

Perspectives pour un report modal vers les vélos classique et électrique : Le cas des déplacements vers et au départ de l'Université de Liège

Auteur : Deuse, Caroline

Promoteur(s) : Reiter, Sigrid; Cools, Mario

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité approfondie

Année académique : 2015-2016

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/1390>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Université
de Liège



Université de Liège - Faculté des Sciences Appliquées

PERSPECTIVES POUR UN REPORT MODAL VERS LES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

LE CAS DES DÉPLACEMENTS VERS ET AU DÉPART DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de master Ingénieur Civil Architecte
par DEUSE Caroline

Année académique 2015-2016

Je souhaite remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue dans ce travail.

Merci tout à particulièrement à Madame Sigrid Reiter, promotrice, et Monsieur Mario Cools, co-promoteur, pour leur intérêt, leur disponibilité, leur confiance et leurs remarques avisées.

Merci à Madame Véronique Loiseau et Monsieur Jacques Teller pour le temps qu'ils m'ont consacré et leurs conseils éclairés.

Merci à mes parents, ma famille et mes proches pour leur soutien, leurs encouragements, et le temps qu'ils ont accordé à la relecture.

Merci aussi à toutes les personnes ayant participé de près ou de loin au bon déroulement de ce travail en relisant et diffusant le questionnaire, en participant à l'enquête, et en partageant données et informations ou simplement opinions.

PERSPECTIVES POUR UN REPORT MODAL VERS LES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

LE CAS DES DÉPLACEMENTS VERS ET AU DÉPART DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de master Ingénieur Civil Architecte par
DEUSE Caroline | Année académique 2015-2016 | ULg - Faculté des Sciences Appliquées

Promotrice : REITER Sigrid - Co-promoteur : COOLS Mario - Jury : LOISEAU Véronique et TELLER Jacques

ABSTRACT

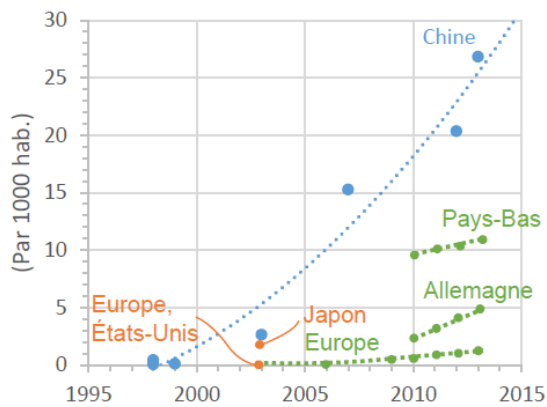
Dans les grandes villes des pays développés et émergents, la mobilité est devenue un problème crucial, principalement en raison de l'engorgement du trafic automobile et de la pollution qui en résulte. Sur la base de ce constat, l'objectif de notre travail est d'identifier les perspectives pour un report modal vers les vélos classique et électrique, avec comme cas d'étude les déplacements résidence-lieu de cours/travail générés par l'Université de Liège.

La revue de la littérature a permis d'analyser les facteurs et les stratégies qui conditionnent l'utilisation du vélo et de mettre en évidence divers faits méconnus à propos du vélo électrique. Il s'agit du mode de transport alternatif au pétrole qui a eu l'adoption la plus rapide dans l'histoire de la motorisation, et son expansion sur le marché européen ne fait que commencer.

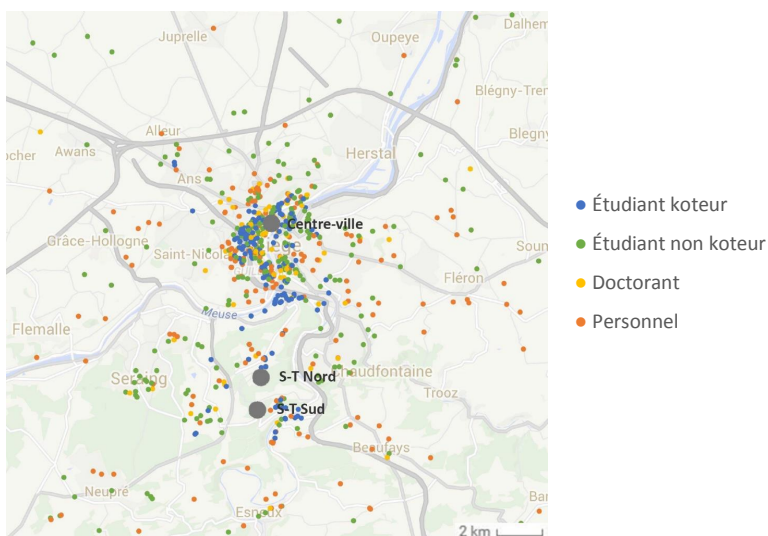
Afin d'identifier les freins à l'utilisation du vélo et les possibilités de report modal, une enquête a été menée au sein de la population universitaire liégeoise. Une brève présentation des principaux itinéraires et la description du parcours le plus emprunté (sur base d'une identification cartographique, d'une visite de terrain et d'entretiens) complètent les résultats de l'enquête.

Les résultats de ce travail montrent qu'en dépit des conditions topographiques de la ville de Liège, a priori peu favorables, et de quelques freins majeurs, tels le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière, ou le prix dans le cas du vélo électrique, le potentiel pour un report modal vers le vélo, et particulièrement vers le vélo électrique, est grand. En effet 70 % des répondants habitent à moins de 12 km de l'ULg, distance considérée comme limite pour un déplacement à vélo électrique. Mitiger ces freins est une priorité pour stimuler le report modal. L'étude de l'image du vélo et de la perception des freins démontre qu'une meilleure communication pourrait éviter des évaluations erronées quant à la possibilité de se déplacer à vélo. L'analyse du profil des répondants révèle que, contrairement aux données de la littérature, les étudiants de l'ULg représentent le public le moins attiré par l'utilisation du vélo. Initier un report modal pour obtenir un effet de masse est donc essentiel. Enfin quelques pistes sont suggérées pour améliorer le parcours cycliste centre-ville – Sart Tilman et promouvoir l'utilisation du vélo dans la communauté universitaire.

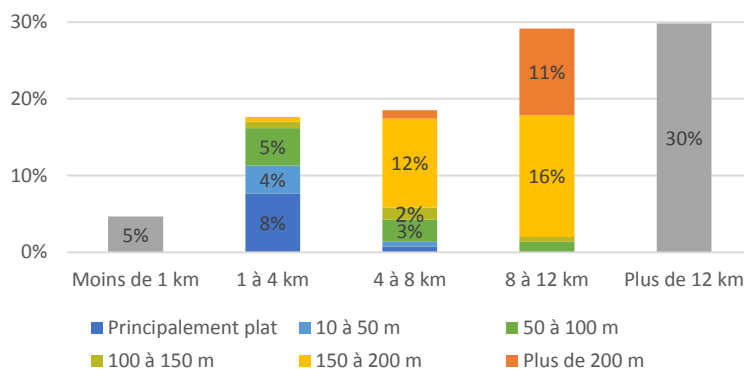
ILLUSTRATIONS PARLANTES



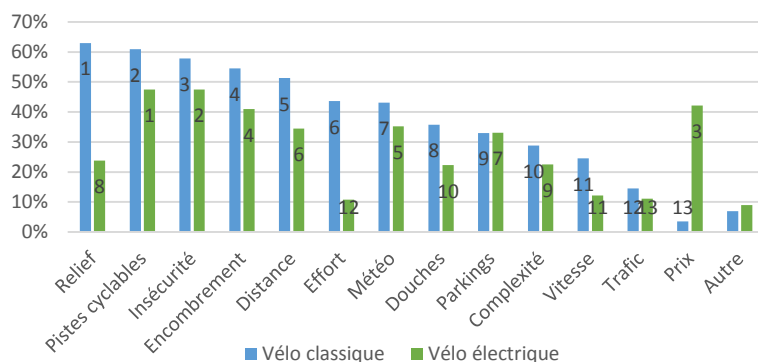
Production et vente de vélos électriques rapportées à la population : croissance exponentielle en Chine, marchés croissants mais encore à leurs débuts en Europe.



Répartition géographique des résidences des répondants selon le statut : forte densité au centre-ville (seul pôle bien délimité).



Dénivelé et distance des parcours résidence - ULg : proximité importante des résidences et de l'ULg ; proportion relativement importante de répondants n'ayant ni une distance ni un relief trop contraignant ; dénivelé contraignant pour la majorité des parcours de plus de 4 km.



Freins à l'utilisation des vélos classiques et électriques : freins généralement moins importants aux yeux des répondants dans le cas d'un vélo électrique.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
PARTIE THÉORIQUE	3
1. La mobilité aujourd'hui : Pourquoi le vélo et pas la voiture ?	4
1.1 Problématique de la voiture individuelle	4
1.2 Avantages du vélo	7
2. Le vélo classique : Qui, où, pourquoi, comment ?	10
2.1 État des lieux de l'utilisation du vélo	10
2.2 Déterminants de l'utilisation du vélo	12
2.3 Stratégies encourageant l'utilisation du vélo	19
3. Le vélo électrique : Un nouveau mode de transport ?	24
3.1 Qu'est-ce qu'un vélo électrique ?	24
3.2 Considérations environnementales	28
3.3 Avantages par rapport au vélo classique	32
3.4 Risques et désavantages	35
3.5 Le marché du vélo électrique	39
4. Récapitulatif	47
PARTIE PRATIQUE	48
1. Cas d'étude et méthodologie	49
1.1 Questions de recherche	49
1.2 Étude de cas	49
1.3 Méthodologie	54
1.4 Analyse préliminaire des données de l'enquête	57
2. Analyse des résultats de l'enquête	61
2.1 Parcours résidence-ULg	61
2.2 Modes de transport	65
2.3 Satisfaction des modes de transport	68
2.4 Déterminants de l'utilisation du vélo	70
2.5 Perception des déterminants	73
2.6 Image des vélos classique et électrique	80
2.7 Conditions pour un report modal	84
2.8 Commentaires	89
3. Étude des itinéraires vers l'ULg	90
3.1 Axes principaux vers le Sart Tilman	90
3.2 Étude du trajet centre-ville – Sart Tilman	92
4. Discussion	104
CONCLUSION	113
RÉFÉRENCES	116
ANNEXES	127
Questionnaire : Le vélo à l'ULg	128
Résultats supplémentaires	137

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Évolution du parc de voitures particulières (Deuse d'après Direction générale Statistique – Statistics Belgium, 2014)	6
Figure 2. Temps de trajet en zone urbaine en fonction de la distance et du mode de transport (Deuse d'après Dekoster & Schollaert, 1999).....	7
Figure 3. Utilisation du vélo et obésité (Deuse d'après Cuignet, 2015).....	8
Figure 4. Comparaison de la part modale du vélo en Belgique, Flandre et Wallonie, et dans d'autres pays (Deuse d'après Cuignet, 2015 ; Pauwels & Andries, 2016 ; Van Zeebroeck et al., 2014).....	10
Figure 5. Part modale du vélo en Belgique en 2014 (Pauwels & Andries, 2016)	11
Figure 6. Évolution de la part modale du vélo en Belgique entre 2005 et 2014 (Pauwels & Andries, 2016).....	11
Figure 7. Parts modales en fonction de la distance (Deuse d'après Cornelis et al., 2012).....	12
Figure 8. Vitesse moyenne d'un cycliste et écart-type selon l'infrastructure (Deuse d'après Schleinitz et al., 2015)	17
Figure 9. Comparaison entre nombre de décès, port du casque et part modale du vélo (Deuse d'après Cuignet, 2015)	21
Figure 10. Comparaison des dépenses publiques pour le vélo utilitaire (Deuse d'après Van Zeebroeck et al., 2014).....	23
Figure 11. Technologie d'un vélo électrique (km10.be., s.d.)	25
Figure 12. Comparaison de la consommation d'énergie de différents modes de transport (Deuse d'après Weiss et al., 2015)	29
Figure 13. Comparaison des émissions de CO ₂ de différents modes de transport (Deuse d'après Weiss et al., 2015)	30
Figure 14. Comparaison des émissions de polluants de différents modes de transport (Deuse d'après Cherry et al., 2009)	31
Figure 15. Comparaison des vitesses moyennes, minimales et maximales entre vélos classique et électrique (Deuse d'après Schleinitz et al., 2015).....	34
Figure 16. Flotte et vente de vélos électriques par pays et par année (Deuse d'après le Tableau 6)	41
Figure 17. Flotte et vente de deux-roues dans le monde en 2012 (Deuse d'après le Tableau 7)	41
Figure 18. Courbe de diffusion d'une innovation (Deuse d'après Rogers, 1962)	44
Figure 19. Modes de transport remplacés par le vélo électrique (Deuse d'après la littérature)....	45
Figure 20. Situation de l'ULg (ULg, s.d. a)	51
Figure 21. Position des campus au sein de la commune de Liège (Deuse d'après Google Maps)	52
Figure 22. Campus du centre-ville (ULg, s.d. b)	53
Figure 23. Campus du Sart Tilman Nord et Sud (ULg, s.d. c)	53
Figure 24. Carte topographique de la ville de Liège et ses alentours (Topographic-map.com, s.d.)	54
Figure 25. Données récoltées à l'aide de Google Maps, exemple d'un trajet.....	58

Figure 26. Fréquentation habituelle des zones du campus.....	59
Figure 27. Répartition géographique des résidences.....	61
Figure 28. Répartition géographique des résidences selon le statut et selon le campus principalement fréquenté	62
Figure 29. Distances résidence-ULg selon le statut et selon le campus fréquenté	63
Figure 30. Comparaison des distances résidence – lieu de travail ou de cours avec Verhetsel et al. (2007).....	63
Figure 31. Distances et dénivelés résidence-ULg	64
Figure 32. Fréquence d'utilisation des différents modes de transport.....	65
Figure 33. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg.....	65
Figure 34. Comparaison des parts modales selon plusieurs enquêtes.....	66
Figure 35. Part modale du vélo selon le profil du répondant	67
Figure 36. Part modale du vélo selon la distance résidence-ULg	67
Figure 37. Possession d'une voiture ou d'un vélo selon le statut.....	67
Figure 38. Satisfaction des usagers par rapport à leur mode de transport principal.....	69
Figure 39. NPS des modes de transport principaux	69
Figure 40. Comparaison de la satisfaction des usagers selon notre enquête et selon l'enquête Cemul-ULg.....	69
Figure 41. Freins à l'utilisation du vélo comme mode de transport et ordre d'importance.....	71
Figure 42. Comparaisons des distances résidence-ULg réelles et estimées.....	74
Figure 43. Estimation du temps de pluie.....	76
Figure 44. Comparaison entre temps de pluie estimé et recalculé	76
Figure 45. Proportion des répondants ayant déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail à vélo (répondants non cyclistes)	81
Figure 46. Image des vélos classique et électrique en tant que mode de transport (répondants non cyclistes)	82
Figure 47. Image des cyclistes sur la route (répondants non cyclistes).....	82
Figure 48. Évaluation des caractéristiques du vélo électrique (répondants non cyclistes).....	83
Figure 49. Évaluation de la difficulté la côte du Sart Tilman (répondants non cyclistes)	84
Figure 50. Questions relatives à l'essai du vélo électrique.....	84
Figure 51. Résultats des questions relatives aux emplacements vélos à domicile.....	85
Figure 52. Résultats des questions relatives aux emplacements vélos à domicile chez les étudiants koteurs	85
Figure 53. Axes principaux pour se rendre au Sart Tilman et fréquentation	91
Figure 54. Profil altimétrique du trajet centre-ville – Sart Tilman (Deuse avec l'autorisation d'Openrunner).....	93
Figure 55. Trajet centre-ville – Sart Tilman et qualité du cheminement cyclable	94
Figure 56. Tronçon 1	95
Figure 57. Tronçon 2	95
Figure 58. Tronçon 3	96
Figure 59. Tronçon 4	96
Figure 60. Tronçon 5	97

