35 : Liste des sources pour les chiffres de ventes et années concernées

| Organisation | Ventes speedelecs | Ventes velos | Ventes VAE | Part modale vélo |
|--------------------|--|------------------------------|------------------------------|--|
| Pays-Bas | BOVAG, RAI Vereniging (2016) | BOVAG, RAI Vereniging (2016) | BOVAG, RAI Vereniging (2016) | BOVAG (2016) |
| Belgique | Fietsersbond (2018) | Fietsersbond (2018) | Fietsersbond (2018) | BELDAM (2012) |
| Autriche | VSSO (2017) | Bike Europe (2017) | VSSO (2017) | European parliament (2010) |
| Suisse | Velosuisse (2018) | Velosuisse (2018) | Le Temps | Microrecensement (2015) |
| Suède | Bassett et al. 2008 ¹⁷¹ | Bike Europe (2017) | Bike Europe (2017) | Bassett et al. (2008) |
| Allemagne | ZIV (2017) | ZIV (2017) | ZIV (2017) | DESTATIS (2012) |
| Danemark | | Bike Europe | Bike Europe | Cycling embassy |
| France | Immatriculations, Ministère de l'Intérieur | Observatoire du cycle (2018) | Observatoire du cycle (2018) | ENTD (2009) |
| Italie | European Cyclists' Federation (2017) | Cycling Industry (2017) | | European Cyclists' Federation (2017) |
| Espagne | | AMBE (2017) | AMBE (2017) | |
| Finlande | | Bike Europe (2017) | Bike Europe (2017) | Chastenet Castaing (2017) ¹⁷² |
| Royaume-Uni | | Bike Europe (2017) | HMRC (2017) | |
| Irlande | Census (2016) | CONEBI (2016) | CONEBI (2016) | |

¹⁷¹ Bassett, David R., John Pucher, Ralph Buehler, Dixie L. Thompson, et Scott E. Crouter. 2008. « Walking, Cycling, and Obesity Rates in Europe, North America, and Australia ». *Journal of Physical Activity and Health* 5 (6): 795-814. <https://doi.org/10.1123/jpah.5.6.795>.

¹⁷² Chastenet de Castaing, Ludovic. 2017. « Cycling as a part of sustainable urban transport in Helsinki: Assessing the influence of weather on cycling activity ». Travail de fin d'étude. University of Helsinki.

5. Formalisation mathématique du calcul de TCO

Nous avons défini le TCO d'un speedelec de la manière suivante :

$$TCO = CI + CR_T(1)$$

Où :

- **CI** = Coûts initiaux (en euros)
- **CR_T** = Somme des coûts récurrents durant la durée de vie du véhicule (en euros)

Sur la base de l'enquête qualitative et des résultats d'une étude de marché approfondie menée en Flandre par l'université de Leuven¹⁷³, nous avons défini les coûts initiaux et les coûts récurrents de la manière suivante

$$CI = CA + IM(2)$$

Où :

- **CA** = coûts d'achat
- **IM** = coûts d'immatriculation

Nous avons ensuite défini les coûts récurrents de la manière suivante :

$$CR_T = \sum_{t=1}^T \left(CR_t * \frac{1}{(1+y)^t} \right) = \sum_{t=1}^T \left((A_t + B_t + E_t + EN_t) * \frac{1}{(1+y)^t} \right) \quad (3)$$

Où :

- **CR_t** = coûts récurrents à l'année t
- **A_t** = coûts d'assurance à l'année t
- **B_T** = coûts de remplacement des batteries à l'année t
- **E_T** = coûts d'entretien à l'année t
- **EN_T** = coûts d'électricité à l'année t

Dans un but de simplicité et de clarté, nous supposons, un modèle unique de speedelec. Les coûts initiaux et les coûts d'assurance sont donc fixes. En revanche, les coûts de remplacement des batteries, les coûts d'entretien et les coûts d'électricité sont fonction de la distance annuelle parcourue.

L'étude qualitative a permis de montrer que le speedelec est principalement acquis et utilisé pour des déplacements domicile-travail. Nous avons supposé dans notre modèle que le speedelec était exclusivement utilisé pour des déplacements domicile-travail.

L'enquête a cependant permis de montrer que dans la plupart des cas, les détenteurs de speedelec n'utilisaient pas leur véhicule tous les jours de la semaine pour se rendre au travail.

¹⁷³ Stevens et al., (2017), Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen, KU Leuven

Dès lors, la distance annuelle à l'année t (DA_t) est définie comme suit :

$$DA_t = 2 * DDT * JT * TA(4)$$

Où :

- DDT = Distance domicile travail
- JT = Nombre de jours travaillés
- TA = Taux d'usage du speedelec (part des jours travaillés où un speedelec a été utilisé)