Figure 61. Tronçon 6	97
Figure 62. Tronçon 7	97
Figure 63. Tronçon 8	98
Figure 64. Tronçon 9	98
Figure 65. Tronçon 10	98
Figure 66. Tronçon 11	98
Figure 67. Tronçon 12	99
Figure 68. Tronçon 13	99
Figure 69. Tronçon 14	100
Figure 70. Tronçon 15	100
Figure 71. Tronçon 16	101
Figure 72. Tronçon 17	101
Figure 73. Tronçon 18	101
Figure 74. Tronçon 19	102
Figure 75. Tronçon 20	102
Figure 76. Tronçon 21	103
Figure 77. Tronçon 22	103
Figure 78. Tronçon 23	103
Figure 79. Distances résidence-ULg selon le statut et selon le campus fréquenté	104
Figure 80. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le sexe	138
Figure 81. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le statut	138
Figure 82. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le campus ..	138
Figure 83. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon la distance .	139
Figure 84. Proportion des répondants ayant déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail à vélo (échantillon complet)	139
Figure 85. Image des vélos classique et électrique en tant que mode de transport (échantillon complet)	139
Figure 86. Image des cyclistes sur la route (échantillon complet)	140
Figure 87. Évaluation des caractéristiques du vélo électrique (échantillon complet)	140
Figure 88. Évaluation de la difficulté la côte du Sart Tilman (échantillon complet)	141
Figure 89. Questions relatives à l'essai du vélo électrique (échantillon complet)	141
Figure 90. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le sexe	141
Figure 91. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le sexe	142
Figure 92. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le statut	142
Figure 93. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le statut	142
Figure 94. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le campus ..	143
Figure 95. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le campus .	143
Figure 96. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le mode de transport principal	143
Figure 97. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le mode de transport principal	144

Figure 98. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions pour tout l'échantillon (en %)	144
Figure 99. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le sexe (en %)	144
Figure 100. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le statut (en %)	145
Figure 101. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le campus (en %)	145
Figure 102. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le mode de transport principal (en %)	145
Figure 103. Choix du type de vélo pour tout l'échantillon (en %)	146
Figure 104. Choix du type de vélo selon le sexe (en %)	146
Figure 105. Choix du type de vélo selon le statut (en %)	147
Figure 106. Choix du type de vélo selon le campus (en %)	147

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Comparaison de la consommation d'énergie, du cout et de la capacité de différents modes de transport (Deuse d'après Figueroa et al., 2014)	5
Tableau 2. Mesures prises par les entreprises pour promouvoir le vélo et impact (Deuse d'après Pauwels & Andries, 2016)	23
Tableau 3. Classification des deux-roues électriques selon la législation belge (Deuse d'après Code de la Route.be., 2007 ; D.A.S. Protection Juridique, 2015)	25
Tableau 4. Caractéristiques des différents types de batteries (Deuse d'après Association AVEM, 2010 ; Roetynck, 2010 ; Vélo Electrique Attitude, s.d ; Wei, 2013 ; Weinert et al., 2007a).....	27
Tableau 5. Émissions de CO ₂ selon la source d'énergie (Deuse selon Roetynck, 2010).....	30
Tableau 6. Flotte et vente de vélos électriques par an et par pays (Deuse d'après la littérature)	40
Tableau 7. Flotte et vente de deux-roues dans le monde en 2012 (Deuse d'après la littérature)	41
Tableau 8. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016)	59
Tableau 9. Temps de trajet selon la distance et le dénivelé d'après <i>Google Maps</i>	64
Tableau 10. Liste des freins à l'utilisation du vélo comme mode de transport.....	70
Tableau 11. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon les types de profil (en %).....	71
Tableau 12. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon les types de profil (en %).....	72
Tableau 13. Analyse de l'estimation de la distance grands amphis-Pont d'Avroy	73
Tableau 14. Comparaisons des distances résidence-ULg réelles et estimées.....	74
Tableau 15. Proportion des répondants ayant cité la distance comme frein selon la distance réelle résidence-ULg.....	74
Tableau 16. Proportion des répondants ayant cité le relief comme frein selon le dénivelé réel résidence-ULg.....	75
Tableau 17. Perception du temps de trajet grands amphis-Pont d'Avroy (en minutes)	75
Tableau 18. Cout annuel de l'utilisation d'un vélo classique	78
Tableau 19. Cout annuel de l'utilisation d'un vélo électrique	78
Tableau 20. Cout annuel de l'utilisation du bus	78
Tableau 21. Cout annuel de l'utilisation d'une voiture	79
Tableau 22. Estimation des couts des vélos et du bus (en €)	80
Tableau 23. Estimation du cout de la voiture (en €)	80
Tableau 24. Utilisateurs potentiels du vélo classique (répondants non cyclistes)	82
Tableau 25. Utilisateurs potentiels du vélo électrique (répondants non cyclistes)	83
Tableau 26. Liste des conditions proposées pour l'utilisation du vélo comme mode de transport	86
Tableau 27. Proportion des répondants qui envisageraient de se déplacer à vélo en fonction des conditions et du type de profil (en %)	86
Tableau 28. Choix du type de vélo selon le profil (en %)	88

Tableau 29. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe et faculté des étudiants	137
Tableau 30. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe des doctorants	137
Tableau 31. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe des membres du personnel.....	137
Tableau 32. Utilisateurs potentiels du vélo classique (échantillon complet)	140
Tableau 33. Utilisateurs potentiels du vélo électrique (échantillon complet).....	140

INTRODUCTION

Dans la plupart des pays développés et dans les nouveaux pays industrialisés, l'utilisation croissante de la voiture individuelle entraîne de nombreux problèmes environnementaux, sociaux et économiques. Le développement durable étant plus que jamais au cœur des préoccupations actuelles, de nouvelles solutions ayant pour objectif une mobilité écologique, socialement inclusive et promouvant l'économie doivent être développées. Parmi de nombreuses solutions possibles, nous avons choisi pour ce travail de nous concentrer sur le vélo – autant classique qu'à assistance électrique – en tant que mode de transport.

D'innombrables études portant sur les bienfaits du vélo, sur les obstacles à son utilisation, sur les méthodes de promotion, etc. ont déjà été réalisées. Sa durabilité en tant que mode de transport n'a plus besoin d'être démontrée. Force est pourtant de constater qu'en Wallonie, le nombre de cyclistes reste extrêmement faible. Un relief plus accidenté que dans le nord du pays et un manque indéniable de pistes cyclables freinent l'utilisation du vélo dans notre région. Mais sont-ce les seules raisons ? Quels facteurs empêchent-ils le vélo de s'établir comme un mode de transport valable en région liégeoise ? Quels types de politiques devraient-ils être mis en place pour favoriser un report modal vers le vélo ? Un tel report modal est-il par ailleurs réaliste, ou quelles que soient les politiques mises en place, la part modale du vélo risque-t-elle de rester anecdotique ?

En parallèle, l'électrification des modes de transport est apparue dans les dernières années comme une stratégie largement supportée dans le but de réduire les problèmes liés à la dépendance à l'automobile et à la combustion du pétrole. Plus particulièrement, le vélo à assistance électrique semble dans certains pays peu à peu se faire sa place comme un nouveau mode de transport intermédiaire entre le vélo classique et la moto ou la voiture, et, tout comme le vélo classique, il parvient à faire face à de nombreux problèmes engendrés par l'automobile. Mais grâce à une diminution de l'effort à fournir, il remédie aussi à certains freins à l'utilisation du vélo classique, tels que le relief. Le vélo à assistance électrique aurait-il donc un avenir plus prometteur en Wallonie ?

C'est entre autres à toutes ces questions que nous tenterons de répondre au cours de ce travail.

Ce travail se compose de deux grandes parties : une partie théorique et une partie pratique.

La partie théorique, revue de la littérature, se divise en trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous analysons pourquoi la voiture individuelle n'est pas un mode de transport durable et en quoi le vélo répond à cette problématique.

Le deuxième chapitre concerne le vélo classique. Il s'intéresse tout d'abord à l'utilisation actuelle du vélo en Belgique, et plus particulièrement en Wallonie. Sont ensuite identifiés les facteurs qui incitent ou découragent la population à utiliser le vélo comme mode de transport. Une telle identification permet de déterminer les actions et stratégies adéquates en vue d'opérer un report modal vers le vélo, ce à quoi nous nous intéresserons pour conclure ce chapitre.

Le troisième et dernier chapitre étudie le vélo à assistance électrique (que nous appellerons simplement « vélo électrique » dans ce travail) en tant que nouveau mode de transport. Nous commençons par définir ce qu'est un vélo électrique. Nous passons ensuite en revue son impact environnemental, et les avantages et désavantages qu'il offre par rapport au vélo classique et aux autres modes de transport. Finalement, nous étudions comment dans les dernières décennies ce marché s'est peu à peu mis en place, et son adoption aujourd'hui.

Dans la seconde partie, nous étudions de manière pratique l'utilisation du vélo et surtout les moyens de la promouvoir.

Pour ce faire, nous avons choisi comme méthodologie de recherche une enquête quantitative sur un grand nombre de personnes, et comme cas d'étude l'Université de Liège. Les questions de recherche, le choix du cas d'étude et la méthodologie utilisée sont détaillés dans le premier chapitre. Le deuxième chapitre présente les résultats de l'enquête.

Dans un second temps, il nous a paru opportun d'étudier les itinéraires cyclables vers et au départ de l'ULg, l'enquête révélant que le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière étaient des freins majeurs à l'utilisation du vélo. Un troisième chapitre vient donc compléter les résultats de l'enquête en identifiant les principaux itinéraires et en analysant plus particulièrement les caractéristiques architecturales et urbanistiques du trajet à vélo entre le centre-ville et le campus du Sart Tilman.

Ce travail se termine par une discussion qui, en mettant en parallèle tous les résultats entre eux et avec la revue de la littérature, tente de répondre aux questions posées ci-dessus et propose des pistes de réflexion pour promouvoir l'utilisation du vélo dans le cas particulier de l'ULg.

PARTIE THÉORIQUE

1. LA MOBILITÉ AUJOURD'HUI : POURQUOI LE VÉLO ET PAS LA VOITURE ?

1.1 PROBLÉMATIQUE DE LA VOITURE INDIVIDUELLE

Au cours du dernier siècle, la voiture est devenue une composante essentielle de notre société. Si cela a amené d'innombrables avantages en termes de confort par exemple, la majorité des pays développés rencontrent aujourd'hui de nombreux problèmes environnementaux, sociaux ou économiques dus à la large utilisation de l'automobile (Shannon et al., 2006 ; Vandembulcke et al., 2011) et il est communément admis que nos systèmes de transport ne sont pas durables (United Cities and Local Governments & Cities for Mobility, 2009).

Au contraire des autres secteurs (résidentiel, commercial ou industriel) qui ont des sources d'énergie relativement variées, le secteur du transport dépend quasiment exclusivement des combustibles fossiles : le pétrole compte pour 95 % de l'énergie utilisée pour le transport au monde, faisant de lui un des secteurs aux effets les plus néfastes sur l'environnement. Le secteur du transport est responsable de 28 % des émissions de CO₂ au monde (ce chiffre monte à 30 % si l'on ne considère que les pays membres de l'OCDE¹), et 74 % de ces émissions proviennent du transport routier. Dans l'Europe des 27, en 2007, les émissions des gaz à effet de serre des ménages privés étaient pour 26 % dues au transport. Le secteur transport compte également pour 28 % de l'énergie consommée mondialement. De plus, dans la dernière décennie, les émissions de gaz à effet de serre et la demande d'énergie pour le secteur du transport ont augmenté plus rapidement que pour n'importe quel autre secteur, la demande d'énergie a notamment plus que doublé entre 1971 et 2006 (par ex. Figueroa et al., 2014 ; Hammer et al., 2011 ; IEA, 2009 ; Kahn Ribeiro & Kobayashi, 2012).

D'un point de vue économique, la dépendance au pétrole rend de plus notre société très vulnérable aux crises d'énergie (Vandembulcke et al., 2011), les coûts des infrastructures routières et de leur entretien sont élevés, et la voiture est chère et inefficace pour de courts trajets (Balsas, 2003).

La large utilisation de la voiture individuelle crée également d'importants problèmes de congestion dans les villes, impliquant perte de temps, surconsommation de carburant et impacts économiques (Hammer et al., 2011 ; Kahn Ribeiro & Kobayashi, 2007). À l'échelle mondiale, la congestion automobile a augmenté de 13 % entre 2008 et 2015. En 2015, le taux de congestion automobile à Bruxelles était de 35 %, ce qui signifie que les navetteurs doivent prévoir en moyenne 35 % de temps supplémentaire pour leur trajet. À Liège, le taux de congestion automobile était de 21 %, chiffre qui a nettement augmenté en un an, puisqu'il était de 17 % en 2014 (Le Vif/L'Express, 2016).

Pour certains auteurs (par ex. Balsas, 2003 ; Dober, 2000 ; Shoup, 1997), c'est cependant l'espace nécessaire pour les parkings qui est le plus problématique. Bien que déjà important, cet espace s'avère néanmoins insuffisant en de nombreux endroits. Dans les grandes villes, jusqu'à 10 à 20 % du trafic sont dus à la recherche d'un parking (Cools, 2015).

¹ Organisation for Economic Co-operation and Development. Pays membres : Australie, Autriche, Belgique, Canada, Chili, République Tchèque, Danemark, Estonie, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Israël, Italie, Japon, Corée, Luxembourg, Mexique, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Norvège, Pologne, Portugal, Slovaquie, Slovénie, Espagne, Suède, Suisse, Turquie, Royaume-Uni, États-Unis (OCDE., s.d.).

Finalement, que ce soit d'un point de vue énergétique, économique, ou de capacité, la voiture est un mode de transport très peu efficace comparé à ses alternatives, comme le montre le Tableau 1 (on notera toutefois que ce tableau peut être nuancé : selon certains auteurs, les calories dépensées doivent être comptées comme énergie pour les modes de transport actifs, et le type d'énergie des autres modes de transport est plus variable, on peut par exemple penser aux voitures électriques ou aux trains Diesel).

Les consommations énergétiques des différents modes de transport ont été calculées en Wallonie par Marique & Reiter (2012), qui rapportent une consommation d'environ 60 kWh/100 km pour la voiture et de 50 kWh/100 km pour le bus, la consommation de ce dernier étant en fait très dépendante du taux d'occupation.

	Voiture	Bus	Vélo	Marche	Tram	Train
Type d'énergie	Fossile	Fossile	/	/	Électrique	Électrique
Consommation d'énergie (kWh/100 km)	46-68	7-25	/	/	15-18	4-10
Cout infrastructure (€/km)	2500-5000	200-600	50-150	50-150	2500-7000	15 000-60 000
Capacité (passagers/h)	2000	9000-17 000	14 000	19 000	22 000	80 000

Tableau 1. Comparaison de la consommation d'énergie, du cout et de la capacité de différents modes de transport (Deuse d'après Figueroa et al., 2014)

Si les problèmes environnementaux, économiques ou de mobilité sont probablement les plus relayés dans la littérature et les médias, la voiture individuelle crée cependant une série de problèmes dans d'autres domaines ; nous en citons quelques exemples ci-dessous.

Au niveau de la sécurité, les accidents de la route associés à l'augmentation des activités de transport sont un problème majeur (Kahn Ribeiro & Kobayashi, 2007).

La dépendance à l'automobile est nuisible à la santé humaine. C'est tout d'abord une des causes de l'inactivité physique (Cooper et al., 2001) ; Frank, Andresen, & Schmid (2004) trouvent notamment une association positive entre l'obésité et le temps passé en voiture. Ensuite la combustion du pétrole et de ses dérivés émet de nombreux polluants tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de nitrogène, le dioxyde de soufre, les particules fines, etc. ayant tous d'importants impacts sur la santé (problèmes cardiaques et de respiration principalement) (Hammer et al., 2011 ; Shannon et al., 2006). À New-York par exemple, on estime que la pollution de l'air contribue à 6 % des décès (NYC Environmental Protection, s.d.).

La dépendance à l'automobile est également cause de problèmes sociaux, notamment en termes d'accessibilité, car elle n'est pas toujours abordable pour les personnes à faibles revenus et devient difficile d'utilisation pour les personnes âgées (Vandenbulcke et al., 2011).

Les infrastructures automobiles consomment énormément d'espace par rapport à ce qui est nécessaire pour des modes de transport alternatifs. Cela amène à une pollution visuelle accompagnée d'un dépouillement de l'environnement visuel et d'une perte de l'environnement naturel (Tolley, 1996).

La conservation du patrimoine est également compromise par la pollution générée par le trafic, cause principale de la formation des couches de calcaire sur les pierres naturelles, dont l'aspect est inesthétique et dont le nettoyage abîme la pierre et est extrêmement coûteux (Courard, 2015).

Finalement, la large utilisation de la voiture a également un effet négatif sur le bien-être. Le trafic est un facteur de stress (Gee & Takeuchi, 2004) et la voiture est un mode de transport bruyant, cause de pollution sonore (Vandenbulcke et al., 2011). Il a été montré que les personnes habitant

dans des zones avec un trafic important et de nombreux parkings ont une perception plus négative de leur quartier (Mullan, 2001).

La dépendance à la voiture et les problèmes qui y sont liés sont renforcés par le phénomène de périurbanisation (ou étalement urbain), c'est-à-dire un développement de zones résidentielles à faible densité d'habitat et d'activités commerciales et industrielles dans des zones périphériques. C'est l'augmentation considérable de l'utilisation de la voiture depuis les années 1950 qui a permis ce développement, développement qui à son tour incite à l'utilisation de la voiture (Vandenbulcke et al., 2011).

Aujourd'hui, notre société reste encore très dépendante de la voiture et l'ensemble du parc de véhicules et les activités de transport ne cessent d'augmenter. En 1977, la Belgique comptait une voiture particulière pour 3,55 habitants, aujourd'hui il s'agit en moyenne de près d'une voiture pour deux habitants. Depuis 2002, l'ensemble du parc de véhicules a progressé de 18 %, et le nombre de voitures particulières (qui représentent 79 % du parc de véhicules) de près de 15 %, une augmentation nettement plus importante que l'augmentation démographique, qui est approximativement de 8 % (Figure 1) (Direction générale Statistique – Statistics Belgium, 2014).

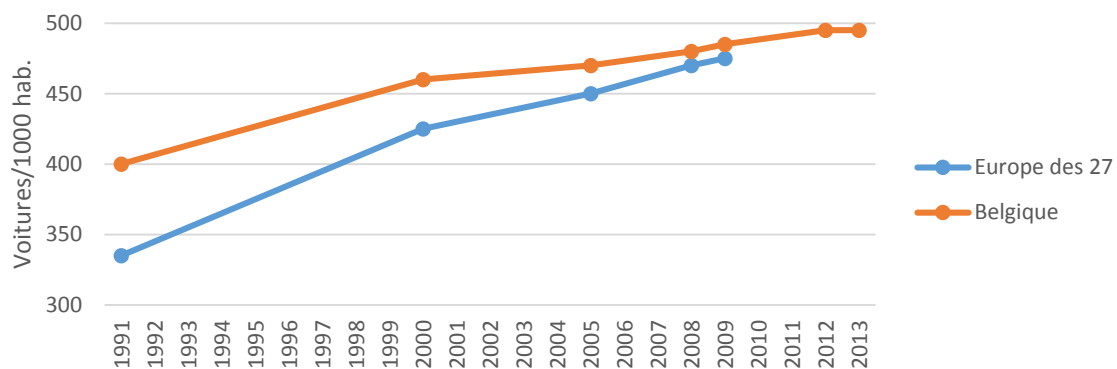


Figure 1. Évolution du parc de voitures particulières (Deuse d'après Direction générale Statistique – Statistics Belgium, 2014)

Des projections montrent que les activités de transport continueront à augmenter dans les prochaines décennies. Une augmentation de 30 % de la demande de transport de passagers dans l'Union Européenne est attendue entre 2010 et 2030 (Figuroa et al., 2014 ; Kahn Ribeiro & Kobayashi, 2007).

Sans changement majeur dans le système de transport, il va de soi que cette augmentation s'accompagnera d'une augmentation des problèmes cités précédemment. Les systèmes de transport actuels ne sont donc pas durables, et il paraît évident que dans les prochaines décennies la voiture comme mode de transport principal ne sera plus viable.

Le développement durable étant plus que jamais au cœur des préoccupations actuelles, de nouvelles solutions ayant pour objectif une mobilité écologique, socialement inclusive et promouvant l'économie doivent être développées (United Cities and Local Governments, 2009).

Bien qu'il soit reconnu que changer les habitudes de mobilité de la voiture vers des modes de transport alternatifs est extrêmement difficile (Cabinet Office, 2009 ; Whitmarsh & Kohler, 2010), de nombreuses solutions existent qui doivent être développées techniquement et promues par les gouvernements (Hammer et al., 2011 ; Sustainable Cities International, 2012) : comme modes alternatifs, citons les transports en commun, les modes de transport actifs tels que la marche et le vélo, ou même le covoiturage ; pour réduire la pollution et la dépendance aux combustibles

fossiles, citons les énergies renouvelables ; pour réduire le nombre de trajets, citons le télétravail ; pour réduire la longueur des trajets, citons la densification des villes et la mixité des fonctions ; etc. Parmi toutes ces solutions, la suite de ce travail se concentrera uniquement sur le vélo.

1.2 AVANTAGES DU VÉLO

Le vélo offre une réponse à de nombreux problèmes cités dans la partie précédente.

C'est tout d'abord un mode de transport « vert », qui – mis à part pour sa production – n'utilise pas d'énergie, ne produit pas d'émission et ne cause pas de pollution de l'air. Le vélo est silencieux et n'émet donc aucune pollution sonore. Il est de plus abordable pour la majorité des ménages et est accessible à la plupart des personnes ne pouvant pas conduire une voiture, spécialement les jeunes. Finalement, par rapport à la voiture, le vélo requiert peu d'espace, que ce soit en termes de parking ou d'infrastructure routière, et les coûts associés sont par conséquent nettement réduits (par ex. Chapman, 2007 ; Rietveld, 2001 ; Tolley, 1996 ; Vandenbulcke et al., 2011 ; Woodcock et al., 2007). Notamment, sur un emplacement de parking pour voiture, il y a la place pour garer 8 vélos et la construction de parkings et d'infrastructures routières est de l'ordre de 50 fois moins coûteuse pour les vélos que pour les voitures (Héran, 2012 ; Technical and Environmental Administration, Traffic Department, 2013) (voir également Tableau 1, p. 5).

Un report modal de la voiture vers le vélo peut donc aider à significativement réduire les impacts environnementaux et économiques liés au transport, la congestion dans les villes, la demande de parking, la dépendance au pétrole, etc. tout en améliorant le confort des usagers et la perception qualitative de leur ville (par ex. Cole-Hunter et al., 2015 ; Shannon et al., 2006 ; Vandenbulcke et al., 2011).

Mais le vélo présente également de nombreux autres avantages par rapport à la voiture individuelle ou à d'autres modes de transport.

En évitant les embouteillages, le temps de recherche d'un parking ou encore l'attente du bus, la durée du trajet est beaucoup plus prévisible, mais surtout, le vélo est le mode de transport le plus rapide pour de courtes distances, et de façon d'autant plus importante en ville (la Figure 2 se base sur l'hypothèse d'une relation linéaire) (Dekoster & Schollaert, 1999). À Bruxelles par exemple, la vitesse moyenne d'un cycliste est de 16 km/h tandis que celle des bus et métros STIB est estimée à 17 km/h (Cornelis et al., 2012) ! Offrant une mobilité de porte-à-porte, le trajet est également plus flexible, et c'est un mode de transport autonome qui ne dépend d'aucun tiers (Balsas, 2003 ; Cherry, 2007 ; Wolf & Seebauer, 2014).

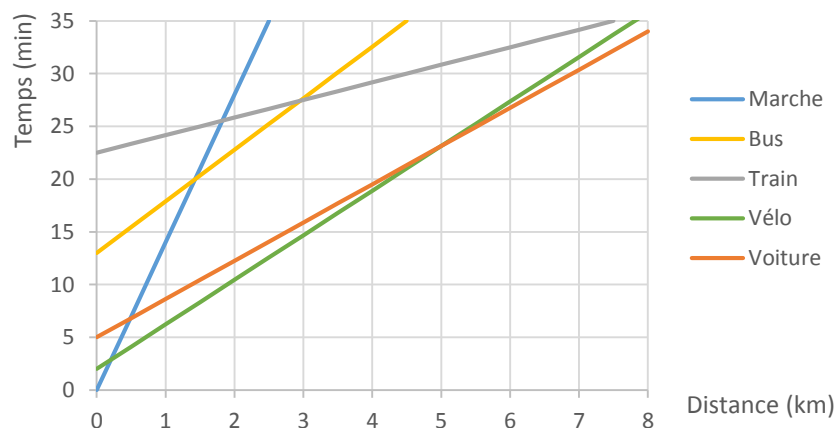


Figure 2. Temps de trajet en zone urbaine en fonction de la distance et du mode de transport (Deuse d'après Dekoster & Schollaert, 1999)

Pratiqué régulièrement, le vélo apporte également d'importants bénéfices au niveau de la santé, avantage toutefois souvent négligé (Shannon et al., 2006).

L'activité physique est en effet associée à d'innombrables avantages liés à la santé mentale et physique (Haskell et al., 2007 ; U.S. Department of Health and Human Services, 1996). Par exemple, des auteurs ont montré que l'activité physique diminuait les risques de dépression, augmentait les performances académiques chez les jeunes (Field et al., 2001a,b) et la productivité au travail chez les adultes (Dekoster & Schollaert, 1999 ; van Wee & Nijland, 2007). Et à tout âge, une activité physique diminue le risque de mortalité de 28 % (Van Zeebroeck et al., 2014) !

Au contraire, l'inactivité physique quant à elle est, après le tabac, la cause principale de mort prématurée dans les pays industriels et de problèmes de santé divers (Mindell, 2001). Elle est en effet la cause de 30 % de cardiopathie ischémique, 27 % de diabète et 21 à 25 % des cancers du sein ou du côlon (World Health Organization, 2009), ainsi que d'autres conditions cardiométaboliques et cancers, de l'hypertension, de surcharge pondérale, voire d'obésité, et diverses maladies chroniques (Furie & Desai, 2012 ; Oja et al., 1998). Frank et al. (2004) (qui trouvaient une association positive entre l'obésité et le temps passé en voiture) montrent une association négative entre l'obésité et le temps passé en marchant. Il en va de même pour le vélo (Figure 3).

L'activité physique est de plus en plus vue comme la meilleure façon de prévenir la nécessité de soins de santé (Bauman et al., 2009). Les modes de transport actifs sont une façon efficace avec un potentiel important pour intégrer une activité physique dans la routine quotidienne, et sont plus faciles à adopter et maintenir que d'autres formes d'activité physique (Scheepers et al., 2013 ; Yang et al., 2012). L'Organisation mondiale de la Santé recommande pour les adultes au moins 150 minutes d'activité physique modérée ou 75 minutes d'activité physique intense par semaine par tranches de minimum 10 minutes (World Health Organization, 2010). Un trajet à vélo de 15 minutes réalisé matin et soir cinq jours par semaine permet d'atteindre ce chiffre !

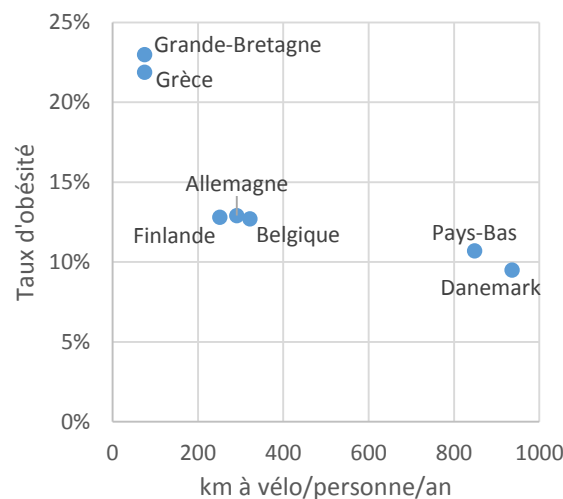


Figure 3. Utilisation du vélo et obésité (Deuse d'après Cuignet, 2015)

L'impact économique pour la société est lui aussi positif. Si une politique en faveur du vélo a évidemment un coût (nouveaux aménagements cyclables, entretien et gestion des infrastructures, besoins en matière de stationnement, services divers, etc.), Van Zeebroeck et al. (2014) calculent toutefois que chaque euro investi dans le but d'atteindre une part modale du vélo de 10 % en Wallonie en 2030 rapportera entre 5 et 12 € si cette part modale est en effet atteinte. Ces gains additionnent les bénéfices liés à l'amélioration de la santé (impact le plus important), la réduction des coûts d'exploitation des transports publics, les économies dans les budgets des ménages, les réductions des émissions polluantes et de la congestion, les coûts liés à l'augmentation du nombre

de victimes de l'insécurité routière et les dépenses publiques consacrées à la politique cyclable. Le gain sociétal est finalement estimé à près de 100 millions d'euros pour la Wallonie, et il s'agirait d'une sous-estimation (Van Zeebroeck et al., 2014).

Par rapport à d'autres modes de transport, le vélo présente évidemment des désavantages : sa vitesse est plus lente et dans un temps raisonnable il ne permet donc d'atteindre que des destinations relativement proches ; il demande un effort physique, principalement lorsque le trajet présente un certain relief ; il expose l'utilisateur aux intempéries ; il permet difficilement de transporter des passagers ou du matériel encombrant ; etc.

Pour toutes ces raisons, le vélo ne peut donc, a priori, pas être utilisé par tous et pour tout type de trajet. Toutefois, en Wallonie, nous pensons que le vélo peut atteindre une part modale beaucoup plus importante qu'à l'heure actuelle, ce qui nous amène au chapitre suivant, où nous étudierons l'utilisation du vélo comme mode de transport et ce qui la détermine.

2. LE VÉLO CLASSIQUE : QUI, OÙ, POURQUOI, COMMENT ?

2.1 ÉTAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DU VÉLO

Au travers des sections précédentes, nous avons établi quels étaient les problèmes induits par la voiture individuelle comme mode de transport et comment un report modal vers le vélo pouvait répondre à ces problèmes. Si ces problèmes et avantages sont dans une certaine mesure connus par la population, force est de constater qu'en Wallonie le vélo ne représente qu'une très petite part modale tandis que la voiture reste de loin le mode de transport le plus utilisé. Certains de nos voisins ont toutefois une part modale de vélo beaucoup plus importante (Figure 4), et malgré des conditions différentes, cela nous laisse penser que des améliorations sont possibles. Dans cette partie, nous étudions plus précisément par qui et dans quelles conditions le vélo est utilisé en Belgique et plus particulièrement en région wallonne.

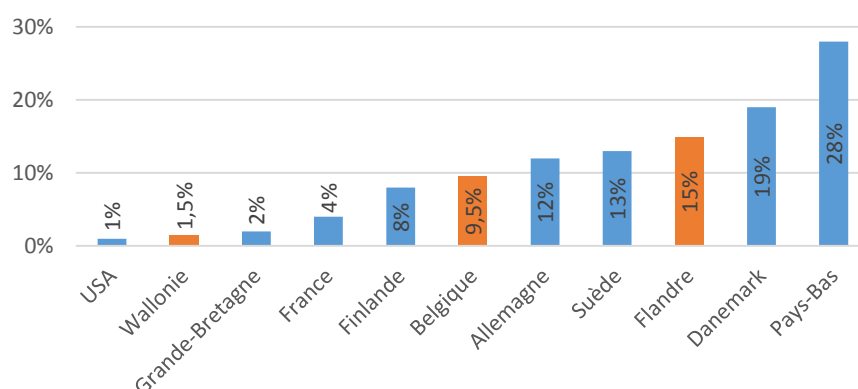


Figure 4. Comparaison de la part modale du vélo en Belgique, Flandre et Wallonie, et dans d'autres pays (Deuse d'après Cuignet, 2015 ; Pauwels & Andries, 2016 ; Van Zeebroeck et al., 2014)

En Belgique et plus particulièrement en Wallonie, l'utilisation de la voiture n'a cessé d'augmenter tandis que l'utilisation du vélo comme mode de transport a connu un déclin important depuis 1950 jusqu'à devenir marginal et est maintenant principalement un loisir (Vandenbulcke et al., 2011). C'est seulement depuis quelques années que des politiques en faveur du vélo voient le jour.

En 2014, selon le diagnostic des déplacements domicile - lieu de travail du Service Public Fédéral Mobilité et Transports, 9,5 % de la population belge se rendait au travail en vélo. Cependant, la majorité des cyclistes résident en Flandre (part modale du vélo de 15 %) et ce chiffre tombe à 1,5 % pour la Wallonie (Figure 4 et Figure 5) ! Cela au profit de la voiture individuelle, utilisée par 67 % des travailleurs en Belgique, mais par 82 % des travailleurs wallons (Pauwels & Andries, 2016).

Notons que ces chiffres sont cohérents par rapport aux parts modales des déplacements domicile-travail calculées dans le rapport BELDAM et correspondent aux parts modales totalisant tous les déplacements de toute la population belge. Si on s'intéresse par contre plus spécifiquement aux parts modales chez les étudiants, les chiffres sont beaucoup plus positifs que la moyenne, avec 16 % de part modale pour le vélo et 32 % pour la voiture (en tant que passager ou conducteur) (Cornelis et al., 2012).

En Wallonie, la part modale du vélo pour le déplacement domicile-travail a en moyenne peu évolué depuis 2005, mais on observe toutefois une progression importante à Liège en passant de 0,8 à 1,4 %. La progression est plus importante en Flandre et surtout à Bruxelles, où la part modale du vélo a plus que doublé en passant de 1,2 % à 3 % (Figure 6) (Pauwels & Andries, 2016).

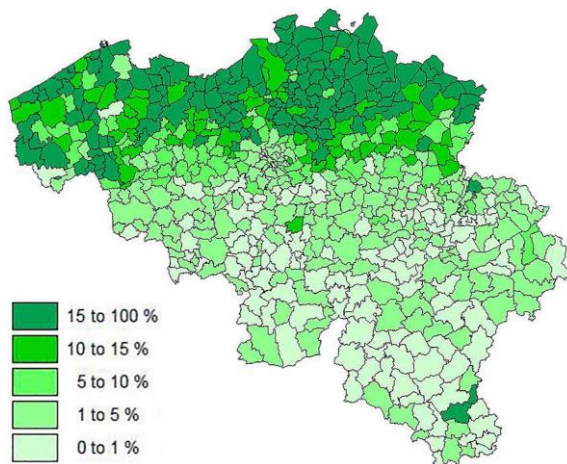


Figure 5. Part modale du vélo en Belgique en 2014 (Pauwels & Andries, 2016)

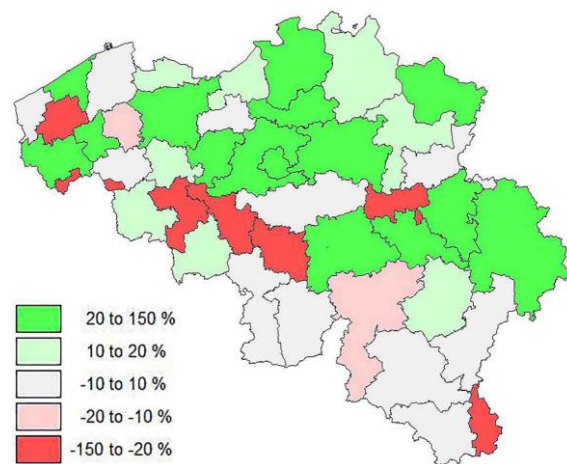


Figure 6. Évolution de la part modale du vélo en Belgique entre 2005 et 2014 (Pauwels & Andries, 2016)

Grâce à une proximité plus immédiate des différentes fonctions, on pourrait s'attendre à une plus grande utilisation du vélo dans les villes à forte densité de population (à savoir Anvers, Bruxelles, Bruges, Charleroi, Courtrai, Gand, Liège, Louvain, Mons, Namur et Ostende). Toutefois, la part modale des déplacements travail-domicile dans ces zones n'est que de 6 %, tandis qu'elle atteint 11 % dans le reste du pays, chiffres contraires aux transports en commun (Pauwels & Andries, 2016). Ces chiffres sont cohérents avec le rapport BELDAM, qui avance l'hypothèse de craintes liées à la sécurité routière et d'une peur de rouler à vélo dans une circulation plus dense (Cornelis et al., 2012).

Le potentiel du vélo reste cependant plus important pour de petits trajets, il est donc intéressant de comparer les parts modales en fonction de la distance à parcourir (Figure 7). En dessous de 250 m, on se déplace presque exclusivement à pied, mais déjà un déplacement sur dix est réalisé en voiture entre 250 m et 500 m et ce chiffre grimpe très rapidement. En dessous de 500 m, les parts modales pour la voiture et le vélo sont équivalentes, mais au-delà, celle de la voiture est directement significativement plus élevée (Cornelis et al., 2012).

On conclut donc que pour des déplacements courts (moins de 7,5 km), distance facilement parcourue à vélo, il y a encore un énorme potentiel de report modal vers le vélo, d'autant plus que ces déplacements représentent plus de la moitié des déplacements effectués en moyenne sur une journée (Cornelis et al., 2012) ! De la même façon, Verhetsel et al. (2007) évaluent que 21 % de la population habitent à moins de 5 km de leur lieu de travail et 39 % à moins de 10 km et ils estiment par conséquent que 60 % de la population sont donc susceptibles d'aller travailler à vélo.

Jusqu'ici, nous avons examiné les parts modales par rapport au nombre de déplacements effectués. Si nous regardons maintenant comment chacun des modes contribue aux distances parcourues, le contraste entre la voiture et le vélo augmente considérablement, ce dernier étant principalement utilisé pour des trajets de courtes distances. En Belgique, le vélo ne contribue qu'à 3 % des kilomètres parcourus tandis que 76 % des kilomètres sont parcourus en voiture (en tant que conducteur ou passager). Pour la Wallonie, ces chiffres s'élèvent respectivement à 1 % et 80 % (Cornelis et al., 2012). Dans l'Union Européenne, seulement 1 % des kilomètres sont parcourus à vélo, tandis que 73 % sont parcourus en voiture (European Commission, 2012a). Au Danemark, plus de 6 % des kilomètres sont parcourus à vélo (Mulalic, 2015).

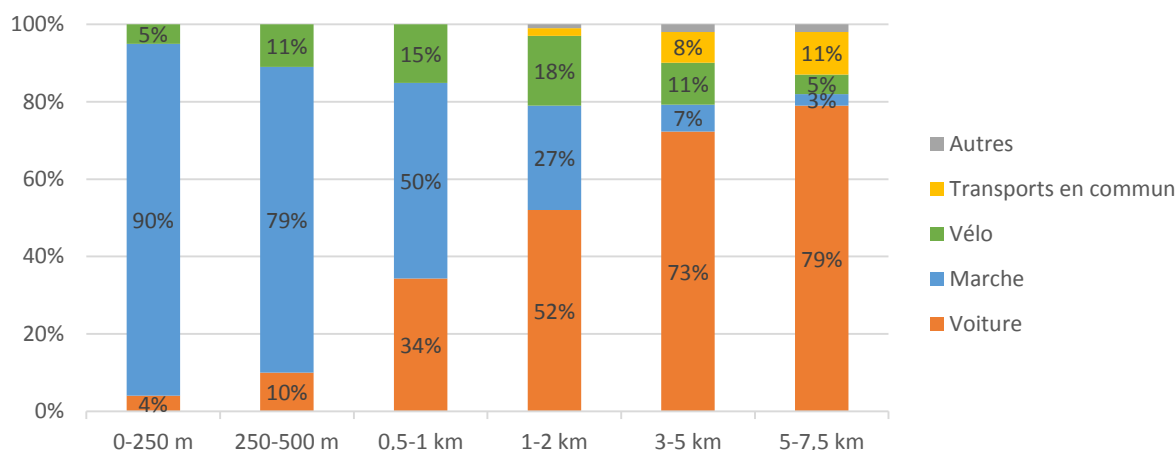


Figure 7. Parts modales en fonction de la distance (Deuse d'après Cornelis et al., 2012)

Afin d'initier un report modal vers le vélo en Wallonie, il est donc important d'identifier les facteurs qui incitent ou découragent la population à utiliser le vélo comme mode de transport. C'est ce sur quoi nous nous concentrerons dans la prochaine partie. Une telle identification peut alors permettre par la suite de déterminer des actions et stratégies adéquates pour mitiger l'effet de ces facteurs en vue d'opérer un report modal vers le vélo (Santos et al., 2013 ; Vandebulcke et al., 2011), ce à quoi nous nous intéresserons dans la partie suivante.

2.2 DÉTERMINANTS DE L'UTILISATION DU VÉLO

Les facteurs qui déterminent l'utilisation du vélo, relevés sur base de la littérature, sont répartis en deux grandes catégories : les déterminants personnels et sociaux et les déterminants environnementaux. Dans ce chapitre, nous expliquons ces deux catégories, listons les déterminants, et détaillons comment et pourquoi ils influencent le choix d'utiliser ou non le vélo comme mode de transport.

2.2.1 DÉTERMINANTS PERSONNELS ET SOCIAUX

Les déterminants présentés dans cette partie reprennent tout ce qui touche à la société en général ou aux caractéristiques propres à chaque individu.

IMAGE ET CULTURE

L'impact des influences sociales sur les comportements en termes de mobilité est largement confirmé dans la littérature (Wolf & Seebauer, 2014) et percevoir le vélo comme commun dans la société influence positivement son utilisation (Xing et al., 2010).

Jusqu'il y a une encore vingtaine d'années, se déplacer à vélo était considéré comme marginal et souffrait d'une mauvaise image comparativement aux autres modes de transport (Pucher et al., 1999 ; Weerts, 1992). Cette pensée a peu à peu évolué depuis, et le vélo comme mode de transport a commencé à devenir l'emblème d'une haute qualité de vie (Clarke, 2000 ; Wilkinson, 1997). Cette évolution n'est cependant pas aussi rapide dans tous les pays. La culture du vélo est par exemple très développée dans certains pays du nord de l'Europe (notamment les Pays-Bas et le Danemark), mais assez peu dans d'autres (Vandebulcke et al., 2011).

Il semblerait qu'une part modale de vélo importante dans une ville ait un effet positif sur la part modale de vélo des villes voisines. Vandenbulcke et al. (2011) par exemple suggèrent qu'en Belgique, une forte utilisation du vélo dans une municipalité stimule l'utilisation du vélo dans les municipalités voisines, et qu'un effet de masse peut donc être initié.

La culture, les traditions ou le mode de vie ont une forte influence sur le choix du mode de transport dans un sens comme dans l'autre. Il a été montré par exemple que les immigrants aux Pays-Bas sont moins susceptibles de se déplacer en vélo et préfèrent utiliser la voiture ou les transports en commun à cause d'un background culturel différent (Rietveld & Daniel, 2004).

Des normes plus personnelles telles que les préoccupations environnementales influencent également l'utilisation du vélo (Wolf & Seebauer, 2014).

Finalement, la culture du vélo influence aussi d'autres facteurs (expliqués plus loin), tels que la sécurité ou le confort. En Flandre par exemple, les automobilistes se montrent plus respectueux envers les cyclistes, car ils sont souvent eux-mêmes cyclistes ou sont habitués à partager la route avec eux. La situation contraire est observée en Wallonie : les automobilistes sont peu conscients de la présence des cyclistes et de plus les considèrent comme des usagers de la route moins importants qu'eux (Vandenbulcke et al., 2011).

COUT MONÉTAIRE

Les coûts relatifs des différents moyens de transport, ainsi que la perception et l'attitude envers ces coûts, ont une importance primordiale dans le choix du mode de transport (Cass & Faulconbridge, 2016).

L'influence des coûts peut être divisée en deux catégories.

Premièrement, une augmentation des coûts liés à la voiture diminue son attractivité et est donc positivement associée à l'utilisation de tous les autres modes de transport dont le vélo. Notamment, le prix d'achat d'une voiture, les taxes de mise en circulation et de circulation, le prix du pétrole, etc. sont négativement associés aux déplacements en voiture (Dargay & Hanly, 2007 ; Santos et al., 2013). La suppression de la gratuité des parkings et l'augmentation des prix des parkings déjà payants, ainsi que l'augmentation des contrôles, ont également un impact très important sur le choix de se déplacer en voiture et peuvent encourager un report modal (Barata et al., 2011).

Deuxièmement, une diminution des coûts du vélo est positivement associée à l'utilisation du vélo. Par exemple, une indemnité au kilométrage pour les déplacements à vélo vers le lieu de travail augmente ceux-ci (Wardman et al., 2007 ; Van Malderen et al., 2009).

Notons que pour connaître l'efficacité de telles mesures, il faut toutefois connaître les élasticités des prix, c'est-à-dire connaître la mesure dans laquelle le changement d'un prix implique un changement dans la demande. Pour une même augmentation/diminution, le changement dans la demande peut en effet être différent selon le bien (Mulalic, 2015).

STRUCTURE DE LA FAMILLE

Le fait d'avoir de jeunes enfants diminue l'usage du vélo comme mode de transport. Santos et al. (2013) expliquent en effet que les familles avec de jeunes enfants ont des besoins en mobilité requérant l'usage de la voiture, et plus largement, le fait d'avoir de jeunes enfants est donc positivement associé aux déplacements en voiture, et négativement associé à tout autre type de déplacements (Dargay & Hanly, 2007 ; Vandenbulcke et al., 2011).

POSSESSION D'UNE VOITURE

La possession d'une voiture est négativement associée à l'utilisation de tout autre mode de transport et donc du vélo. Cela s'explique par le fait que lorsqu'un tel investissement est réalisé, les individus sont plus susceptibles de n'utiliser que la voiture comme mode de transport, malgré la présence d'autres alternatives (Santos et al., 2013). Cela est d'autant plus vrai chez les employés disposant d'une voiture de société, qui, ne payant pas directement leur voiture et les frais y afférant, sont encore moins susceptibles de se déplacer à vélo ou via les transports en commun (Vandenbulcke et al., 2011).

ÉDUCATION, STATUT ET SALAIRE

S'il est confirmé dans la littérature que le niveau d'éducation, le statut professionnel et le salaire ont un impact sur le choix d'un mode de transport, l'association de ces déterminants avec le vélo dépend des pays, et dans le cas de la Belgique, dépend même des auteurs.

Souvent, un faible statut social est associé à l'utilisation du vélo, surtout dans les pays où la voiture est dominante (Moudon et al., 2005 ; Pucher et al., 1999). En Belgique notamment, un haut niveau d'éducation est associé à une faible utilisation du vélo (Hubert & Toint, 2002), mais dans d'autres pays, certains auteurs trouvent l'association contraire (Noël, 2003 ; Plaut, 2005). Dans le cas de la Belgique, on peut expliquer cette association notamment par le fait que les personnes hautement qualifiées jouissent de salaires plus élevés, et donc possèdent généralement une voiture qu'ils utilisent pour parcourir de plus longues distances ; elles sont donc moins susceptibles d'utiliser le vélo comme mode de transport (Santos et al., 2013).

En ce qui concerne la Belgique, Cornelis et al., (2012) trouvent des résultats légèrement différents. Ils concluent en effet que plus on a un diplôme élevé, plus on prend sa voiture, moins on marche et moins on emprunte les transports en commun, ils ne trouvent toutefois pas de différences significatives en ce qui concerne l'usage du vélo.

Au niveau du salaire, selon Vandenbulcke et al. (2011), un salaire bas est associé à une plus grande proportion de déplacements à vélo, mais Cornelis et al., (2012) constatent l'association contraire avec une utilisation plus importante du vélo chez les hauts revenus.

Au vu des désaccords entre les auteurs, on pourrait remettre en question ce déterminant comme tel. Toutefois, ces désaccords nous semblaient intéressants à illustrer, et montrent l'importance d'étudier les déterminants de façon précise pour chaque agglomération, ville ou pays, chaque cas étant spécifique.

BUT OU COMPLEXITÉ DU TRAJET

Aller faire les courses, déposer un enfant, transporter des objets volumineux, lourds ou fragiles, se rendre à un événement exigeant un certain code vestimentaire, etc. sont des exemples de trajets parfois complexes avec des contraintes ou un but pouvant décourager l'utilisation du vélo (Schoner et al., 2015).

ATTITUDE FACE AU SPORT

Le fait d'apprécier de faire du sport, la motivation d'une personne envers une activité physique, ou simplement le fait d'être capable de faire du vélo influence l'utilisation de celui-ci (Seebauer et al., 2011 ; Xing et al., 2010).

SEXE

En moyenne, plus d'hommes que de femmes se déplacent à vélo (Heinen et al., 2010 ; Pauwels & Andries, 2016).

Plusieurs pistes, faisant intervenir d'autres déterminants, peuvent être avancées pour expliquer cela. Les déplacements des femmes sont souvent plus complexes que ceux des hommes, par exemple en raison d'obligations familiales. Les femmes semblent aussi accorder plus d'importance à la sécurité. Elles invoquent aussi plus souvent la difficulté d'apprentissage en zone urbaine et un frein culturel (Dickinson et al., 2003 ; Pauwels & Andries, 2016 ; Rietveld & Daniel, 2004). De plus, leur capacité physique est généralement inférieure à celle des hommes.

ÂGE

On constate, dans les lieux de travail, qu'une population jeune (en dessous de 45 ans) est associée à un plus haut taux de déplacement à vélo (Vandenbulcke et al., 2011). De façon générale, les jeunes de moins de 24 ans utilisent le vélo deux fois plus que les autres catégories d'âge (Cornelis et al., 2012).

Cela s'explique tout d'abord par le fait que la capacité physique d'un individu dépend fortement de son âge : les jeunes individus ont davantage tendance à avoir (et apprécier avoir) une bonne condition physique et donc de rouler plus à vélo, tandis le choix d'un mode de transport chez les personnes plus âgées peut être influencé par une santé et une condition physique qui se détériorent, impliquant aussi bien une perte de confiance dans la conduite d'une voiture que dans l'exécution d'une activité physique (Santos et al., 2013 ; Vandenbulcke et al., 2011).

De plus l'âge est également corrélé à d'autres déterminants. Les personnes en dessous de 25 ans ont généralement un salaire moyen ou bas (voire pas de salaire) et ne peuvent donc pas toujours se permettre d'acheter une voiture, tandis que d'autres n'ont pas encore de permis de conduire (Vandenbulcke et al., 2011), ce qui a un impact évident sur le choix d'un mode de transport et accentue la corrélation entre l'âge et l'utilisation du vélo.

2.2.2 DÉTERMINANTS ENVIRONNEMENTAUX

Les facteurs présentés dans cette section sont les facteurs relatifs à l'environnement, c'est-à-dire relatifs à la disposition initiale de la ville, à son aménagement, à sa situation géographique, à ses caractéristiques d'utilisation, au climat, etc.

Il est intéressant de constater que plusieurs études ont considéré à la fois des mesures objectives et subjectives pour divers facteurs environnementaux. Des comparaisons entre ces mesures, et par après entre les différentes études, amènent à la conclusion que les deux types de mesures sont importants et ont une influence dans le choix d'un mode de transport (Cole-Hunter et al., 2015). Notons également que beaucoup d'études sur les modes de transport actifs se sont concentrées uniquement sur les caractéristiques de l'environnement du voisinage du lieu de départ (souvent le lieu d'habitat), mais les caractéristiques du lieu de destination (souvent le lieu de travail) et de la route entre les deux ont un impact tout aussi important sur le choix du mode de transport (par ex. Cole-Hunter et al., 2015 ; Yang et al., 2015 ; Winters et al., 2010).

DISTANCE

La distance est négativement associée à l'utilisation de vélo, plus la distance augmente, moins il est probable de choisir de se déplacer à vélo. C'est un des facteurs les plus importants, beaucoup

plus que pour d'autres modes de transport (la distance ne semble par exemple pas associée aux transports en commun) (Yang et al., 2015).

Pour le déplacement domicile-travail, seules les personnes habitant près de leur lieu de travail (jusque 8 kilomètres environ) sont susceptibles de se déplacer à vélo (Dickinson et al., 2003 ; Wolf & Seebauer, 2014). En dessous d'un kilomètre cependant, les gens auront plutôt tendance à marcher (Pucher et al., 1999).

TEMPS DU TRAJET

Distance et temps de trajet sont intimement liés via la vitesse des différents modes, et tout comme pour la distance, un trajet plus long en termes de durée est donc négativement associé à l'utilisation du vélo (Kaczynski et al., 2012).

On constate cependant que le temps de trajet n'est en réalité pas uniquement fonction de la distance et de la vitesse, mais que s'ajoutent au temps de parcours le temps d'attente pour les transports en commun, le temps dédié à la recherche de parking, le temps perdu dans les embouteillages, etc., ce qui fait du vélo le mode de transport le plus rapide pour de courtes distances (Figure 2, p. 7).

Avec la distance, le facteur temps est considéré comme l'un des plus importants. Il est cependant intéressant de constater qu'un trajet plus long est vu comme un obstacle plus important par les non-cyclistes que par les cyclistes (Shannon et al., 2006).

RELIEF/TOPOGRAPHIE

Sans surprise, un relief important est négativement associé à l'utilisation du vélo, observation largement relayée dans la littérature (par ex. Broach et al., 2012 ; Cole-Hunter et al., 2015 ; Heinen et al., 2010 ; Rodriguez & Joo, 2004).

Cela s'explique principalement par le fait que les montées requièrent un effort physique plus important et sont donc moins confortables (Rietveld, 2001), mais un relief important influence également d'autres déterminants : le temps de trajet par exemple est augmenté puisqu'en montée un cycliste est généralement plus lent qu'en descente (diminution de 5,9 km/h en moyenne) ou que sur du plat (diminution d'approximativement 3,5 km/h) (Schleinitz et al., 2015 ; Vandenbulcke et al., 2011).

CLIMAT

En se déplaçant à vélo, l'individu est beaucoup plus sensible aux conditions climatiques qu'en se déplaçant par tout autre mode de transport (Schoner et al., 2015), et un climat trop froid, trop chaud, trop pluvieux, etc. diminue le niveau de confort, voire même demande un effort physique plus important (Vandenbulcke et al., 2011). La plupart des auteurs soulignent donc une association négative entre un mauvais temps et l'utilisation du vélo (par ex. Nankervis, 1999 ; Richardson, 2000 ; Heinen et al., 2010).

Toutefois, de façon peut-être surprenante, d'autres auteurs ne trouvent aucune association avec le facteur climat (par ex. Pucher, Buehler, & Seinen, 2011 ; Santos et al., 2013). On observe en effet que les pays ayant la part modale de vélo la plus importante ne sont pas nécessairement les pays dont le climat est le plus clément. À Copenhague par exemple, la part modale du vélo est de 26 % (chiffre qui monte à 36 % si on considère seulement le déplacement domicile-travail), et 75 % des cyclistes utilisent leur vélo toute l'année (Technical and Environmental Administration, Traffic Department, 2013), alors que la quantité de précipitations est similaire à celle observée en Belgique et qu'il y fait en moyenne 2°C plus froid (Institut Royal Météorologique, s.d.).

De façon générale, il a été montré que les conditions et les prévisions météorologiques avaient un impact important sur le choix de se déplacer ou non et sur le choix d'un mode de transport, mais que ces choix étaient également très dépendants du but du trajet (Cools et al., 2010 ; Cools & Creemers, 2013 ; Creemers et al., 2015).

INFRASTRUCTURE (PISTES CYCLABLES)

La présence d'infrastructures spécifiques a une influence directe sur le choix des modes de transport, et est considérée comme un facteur primordial par de nombreux auteurs (par ex. Cass & Faulconbridge, 2016 ; Heinen et al., 2010 ; Rietveld, 2001). La part modale de vélo dans une zone donnée augmente avec la longueur du réseau de pistes cyclables dans cette zone (Santos et al., 2013 ; Schoner et al., 2015). Il est important de réaliser que le même parallèle peut être fait pour tout mode de transport, par exemple le nombre de stations d'arrêt des transports en commun et la fréquence de service dans une certaine zone sont positivement associés avec la part modale des transports en commun mais négativement associés à celle du vélo. Suivant le type et le nombre d'infrastructures disponibles, différents modes entrent donc en compétition (Cole-Hunter et al., 2015).

Des infrastructures telles que les pistes cyclables, judicieusement tracées et bien entretenues, sont positivement reliées à l'utilisation du vélo car elles agissent sur d'autres déterminants (expliqués ci-dessous) : les risques d'accidents diminuent et la sécurité est donc améliorée ; les effets négatifs du volume de trafic et de la pollution deviennent moins importants ; le confort et le bien-être sont améliorés ; etc. (par ex. Broach et al., 2012 ; Cole-Hunter et al., 2015 ; Winters et al., 2010).

Le type d'infrastructure a également un impact sur la vitesse à laquelle roule un cycliste, et par conséquent sur le temps de trajet (Schleinitz et al., 2015).

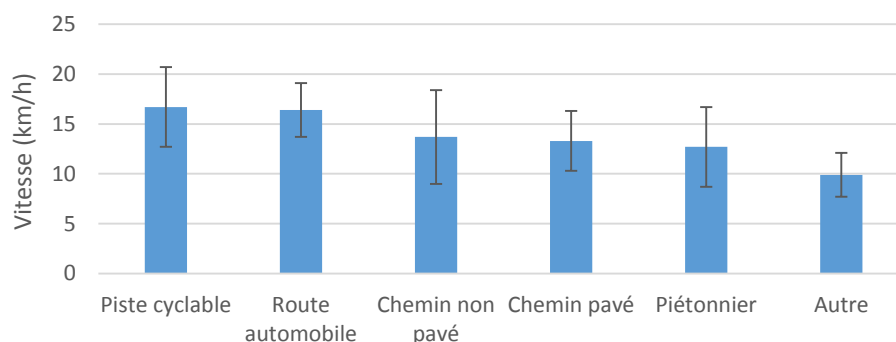


Figure 8. Vitesse moyenne d'un cycliste et écart-type selon l'infrastructure (Deuse d'après Schleinitz et al., 2015)

Si la présence d'infrastructures est à l'unanimité un facteur extrêmement important pour augmenter la part modale de vélo, Schoner et al., (2015) constatent toutefois que les autres déterminants restant inchangés, elle semble davantage attirer des personnes déjà cyclistes plutôt qu'encourager un report modal.

INSTALLATIONS (PARKINGS, DOUCHE, ETC.)

La présence d'installations telles que des parkings sécurisés (ou mieux, couverts), des vestiaires, des casiers, des douches, etc. stimule l'utilisation du vélo (par ex. Dickinson et al., 2003 ; Pucher & Buehler, 2006 ; Van Malderen et al., 2009). Parmi ces installations, la présence de parkings est le facteur le plus souvent cité dans la littérature et semble être le plus important (Buehler, 2012 ; Kaczynski et al., 2010). Une des explications majeures de cela est que le manque de parkings augmente considérablement les risques de vol, ce qui dissuade beaucoup d'utilisateurs potentiels de se déplacer à vélo (Balsas, 2003 ; Vandenbulcke et al., 2011).

STATIONS DE LOCATION

Le nombre de stations publiques de location de vélo autour du point d'origine est positivement associé aux déplacements à vélo et incite les non-cyclistes à commencer à utiliser le vélo. La principale motivation à utiliser ce système est sa flexibilité et sa commodité qui permettent de déposer son vélo où l'on veut. D'autres motivations sont le fait que le risque de vol et les frais d'achat et de maintenance du vélo sont évités (par ex. Bachand-Marleau et al., 2012 ; Cole-Hunter et al., 2015).

STRUCTURE DE LA VILLE

La structure de la ville influence le choix modal au travers de plusieurs facteurs.

La densité de la population mais également des lieux de travail est positivement associée à l'utilisation du vélo (par ex. Heinen et al., 2010 ; Newman & Kenworthy, 2006 ; Rietveld, 2001 ; Schoner et al., 2015). Ces facteurs ont pour effet principal de réduire la distance et d'augmenter le degré de connectivité (Saelens et al., 2003).

Il en va de même pour la mixité fonctionnelle (Heinen et al., 2010 ; Rietveld, 2001). Yang et al. (2015) montrent que la présence de parcs, de centres de loisirs ou d'autres facilités de ce type à proximité des lieux de travail est associée à une plus grande proportion de déplacements à vélo car ces installations peuvent dès lors être accessibles directement avant ou après le travail.

La taille de la ville joue également un rôle. Peu de très grandes villes présentent un haut taux de déplacements à vélo car elles sont souvent traversées par des barrières physiques telles que des autoroutes ou des voies rapides. Les villes présentant le plus haut taux de cyclistes sont habituellement des villes de taille moyenne où de telles barrières ne sont généralement pas présentes et où de plus le volume de trafic est moins important (Pucher et al., 1999).

SÉCURITÉ

Le risque d'accidents (à la fois objectif et perçu) décourage fortement l'utilisation du vélo et est considéré comme primordial par bon nombre d'auteurs (par ex. Jacobsen, 2003 ; Parkin et al., 2007 ; Pucher & Buehler, 2006).

Les causes d'accidents sont nombreuses : excès de vitesse (de la part des automobilistes comme des cyclistes), mixité de différents types de trafic sur une même voie, mauvaise indication des priorités, tendance des jeunes à ignorer les règles de circulation, etc. (Dober, 2000). En Wallonie, et particulièrement en zone rurale, le risque d'accidents est élevé notamment en raison du manque d'infrastructures (Vandenbulcke et al., 2011). À Bruxelles cependant le nombre d'accidents est bas car l'environnement urbain contient un grand nombre d'obstacles forçant les automobilistes à réduire leur vitesse (Vandenbulcke et al., 2009), reliant donc la sécurité à la structure de la ville également.

Notons aussi qu'une plus grande part modale de vélo aide à réduire les risques d'accident en rendant les automobilistes plus conscients de la présence de cyclistes (Bhatia & Wier, 2011). À Odense au Danemark, on a par exemple constaté une augmentation de 20 % de la part modale du vélo en même temps qu'une diminution de 20 % du nombre de cyclistes impliqués dans un accident entre 1996 et 2002 (Cavill et al., 2006).

VOLUME DU TRAFIC

Un important volume de trafic en voiture est négativement associé à l'utilisation du vélo. Cela est principalement expliqué au travers du déterminant précédent : un plus grand volume de voitures induit une diminution du sentiment de sécurité, mais à cela s'ajoutent la pollution sonore et la

pollution de l'air engendrées par le trafic automobile, ce qui réduit le confort des usagers et diminue les avantages liés à la santé (par ex. Hertel et al., 2008 ; Int Panis et al., 2010 ; Thai et al., 2008 ; Winters et al., 2011).

Si cette association est vraie pour la Wallonie et la région de Bruxelles, il est intéressant de remarquer qu'elle n'est pas significative pour la Flandre. En Flandre, la présence de nombreux cyclistes dans le trafic (qui leur confère une grande visibilité) et la présence d'infrastructures adaptées augmentent le sentiment de sécurité et compensent l'effet négatif de l'importance du trafic automobile (Vandenbulcke et al., 2011).

CONFORT ET BIEN-ÊTRE

D'après Cole-Hunter et al. (2015), l'ensemble des déterminants environnementaux doit être élargi car de nombreux autres facteurs peuvent améliorer le confort des déplacements à vélo et donc augmenter leur part modale.

Parmi ceux-ci la présence de végétation semble particulièrement importante. Il est connu que celle-ci encourage l'activité physique (par ex. James et al., 2015 ; Lee & Maheswaran, 2010), mais elle est également reportée comme un stimulant important de l'utilisation du vélo comme mode de transport (Wahlgren & Schantz, 2012).

2.3 STRATÉGIES ENCOURAGEANT L'UTILISATION DU VÉLO

2.3.1 EXEMPLES D'ACTIONS

De nombreuses actions, plus ou moins faciles à mettre en œuvre, permettent d'agir sur les déterminants répertoriés ci-dessus, et pourraient donc encourager la pratique du vélo. Nous en citons quelques exemples ci-dessous.

La construction de pistes cyclables de qualité (ou la réallocation d'une partie de l'espace routier) stimule évidemment l'utilisation du vélo en permettant notamment d'améliorer autant la sécurité objective (diminution du nombre d'accidents) que subjective (diminution des peurs et craintes ressenties par la population) ainsi que le confort des cyclistes (Santos et al., 2013 ; Vandenbulcke et al., 2011). De plus, rien qu'une petite distance de séparation entre la piste cyclable et la route peut déjà aider à réduire l'exposition des cyclistes à la pollution automobile, notamment aux émissions de particules fines (Int Panis et al., 2010 ; Thai et al., 2008).

L'aménagement de diverses installations (parkings vélos, douches, vestiaires, casiers, etc.) encourage l'utilisation du vélo (Balsas, 2003 ; Vandenbulcke et al., 2011). Plus particulièrement, l'aménagement de parkings vélos aux gares et arrêts de bus ou la possibilité de pouvoir prendre son vélo dans les transports en commun permet son intégration dans une chaîne multimodale, permettant ainsi de pouvoir parcourir de plus longs trajets et touchant donc beaucoup plus de cyclistes potentiels (Balsas, 2003 ; Pucher & Buehler, 2008).

L'utilisation d'un vélo électrique rend le problème du relief nettement moins important (Schoner et al., 2015 ; Vandenbulcke et al., 2011), mais lors de la construction d'une piste cyclable, le choix d'un chemin le long duquel les côtes seraient plus longues mais plus douces (pente moyenne la plus faible possible) peut aussi aider (Vandenbulcke et al., 2011).

Les entreprises peuvent rendre le vélo financièrement attractif en proposant par exemple une indemnité au kilomètre, une aide à l'achat d'un vélo ou un vélo de société (Vandenbulcke et al., 2011).

Des campagnes de promotion (mettant par exemple en avant les bénéfices liés à la santé, l'environnement, l'économie ou la mobilité) peuvent aider à réduire des problèmes d'ordre socio-économique (Pucher & Dijkstra, 2003) tandis que des programmes d'éducation peuvent améliorer la sécurité en apprenant aux cyclistes à rouler dans le trafic et aux autres usagers à partager la route (Balsas, 2003).

L'aménagement du territoire a également un très grand rôle à jouer. Prévenir l'étalement urbain et favoriser la densité et la mixité des fonctions permet de réduire les distances et encourage donc l'usage du vélo (Vandenbulcke et al., 2011). Choisir judicieusement l'emplacement des lieux de travail et d'éducation, ainsi qu'augmenter l'offre de logement autour de ceux-ci est extrêmement important (Shannon et al., 2006). À une échelle beaucoup plus petite, la conception des intersections et des traversées peut aussi améliorer la sécurité (Balsas, 2003). À Copenhague par exemple, le sentiment de sécurité est passé de 51 % en 2008 à 76 % en 2012, principalement grâce à des meilleures intersections et des pistes cyclables plus larges dans les zones à forte fréquentation (Technical and Environmental Administration, Traffic Department, 2013).

Des réglementations pour réduire le trafic automobile (telles que des politiques strictes de stationnement payant, une réduction de l'espace routier alloué à la voiture, des limitations de vitesse, la mise en place de péages urbains ou de taxes supplémentaires, une augmentation du prix des carburants etc.) découragent l'usage de la voiture individuelle. D'une part, cela pousse à l'utilisation de modes de transport alternatifs dont le vélo, et d'autre part, cela peut réduire les effets dissuasifs (insécurité, inconfort, pollution sonore, pollution visuelle, etc.) que le volume de trafic a sur l'utilisation du vélo (par ex. Pucher & Buehler, 2008 ; Pucher & Dijkstra, 2003 ; Santos et al., 2013 ; van Wee & Nijland, 2007 ; Vandenbulcke et al., 2011). Si on peut s'attendre à ce que ce genre de mesures génère un fort mécontentement chez les automobilistes, les politiques danoises nous prouvent que le contraire est possible puisque 69 % des automobilistes résidant à Copenhague approuvent les restrictions de trafic, et seuls 14 % sont contre (Technical and Environmental Administration, Traffic Department, 2013). De plus, certaines de ces mesures peuvent fournir des fonds pour la mise en œuvre des stratégies en faveur des modes de transport alternatifs (Shannon et al., 2006 ; Tolley, 1996).

Toute action visant à améliorer un des déterminants répertoriés dans la partie précédente devrait donc logiquement avoir un impact positif sur l'utilisation du vélo. Ce n'est toutefois pas si simple. Généralement, l'impact d'une mesure n'est pas limité à un seul déterminant, et si son impact est positif pour un déterminant, il peut être négatif pour d'autres et finalement réduire l'utilisation du vélo.

Par exemple, des politiques visant à réduire le volume de trafic automobile (péage urbain par exemple) sont notamment supposées améliorer le confort et la sécurité des cyclistes. Toutefois, si elles sont implémentées seules, elles risquent simplement de permettre aux automobilistes de rouler plus vite, menant à des conséquences opposées aux bienfaits attendus (Vandenbulcke et al., 2011).

Un autre exemple est celui du port du casque. Son but est aussi d'augmenter la sécurité, mais il n'est pas clair que le port du casque permette en effet de réduire la gravité des accidents (au contraire du nombre de cyclistes sur la route, ayant lui un réel impact sur la sécurité, Figure 9). Le but premier du port du casque ne semble pas être atteint, il inciterait même éventuellement les cyclistes à prendre plus de risques et les automobilistes à faire moins attention. Plus inquiétant, dans les pays où il a été rendu obligatoire, on a constaté une diminution du nombre de cyclistes ou, au mieux, une stagnation. En Australie par exemple, dans les mois ayant suivi l'entrée en vigueur du casque obligatoire en 1991, l'usage du vélo a chuté de plus de 30 %, particulièrement chez les jeunes, où la diminution a été de 47 % chez les écoliers et de 90 % chez les étudiantes de niveau collégial (Adams & Hillman, 2001 ; Cuignet, 2015 ; Fortier, 2015 ; Robinson, 2006) !

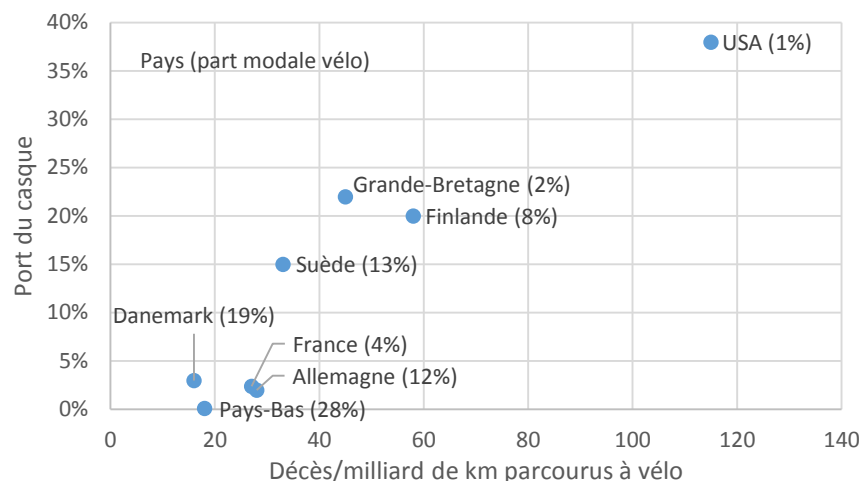


Figure 9. Comparaison entre nombre de décès, port du casque et part modale du vélo (Deuse d'après Cuignet, 2015)

2.3.2 PLUS QUE DES ACTIONS, DES STRATÉGIES

Nombreux sont les auteurs à affirmer qu'une action n'est généralement pas efficace si elle est implémentée seule. Leurs études montrent que seules des combinaisons de plusieurs mesures adaptées aux conditions locales peuvent en effet mener à une augmentation de l'utilisation du vélo, et qu'il est donc important de développer des stratégies hautement intégrées (par ex. Potter & Skinner, 2000 ; Pucher, et al., 2010 ; Vandenbulcke et al., 2011).

En plus de cela, d'autres auteurs soulignent l'importance de combiner à la fois des politiques restrictives envers l'usage de la voiture et des politiques en faveur de l'utilisation du vélo (« *push* » and « *pull* » factors, ou stratégie « de la carotte et du bâton »). Leurs études suggèrent que cette combinaison est plus efficace que l'implantation de politiques de promotion du vélo uniquement, et que seules ces politiques intégrées peuvent amener à un abandon de la voiture pour le vélo (par ex. Habibian & Kermanshah, 2013 ; Kingham et al., 2001 ; Shannon et al., 2006 ; Tolley, 1996).

Les différentes stratégies doivent aussi tenir compte du public visé. Fürst (2014) identifie par exemple six catégories d'individus allant des éco-voyageurs aux voyageurs marquant leur préférence pour la voiture ; pour promouvoir des modes de transport alternatifs, il affirme qu'une politique différente est nécessaire pour s'adresser à chacune de ces catégories.

En poussant encore plus loin l'intégration des stratégies, certains auteurs soutiennent finalement que ce n'est pas seulement sur la mobilité en tant que telle qu'il faut agir, mais qu'il faut intervenir dans un système plus grand en prenant en compte ce qui produit les besoins de mobilité. Selon eux, les habitudes de mobilité ne dépendent pas nécessairement des politiques liées au transport mais sont connectées à la façon dont les ménages s'approvisionnent, à l'endroit où les enfants vont à l'école, à l'organisation du travail et des loisirs, etc. (Spurling et al., 2013), et l'usage du vélo ne peut donc être maximisé qu'au travers de politiques intégrant non seulement tous les systèmes de transport, mais aussi les activités générant des besoins en mobilité, le logement, les loisirs, l'environnement, etc. (Balsas, 2003).

Sous un autre point de vue, le choix d'un mode de transport dépend de « l'utilité » relative de chaque mode, qui est une mesure de la satisfaction obtenue par l'utilisation d'un mode donné définie dans certains modèles économiques (Mulalic, 2015). C'est une notion importante car en affectant l'utilité relative des différents modes, les déterminants que nous avons répertoriés influencent le choix du mode de transport (par ex. Boarnet & Crane, 2001 ; Cervero, 2002).

Selon Cole-Hunter et al. (2015), l'utilité d'un certain mode pour un utilisateur donné est une combinaison d'**attributs objectifs** (communs à tous), de la **perception** de ces attributs par l'utilisateur, et de l'**importance** accordée par l'utilisateur à ces attributs (ces deux derniers n'étant pas nécessairement communs à tous). Ces trois aspects sont importants à prendre en compte dans l'établissement des stratégies.

En effet, la méthode exacte de promotion va tout d'abord dépendre des facteurs vus comme les plus importants (Cass & Faulconbridge, 2016). Il est essentiel d'identifier quelles améliorations peuvent avoir l'impact le plus grand sur un report modal, et par la suite tous les déterminants ne devront pas nécessairement être améliorés, puisque que selon Shannon et al. (2006), les cyclistes réguliers attachent généralement moins d'importance aux barrières à l'utilisation du vélo que les non-cyclistes.

Ensuite, avant même de vouloir objectivement améliorer les différents déterminants, une autre stratégie pour promouvoir le vélo pourrait simplement être de rencontrer les perceptions éventuellement erronées que les usagers ont de ces déterminants (Shannon et al., 2006). Une recherche en Australie a par exemple montré que les individus surestimaient de 45 % le temps de trajet en transport commun tandis qu'ils sous-estimaient de 16 % le temps de trajet en voiture (SocialdataAustralia, 2000).

2.3.3 QUELQUES MESURES PRISES EN BELGIQUE

Les politiques et les différentes organisations dont le but est de promouvoir l'utilisation du vélo commencent à être de plus en plus nombreuses en Belgique². Nous n'en ferons pas ici une liste exhaustive, mais citerons deux exemples qui nous paraissent intéressants, l'un concernant les impacts d'une série de mesures prises dans le domaine professionnel, l'autre concernant les dépenses publiques pour le vélo utilitaire.

En Belgique, des mesures sont prises par de nombreux employeurs pour améliorer la mobilité de leurs travailleurs et pour promouvoir les modes de transport alternatifs. Le Tableau 2 montre les mesures prises pour le vélo et la proportion des entreprises et institutions publiques dans lesquelles elles sont appliquées (en vert, les mesures prises par le plus d'entreprises, en rouge par le moins). Depuis quelques années, ces initiatives se sont multipliées. En 2005 par exemple, seuls 43 % des employeurs offraient une indemnité vélo, et 28 % mettaient à disposition des emplacements de parkings vélos sécurisés sur leur site, contre respectivement 83 % et 62 % maintenant. Compiler par employeur les mesures prises et les modes de déplacements choisis par les travailleurs, tout en tenant compte du profil d'accessibilité du lieu de travail, des distances domicile-travail et de la région, permet d'évaluer l'impact de ces mesures sur la répartition modale (dernière colonne du Tableau 2) (Pauwels & Andries, 2016).

² Nous pouvons notamment consulter les sites web suivants :

<http://mobilite.wallonie.be/home/politiques-de-mobilite/wallonie-cyclable.html>

<http://www.liege.be/mobilite/velo>

http://www.ulg.ac.be/cms/c_2995759/fr/accueil

<http://www.gracq.org/>

<http://www.maisondescyclistes.be/>

<http://www.provelo.org/fr>

<http://veloactif.be/>

<http://www.blue-bike.be/fr>

<https://www.infotec.be/fr-be/medeplacer/solutionsdemobilit%C3%A9/solutionstec/cyclotec.aspx>

Dans un contexte plus international et concernant la mobilité de façon générale, le site suivant peut également être consulté : <http://www.vtpi.org>

	Proportions des employeurs ayant pris cette mesure (pondéré par le nombre de travailleurs)				Impact sur la part modale du vélo
	Belgique	Wallonie	Bruxelles	Flandre	
Indemnité vélo	83 %	76 %	77 %	88 %	+ 34 %
Service d'entretien des vélos	15 %	6 %	26 %	15 %	+ 33 %
Campagne de sensibilisation	32 %	22 %	38 %	34 %	+ 25 %
Mise à disposition de vélos de service	19 %	9 %	32 %	18 %	+ 23 %
Abris couverts pour vélos	79 %	58 %	82 %	87 %	+ 22 %
Emplacements sécurisés	62 %	54 %	75 %	61 %	+ 3 %
Disponibilité de douches	77 %	65 %	85 %	79 %	+ 2 %
Vestiaires pour se changer	76 %	69 %	82 %	76 %	0 %

Tableau 2. Mesures prises par les entreprises pour promouvoir le vélo et impact (Deuse d'après Pauwels & Andries, 2016)

On constate que la plupart des mesures ont un impact élevé sur la part modale du vélo, l'indemnité vélo étant l'incitant le plus efficace. Pour d'autres mesures, comme la disponibilité de douches ou de vestiaires, l'impact est quasiment nul. D'autres types de mesures non reprises dans ce tableau ont également un impact important, comme la présence d'un coordinateur de mobilité au sein de l'unité (ce qui est de plus en plus courant) ou le fait de rendre le parking payant pour les automobilistes (Pauwels & Andries, 2016). On constate que les employeurs wallons sont un peu en retard en comparaison avec le reste de la Belgique. Le croisement des proportions d'entreprises ayant pris une mesure et l'impact de cette mesure sur la part modale du vélo permet de constater que les mesures qui semblent les plus efficaces ne sont prises que par peu d'entreprises, tandis que beaucoup investissent dans des mesures ayant un impact presque nul.

En ce qui concerne les dépenses publiques pour le vélo utilitaire, la Figure 10 ci-dessous montre l'investissement réalisé par personne et par an dans diverses régions et à différentes périodes. Selon des analyses de politiques cyclistes, on ne voit augmenter l'utilisation du vélo de manière significative que si des dépenses publiques régulières et importantes sont consenties, et en dessous de 11 € par an par habitant, il y a peu de changements importants. En Wallonie, les investissements ont plus que doublé dans les années 2011-2012 par rapport à la décennie précédente, date qui correspond à l'entrée en vigueur du Plan Wallonie cyclable. Dans les communes pilotes de ce plan (dont Liège fait partie), l'investissement double encore par rapport au reste de la Wallonie. Malgré tout, ces investissements restent encore nettement inférieurs à ceux réalisés en région flamande, qui sont eux-mêmes nettement plus faibles que ceux réalisés aux Pays-Bas (Van Zeebroeck et al., 2014).

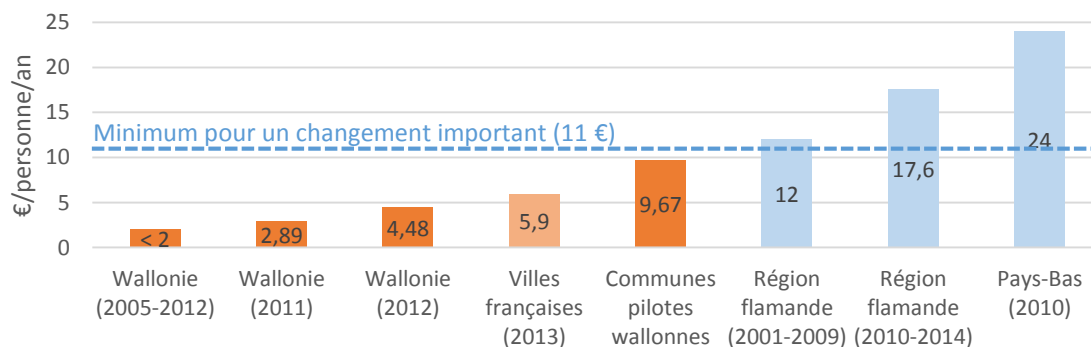


Figure 10. Comparaison des dépenses publiques pour le vélo utilitaire (Deuse d'après Van Zeebroeck et al., 2014)

3. LE VÉLO ÉLECTRIQUE : UN NOUVEAU MODE DE TRANSPORT ?

3.1 QU'EST-CE QU'UN VÉLO ÉLECTRIQUE ?

3.1.1 TYPES ET LA LÉGISLATION

Le vélo électrique, ou plus exactement le vélo à *assistance* électrique, entre dans la catégorie des deux-roues électriques. Un « deux-roues électrique » est défini comme un véhicule à deux roues fonctionnant au moyen d'un moteur électrique, seul ou en combinaison avec la force humaine (Weiss et al., 2015). La littérature (par ex. Liu et al., 2015 ; Popovich et al., 2014 ; Weinert & VanGelder, 2009 ; Weiss et al., 2015) distingue généralement trois types de deux-roues électriques selon le mode d'assistance, la vitesse maximale qu'ils peuvent atteindre, et la puissance nominale continue maximale :

- les vélos à assistance électrique type « Pedelec » (*pedal electric cycle*) ;
- les vélos électriques type « S-Pedelec » (*speed Pedelec*) et les mobylettes électriques ;
- les motos électriques.

Si tous les auteurs s'accordent pour dire que la vitesse et la puissance du moteur augmentent en fonction du type de deux-roues, les valeurs limites entre les types varient selon les sources (elles sont notamment sensiblement plus basses dans les classifications chinoises). De la même façon, les auteurs s'accordent pour dire que le premier type fonctionne obligatoirement en combinaison avec la force humaine (c'est-à-dire que les pédales doivent obligatoirement être actionnées pour mettre le moteur en marche) et le dernier type au moyen d'un moteur seul, mais il ne semble pas toujours y avoir de consensus quant au type intermédiaire.

La législation belge nous apporte quelques précisions. Bien qu'il n'existe pas de réglementation spécifique aux vélos électriques (D.A.S. Protection Juridique, 2015), les différents types de deux-roues électriques sont associés à un mode de transport déjà défini dans la législation, et doivent donc respecter les réglementations relatives à celui-ci. Tout comme dans la littérature, la classification est faite selon le mode d'assistance, selon la vitesse maximale (pour un moteur électrique en combinaison avec la force humaine, il s'agit de la vitesse à laquelle le moteur se coupe et non la vitesse maximale du véhicule) et selon la puissance nominale continue maximale. Le Tableau 3 synthétise cette classification sur base d'informations trouvées sur divers sites web.

Le code de la route précise les diverses obligations pour chaque mode de transport (type de permis, port du casque, âge minimum, immatriculation, assurance, etc.). Seul le premier type de deux-roues Tableau 3 est légalement associé à un vélo et jouit des mêmes règles : son conducteur est un usager faible au même titre qu'un cycliste classique et doit se comporter dans la circulation comme celui-ci, il n'est pas obligé de porter un casque, ni de souscrire une assurance, et ne doit être titulaire d'aucun permis spécifique (D.A.S. Protection Juridique, 2015 ; Police Centrex Circulation Routière, s.d.).

Notons que cela n'est pas valable qu'en Belgique, mais est également vrai dans toute l'Union Européenne, où le vélo à assistance électrique est défini comme un vélo avec une assistance électrique aux pédales de 0,25 kW maximum qui se coupe lorsque la vitesse de 25 km/h est atteinte et est réglementé comme un vélo classique (par ex. Dozza et al., 2015 ; Ji et al., 2014 ; Roetynck, 2010 ; Vlakveld et al., 2015).

Vitesse	Puissance nominale continue	Moteur électrique en combinaison avec la force humaine	Moteur électrique seul
< 25 km/h	< 0,25 kW	Cycle ³ (généralement appelé pedelec) = vélo électrique dans ce travail	Cyclomoteur de classe A
25-45 km/h	0,25-4 kW	Cyclomoteur de classe B (généralement appelé s-pedelec)	Cyclomoteur de classe B
> 45 km/h	> 4 kW		Motocyclette

Tableau 3. Classification des deux-roues électriques selon la législation belge (Deuse d'après Code de la Route.be., 2007 ; D.A.S. Protection Juridique, 2015)

Dans la suite de ce travail, le terme « vélo électrique » ne comprendra que cette première catégorie de deux-roues électriques. Plus exactement il faudrait parler de « vélo à *assistance* électrique », nous ferons cependant l'économie de ces deux mots, comme dans le langage courant.

3.1.2 COMPOSITION ET TECHNOLOGIE D'UN VÉLO ÉLECTRIQUE

GÉNÉRALITÉS

Tous les types de deux-roues électriques possèdent une technologie très similaire. Les principaux composants d'un vélo électrique sont le moteur, la batterie et le contrôleur (qui permet de réguler les différents composants), accompagnés, dans le cas du vélo, d'un capteur de mouvement (détecteur) et, éventuellement, d'un boîtier de commande au guidon (display) (Figure 11) (Cherry et al., 2016 ; Ji et al., 2014 ; Weinert & VanGelder, 2009).



Figure 11. Technologie d'un vélo électrique (km10.be., s.d.)

La plupart des vélos électriques sur le marché européen sont identiques à un vélo classique au premier regard car les composants sont intégrés dans le design du vélo. Le moteur ne mesure approximativement que 15 cm de diamètre et est monté sur le moyeu de la roue avant ou arrière ou sur le pédalier, tandis que la batterie peut être intégrée dans le porte-bagages ou le long du cadre (Dozza et al., 2015 ; Ji et al., 2014). Tous les autres composants habituels d'un vélo

³ Conformément à l'article 2.15.1 de l'AR du 1er décembre 1975 (modifié le du 15 mars 2007) :

« Le terme « Cycle » désigne tout véhicule à deux roues ou plus, propulsé à l'aide de pédales ou de manivelles par un ou plusieurs de ses occupants et non pourvu d'un moteur, tel qu'une bicyclette, un tricycle ou un quadricycle. L'adjonction d'un moteur électrique d'appoint d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kW, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint la vitesse de 25 km/h, ou plus tôt si le conducteur arrête de pédaler, ne modifie pas la classification de l'engin comme cycle ».

classique (cadre, freins, selle, guidon, boîtier de vitesse, etc.) sont identiques pour un vélo électrique, si ce n'est qu'un certain renforcement est requis pour résister aux forces supplémentaires exercées grâce à l'assistance électrique (Roetynck, 2010).

Si les vélos électriques sont souvent vendus tels quels, notons qu'il est toutefois possible de transformer un vélo classique en vélo électrique à l'aide d'un kit de conversion (Popovich et al., 2014).

Intéressons-nous maintenant d'un peu plus près à certains de ces composants. À ce niveau, la littérature européenne est encore pauvre en informations, c'est pourquoi les données présentées ci-après proviennent en partie de sites commerciaux.

DÉTECTEUR

Le fonctionnement d'un vélo électrique est simple : lorsque le capteur de mouvement situé dans le pédalier détecte un mouvement, l'assistance se met en marche grâce au moteur. Deux grands types de détecteurs existent : les capteurs de rotation ou les capteurs de pression.

Le capteur de rotation est le plus simple et donc aussi le moins cher. Avec ce système, l'assistance se met en route lorsqu'une rotation est détectée dans les pédales, mais l'assistance reste identique quel que soit l'effort appliqué. Pour que l'assistance se mette en route, il faut généralement attendre un demi-coup de pédales, et il y a une sensation d'à-coup lors du démarrage (Holland Bikes, s.d. b,c).

Le capteur de pression est plus sophistiqué, plus puissant et donc plus cher. Avec ce système, l'assistance s'adapte à la force appliquée sur les pédales : plus on met de pression sur les pédales, plus on a d'assistance, ce qui peut se révéler très utile et beaucoup plus confortable dans les montées par exemple. Par rapport aux capteurs de rotation, ce système est beaucoup plus fluide, l'assistance est instantanée, et il n'y a pas de sensation d'à-coup puisque l'assistance est délivrée progressivement selon la force appliquée (Holland Bikes, s.d. b,c).

Les vélos électriques de haute qualité combinent généralement les différents types de capteurs (Holland Bikes, s.d. b,c).

MOTEUR

La majorité des moteurs utilisés sont des moteurs sans balais (*brushless motor*) fonctionnant avec un courant continu. Typiquement, la puissance du moteur est située entre 150-180 W et 250 W (limite légale). Pour comparaison, la puissance d'un moteur d'une voiture électrique est comprise en 50 et 100 kW (Roetynck, 2010 ; Weinert & VanGelder, 2009; Weiss et al., 2015).

Comme nous l'avons déjà mentionné ci-dessus, le moteur peut être placé sur le moyeu de la roue avant ou arrière ou sur le pédalier. Un moteur moyeu arrière est la solution la plus logique (dynamique semblable à un vélo classique) et permet une association facile au dérailleur. Un moteur moyeu avant est plus simple à concevoir et à installer, toutefois il modifie la dynamique du vélo par rapport à un vélo classique, et le risque de dérapage est légèrement plus grand en raison d'un manque d'adhérence entre la roue avant et le sol. Il a cependant l'avantage de répartir les masses de manière optimale sur le vélo ce qui augmente la stabilité. Un moteur sur le pédalier permet habituellement une motorisation plus puissante, mais est également plus coûteux. Il s'adapte aussi au rythme du pédalage, ce qui donne à l'utilisateur une sensation plus proche d'un vélo classique (ECOX.fr, s.d. ; Holland Bikes, s.d. c ; Schepers et al., 2014 ; Roetynck, 2010).

Notons finalement que sur de nombreux modèles, le moteur peut fournir une assistance plus ou moins importante en fonction du choix de l'utilisateur (via le display) (Association AVEM, 2010).

BATTERIE

On distingue aujourd'hui trois grandes familles de batteries : les batteries au plomb, les batteries au lithium-ion (Li-ion) et les batteries au nickel-métal hydride (Ni-Mh), dont les caractéristiques sont résumées dans le Tableau 4 sur base de différentes sources.

La batterie représente approximativement 30 à 50 % du prix du vélo électrique (Vélo Electrique Attitude, s.d). En Chine, 95 % des vélos électriques utilisent des batteries au plomb car ce sont les moins chères. En Europe au contraire, presque toutes les batteries sont aujourd'hui des batteries Li-ion ou Ni-Mh. Ces batteries sont nettement plus chères mais également plus performantes (Roetynck, 2010 ; Weiss et al., 2015).

Une des différences majeures entre les types de batteries est leur capacité de stockage de l'énergie : avec une densité d'énergie plus élevée, les batteries Li-ion et Ni-Mh permettent de réaliser des batteries plus puissantes, plus légères et plus petites que les batteries au plomb (Roetynck, 2010 ; Wei, 2013 ; Weinert et al., 2007a). Leur durée de vie est également significativement plus longue. Celle-ci est habituellement exprimée en nombre de cycles de charge, mais il est à noter qu'indépendamment de l'utilisation, la durée de vie des batteries est aussi limitée dans le temps : après 5 ans environ, les performances chutent significativement et il faut penser à remplacer la batterie (Roetynck, 2010). Toutefois, le remplacement d'une batterie est standard (ce qui n'est pas toujours le cas pour les autres types de deux-roues électriques) (Weiss et al., 2015).

	Batterie au plomb	Batterie Ni-Mh	Batterie Li-ion
Densité d'énergie	30 – 70 Wh/kg	~ 90 Wh/kg	120 – 150 Wh/kg
Durée de vie	200 – 400 cycles	~ 500 cycles	500 – 1500 cycles
Mémoire de charge	Non	Oui	Non
Sensibilité au froid	Importante	Importante	Très faible
Sensibilité à l'autodécharge	Importante	Importante	Faible
Recyclage	Difficile	Facile	Facile
Prix	80 – 200 €	200 – 400 €	300 – 500 € et plus

Tableau 4. Caractéristiques des différents types de batteries (Deuse d'après Association AVEM, 2010 ; Roetynck, 2010 ; Vélo Electrique Attitude, s.d ; Wei, 2013 ; Weinert et al., 2007a)

Une batterie est caractérisée notamment par deux paramètres auxquels il faut prêter attention selon l'usage : la tension (V), qui reflète l'importance de l'assistance, et l'ampérage (Ah), qui reflète l'autonomie (Roetynck, 2010). Typiquement, la tension de la batterie d'un vélo électrique est de 36 V mais elle peut descendre à 24 V (ou monter à 48 V dans le cas d'un cyclomoteur électrique), et l'ampérage est de 12 Ah mais il varie entre 7 et 14 Ah (Decathlon, s.d. b).

La puissance nominale (Wh) fournie par la batterie (capacité de la batterie) est le produit de la tension par l'ampérage (Roetynck, 2010) ; elle est habituellement comprise entre 200 et 600 Wh (Weinert & VanGelder, 2009 ; Weiss et al., 2015). Lorsque cette puissance dépasse 250 Wh (limite légale), elle est bridée électroniquement et le surplus de puissance se reporte sur une plus grande autonomie de la batterie (Vélo Electrique Attitude, s.d.).

La distance pouvant être parcourue avec une charge complète dépend strictement de la capacité de la batterie. Pour maintenir une vitesse de 15 km/h sur un vélo électrique, Roetynck (2010) estime que le cycliste moyen utilise 100 W. Pour rouler pendant deux heures ou pour parcourir 30 km, il aura donc besoin d'une batterie d'une capacité de 200 Wh. Mais cette autonomie varie également en fonction du terrain, de la vitesse, de l'âge de la batterie, de l'utilisateur, etc. (Roetynck, 2010). Aujourd'hui, la majorité des vélos en vente sur le marché assurent une autonomie de minimum 30

km qui dans les meilleurs cas monte jusqu'à 120 km (par ex. Decathlon, s.d. b ; Popovich et al., 2014 ; Weinert & VanGelder, 2009 ; Wolf & Seebauer, 2014).

Cette autonomie permet d'effectuer la plupart des trajets quotidiens sans dépendre de stations de recharge publiques et donc de prévoir la recharge de la batterie uniquement pendant la nuit, lorsque l'électricité est la moins chère (Langford et al., 2015 ; Wolf & Seebauer, 2014 ; Zhen et al., 2006). Notons qu'un vélo électrique fonctionne exactement de la même façon qu'un vélo classique lorsque le moteur n'est pas utilisé (Popovich et al., 2014). À condition d'avoir la condition physique nécessaire (le vélo électrique étant nettement plus lourd qu'un vélo classique, voir « 3.4 Risques et désavantages – 3.4.3 Poids » p. 36), rien n'empêche donc de tout de même continuer à rouler une fois la batterie plate (Wolf & Seebauer, 2014).

Le temps de charge de la batterie varie en fonction de la capacité de la batterie et de l'efficacité du chargeur, et est typiquement compris entre 3 et 8 heures (Decathlon, s.d. b ; Roetynck, 2010 ; Weinert & VanGelder, 2009 ; Weiss et al., 2015). Le chargement se fait toujours à partir d'une prise de courant classique (Weinert & VanGelder, 2009), beaucoup de batteries sont portables et peuvent être détachées du vélo, de manière à pouvoir être rechargées n'importe où, ce qui présente l'avantage de ne pas exiger de nouvelles infrastructures (Cherry, 2007). La quantité d'électricité nécessaire pour recharger un vélo est faible, plus faible même que la consommation d'un ordinateur (Sibelga, 2016). Selon diverses estimations, la recharge complète de la batterie ne coûte que quelques cents, et le coût des recharges sur une année entière ne dépasse pas quelques euros (Cyclable, 2013 ; Holland Bikes, s.d. a ; NYCeWheels, s.d.). Finalement, notons que certains modèles disposent d'une dynamo qui recharge la batterie lors du pédalage ou en descente, mais le gain d'énergie est minime (Association AVEM, 2010).

En matière de performances, de prix ou d'autonomie, notons finalement que par rapport aux autres véhicules électriques, le vélo souffre de moins de problèmes de batterie, qui constituent actuellement un des obstacles majeurs à l'adoption des véhicules électriques (Franke & Krems, 2013). Vis-à-vis de l'adoption générale des véhicules électriques, l'adoption du vélo est importante à ce point de vue car la croissance de ce marché entraîne le développement des autres véhicules électriques (tels que les voitures) en améliorant le prix et la performance des batteries et en permettant plus de standardisation (Weinert & VanGelder, 2009).

3.2 CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES

L'électrification progressive des modes de transport est une stratégie supportée par les scientifiques, les politiques et les experts de l'industrie afin de réduire la dépendance au pétrole, les émissions de dioxyde de carbone et la pollution de l'air en ville (par ex. European Commission, 2012b ; IEA, 2009).

L'ajout d'un moteur et d'une batterie rend cependant légitime la question de la durabilité du vélo électrique par rapport à d'autres modes de transport durables tels que le vélo classique ou le bus. Nous comparons dans cette partie la consommation d'énergie et l'émission de gaz à effet de serre et d'autres polluants du vélo électrique par rapport à d'autres modes de transport.

Parmi tous les modes de transport électriques, le vélo électrique est le plus économe en énergie. De façon plus générale il a une meilleure performance énergétique que tous les autres modes de transport motorisés, bus y compris, lorsqu'on considère le cycle de vie complet (Figure 12).

La quantité d'énergie nécessaire et la comparaison aux autres modes de transport dépend des limites du système. Peu importe le type d'analyse, le vélo électrique garde la consommation d'énergie la plus basse par rapport à tous les autres modes de transport motorisés. Les autres deux-roues électriques ont une performance proche de celle du vélo électrique dans une analyse « du réservoir à la roue » (*tank to wheel*), mais ces bénéfices diminuent lors d'une analyse « du puits à la roue » (*well to wheel* ; analyse où sont considérés en plus l'extraction, la conversion et le transport de l'énergie) ou d'une analyse en cycle de vie (analyse où sont considérées en plus la production du véhicule, sa durée de vie, etc.) (Weiss et al., 2015).

Ces résultats correspondent approximativement aux chiffres avancés par d'autres auteurs, notamment Cherry et al. (2009) réalisant aussi une comparaison en cycle de vie de divers modes de transport, ou par exemple Ji et al. (2012) et Weinert & VanGelder (2009) avançant respectivement qu'un vélo électrique consomme environ 1,8 kWh/100km, ce qui correspond à un dixième de la consommation d'une voiture électrique, et que les deux-roues motorisés traditionnels consomment 2 à 7 fois plus d'énergie que les deux-roues électriques.

Les consommations de la voiture, du bus et du train citées par Weiss et al. (2015) sont quant à elles cohérentes avec les résultats apportés par Figueroa et al. (2014) et Marique & Reiter (2012) qui ont été présentés précédemment (p. 5).

Suivant le type d'analyse et les hypothèses considérées, le vélo électrique consomme approximativement de 12 à 40 fois moins d'énergie qu'une voiture traditionnelle et de 5 à 30 fois moins d'énergie qu'un bus.

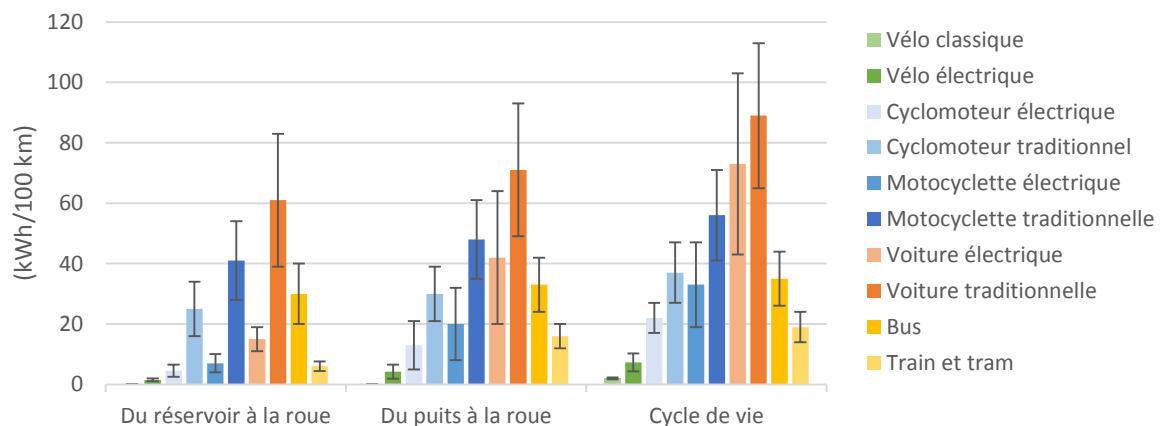


Figure 12. Comparaison de la consommation d'énergie de différents modes de transport (Deuse d'après Weiss et al., 2015)

Au niveau des émissions de gaz à effet de serre (Figure 13), le vélo électrique a également une meilleure performance que tous les autres modes de transport motorisés (Cherry et al., 2009). Tout comme pour la consommation d'énergie, la quantification de ces émissions dépend du type d'analyse. De façon générale, les émissions de gaz à effet de serre suivent la même logique que la consommation d'énergie (Weiss et al., 2015).

Cependant, suivant les sources d'électricité, la quantité d'émissions peut varier de façon importante. Par exemple, l'intensité carbone de la génération d'électricité s'élève à 1059 g CO₂/kWh en Estonie où l'électricité est principalement produite à partir de charbon mais est de 0 g CO₂/kWh en Islande où elle provient de centrales hydrauliques. Dans l'Europe des 27, l'intensité carbone s'élève en moyenne à 442 g CO₂/kWh, ce qui correspond à 40 % de moins qu'en Chine, où elle s'élève à 790 g CO₂/kWh (IEA, 2012).

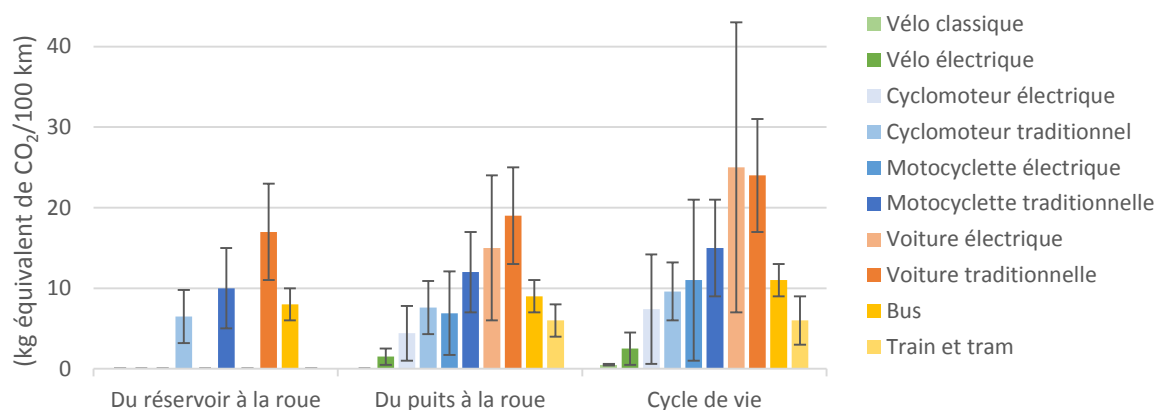


Figure 13. Comparaison des émissions de CO₂ de différents modes de transport (Deuse d'après Weiss et al., 2015)

Le Tableau 5 indique la quantité d'émissions de CO₂ selon la source d'énergie. Le dé-carbonisation de la génération d'électricité peut donc réduire de façon importante les émissions des véhicules électriques en analyse de cycle de vie (Weiss et al., 2015).

En Belgique, le mix énergétique se compose pour la moitié d'énergie nucléaire, pour plus d'un tiers d'énergie fossile, et d'énergies renouvelables (éolien, hydraulique et photovoltaïque) pour le reste (Lepage, 2016). Au vu du Tableau 5, on peut donc s'attendre à une intensité carbone au maximum égale à la moyenne européenne.

Source d'énergie	Émissions de CO ₂ (g/kWh)
Éolien	9 – 25
Hydraulique	8 – 33
Photovoltaïque	50 – 60
Nucléaire	3,5 – 100
Biomasse	0 – 540
Gaz	350 – 450
Charbon	850 – 1000

Tableau 5. Émissions de CO₂ selon la source d'énergie (Deuse selon Roetynck, 2010)

Au niveau des émissions d'autres polluants, les résultats présentés ci-dessous (Figure 14) proviennent d'études réalisées en Chine, des chiffres n'ayant pas pu être trouvés pour l'Europe.

Le vélo électrique et les autres types de deux-roues électriques ont des performances nettement meilleures que les motos et voitures traditionnelles quant aux émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures, d'oxyde de nitrogène et de particules fines. Par rapport au bus cependant, seules les émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures sont plus faibles pour les deux-roues électriques. Les performances des deux-roues électriques sont moins bonnes quant aux émissions de dioxyde de soufre. Cela s'explique par le fait qu'en Chine, 75 % de l'électricité provient de la combustion de charbon, une des principales sources de dioxyde de soufre. Des résultats plus positifs peuvent donc être attendus en Europe. L'impact environnemental le plus critique des deux-roues électriques réside dans les émissions de plomb, dues à la production, au recyclage et à l'élimination des batteries au plomb, qui sont les batteries les plus utilisées en Chine. En Europe cependant, la pollution due au plomb n'est pas un problème, simplement car les batteries au plomb ne sont plus utilisées et que les deux-roues électriques sont équipés de batteries Li-ion ou Ni-Mh (Cherry et al., 2009 ; Weinert & VanGelder, 2009).

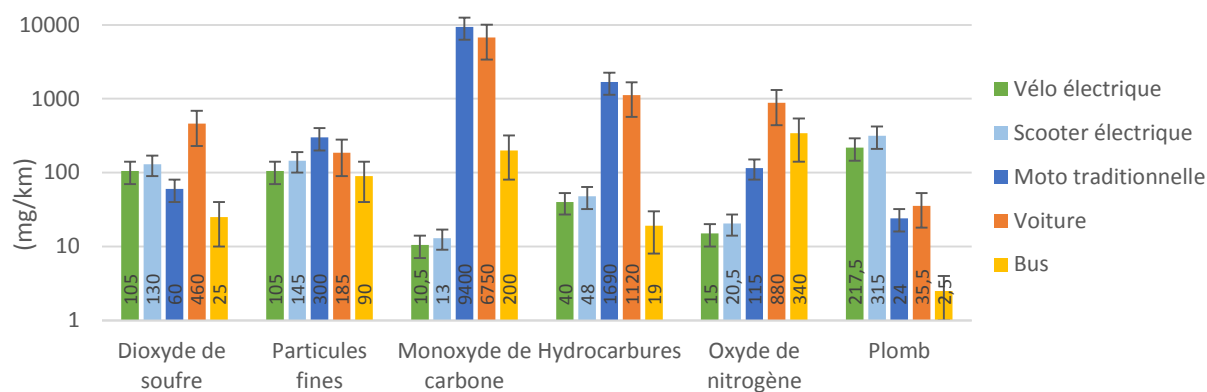


Figure 14. Comparaison des émissions de polluants de différents modes de transport (Deuse d'après Cherry et al., 2009)

Notons que les émissions des deux-roues électriques peuvent être améliorées en choisissant comme source d'électricité le gaz naturel ou des énergies renouvelables à la place du charbon par exemple, ou en améliorant le traitement des fumées à la sortie des centrales (Cherry, 2007 ; Cherry et al., 2009 ; Ji et al., 2012).

Finalement, il est important de souligner que les émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants ont lieu aux centrales électriques. Les impacts environnementaux sont donc déplacés des véhicules-mêmes, nombreux et difficiles à contrôler, à des points plus concentrés, principalement situés en dehors des zones urbaines. Cela permet de réduire l'exposition de la population aux émissions et par conséquent diminue les impacts négatifs sur la santé des systèmes de transport (Cherry, 2007 ; Ji et al., 2012).

Bien que plus faibles que ceux générés par tout autre mode de transport motorisé, les impacts environnementaux du vélo électrique ne sont toutefois pas inexistantes. Par rapport aux modes traditionnels, les impacts environnementaux sont transférés de l'utilisation du véhicule à sa production, son traitement en fin de vie et la production d'électricité (Weiss et al., 2015). La production et le recyclage des batteries est un défi environnemental auquel le vélo électrique continue à faire face (van der Kuip et al., 2013). En Chine par exemple, la production d'une batterie au plomb nécessite 2 à 8 kWh d'énergie, doublant presque l'énergie nécessaire à la fabrication du vélo sans la batterie (7,1 kWh). De façon générale, la phase de production des véhicules compte pour plus de la moitié de la consommation d'énergie en cycle de vie. La production d'électricité pour son utilisation, bien que décentralisée n'est pas non plus sans impacts environnementaux, et les pertes de conversion peuvent atteindre jusqu'à 70 % si l'électricité est dérivée de combustibles fossiles (Cherry, 2007 ; Cherry et al., 2009 ; Weiss et al., 2015).

En conclusion, nous retiendrons que le vélo électrique a de meilleures performances environnementales que tous les autres modes de transport motorisés au niveau de presque tous les indicateurs, et, par rapport au vélo classique et aux transports en commun, des modes de transport durables, le vélo électrique se situe bien (Cherry et al., 2009), mais qu'il reste encore de la place pour diverses améliorations.

3.3 AVANTAGES PAR RAPPORT AU VÉLO CLASSIQUE

3.3.1 AVANTAGES CONSERVÉS

Parmi les raisons énumérées ci-dessus poussant à utiliser le vélo comme mode de transport, nombreuses sont celles qui restent évidemment valables pour le vélo électrique (par exemple vis-à-vis de l'espace et des investissements requis pour les infrastructures, de la pollution sonore ou visuelle, de son impact sur la congestion, etc., voir « 1.2 Avantages du vélo », p. 7) (Cherry, 2007 ; Gojanovic et al., 2011 ; Ji et al., 2012).

Nous venons notamment de montrer que malgré l'ajout du moteur et de la batterie, le vélo électrique reste un mode de transport durable qui consomme très peu d'énergie et produit très peu d'émissions.

Toutefois, la technologie électrique peut encore questionner la conservation des bénéfices liés à la santé. Malgré la réduction de l'effort à fournir grâce à l'assistance électrique, les bénéfices relatifs à la santé restent aussi présents dans l'utilisation du vélo électrique (par ex. Gojanovic et al., 2011 ; Louis et al., 2012). En effet, une étude a montré que l'effort requis par le vélo électrique était suffisant pour atteindre les standards d'activité physique prescrits par l'*American College of Sports Medicine* pour les adultes (Simons et al., 2009). De plus, au niveau de la santé publique, c'est en passant de l'inactivité à une activité physique modérée que les améliorations les plus importantes peuvent avoir lieu (Gojanovic et al., 2011 ; Pate et al., 1995). Par conséquent, une substitution de la voiture par le vélo électrique aurait un impact très bénéfique au niveau de la santé publique (Popovich et al., 2014). Dans des contextes plus particuliers, certains auteurs annoncent que des bénéfices liés à la santé peuvent être observés même chez des utilisateurs échangeant un vélo classique pour un vélo électrique car la fatigue musculaire et le stress physiologique sont moindres (Theurel et al., 2012).

3.3.2 DÉTERMINANTS AMÉLIORÉS

La réduction de l'effort à fournir par rapport au vélo classique est la principale caractéristique du vélo électrique, et cela permet d'améliorer de nombreux déterminants de l'utilisation du vélo.

Tout d'abord, vis-à-vis de l'**attitude face au sport**, si c'est le plaisir de rouler à vélo et de faire du sport qui motive les cyclistes classiques, le vélo électrique est au contraire attractif car il permet de ne pas faire un effort trop important et donc d'arriver à destination moins fatigué et moins transpirant (Kairos, 2010). Grâce à l'assistance électrique, le vélo électrique est plus facilement utilisé que le vélo classique par des personnes avec des limitations physiques, et pour des personnes n'ayant pas déjà une condition physique suffisante, le vélo électrique peut aussi servir de transition vers le vélo classique (Popovich et al., 2014).

Notamment, en limitant l'effort nécessaire pour pédaler et en allégeant les douleurs associées dans les muscles, les genoux ou le dos, le vélo électrique peut être plus facilement utilisé par des personnes âgées (Popovich et al., 2014), réduisant ainsi l'impact de l'**âge**.

C'est également un mode de transport autant apprécié par les femmes que par les hommes (Astegiano et al., 2015), ce qui n'est pas le cas du vélo classique, et le **sexe** devient ainsi un déterminant moins important.

L'assistance électrique permet d'aller plus vite pour moins d'effort, ce qui permet donc de réduire le temps du trajet et/ou d'augmenter la distance parcourue (Langford et al., 2015 ; Popovich et al., 2014), deux déterminants majeurs.

Au niveau de la **distance**, il est en effet montré que les déplacements à vélo électrique sont en moyenne plus longs qu'à vélo classique, pour moins de fatigue et de transpiration (Ahrens et al., 2013 ; Cherry et al., 2016 ; Langford et al., 2015). Aux Pays-Bas par exemple, la distance moyenne d'un déplacement à vélo électrique (9,8 km) est 1,5 fois plus longue qu'à vélo classique (6,5 km) (Weiss et al., 2015) ; les résultats sont similaires en Chine avec des trajets de 9 à 32 % plus longs (Cherry, 2007 ; Weinert et al., 2007c). Selon Roetynck (2010), la distance maximale pour le déplacement domicile-travail est de 7 km à vélo classique mais monte jusqu'à 15 km à vélo électrique.

Au niveau du **temps de trajet**, un gain de temps est un déterminant important de l'utilisation du vélo électrique par rapport au vélo classique, mais également par rapport à d'autres modes de transport, puisque dans de nombreux cas et de façon plus importante que le vélo classique, le vélo électrique est plus rapide que les transports en commun, notamment en zone urbaine ou pour de courts trajets (Cherry et al., 2016 ; Roetynck, 2010).

De nombreux auteurs ont étudié les vitesses moyennes des vélos classique et électrique, mais arrivent à des données relativement différentes. Ces données sont de plus difficiles à comparer entre elles car ces études ont eu lieu dans des pays différents, chacun ayant des conditions différentes concernant par exemple le trafic ou la population cycliste et des législations différentes sur la vitesse maximale sous laquelle un deux-roues est considéré comme un vélo électrique (Schleinitz et al., 2015).

Les auteurs trouvent par exemple une différence moyenne de 7 km/h entre les vélos classique et électrique en Chine (Lin et al., 2008), tandis qu'elle n'est que de 1 à 3 km/h aux Pays-Bas (De Waard, 2013 ; Van Boggelen et al., 2013). Il faut cependant savoir qu'en Chine certains types de scooters entrent dans la catégorie des vélos électriques, mais ont une vitesse moyenne nettement supérieure à ce qui est considéré en Europe comme un vélo électrique (Cherry & Cervero, 2007).

Deux études allemandes (Alrutz, 2013 ; Schleinitz et al., 2015) et une étude suédoise (Dozza et al., 2015) s'accordent sur une vitesse moyenne de 14 à 15 km/h pour le vélo classique, et de 17 km/h pour le vélo électrique, ce qui correspond à une différence de 2 à 3 km/h entre les vélos classique et électrique. Pour comparaison, une vitesse de 14,5 km/h pour le vélo classique et de 17 km/h pour le vélo électrique correspond à un gain de temps de 15 % ou de 9 minutes par heure pour une distance donnée, ou encore à un gain de distance de 17 % pour un temps donné. Roetynck (2010) est nettement plus positif et avance une vitesse moyenne de 17 km/h à vélo classique et de 20 à 24 km/h à vélo électrique.

Schleinitz et al. (2015) comparent les vitesses moyenne, minimale et maximale, en descente et en montée en fonction de l'âge de l'utilisateur (Figure 15). Peu importe qu'on soit en descente ou en montée et quel que soit l'âge du cycliste, les maxima atteints avec un vélo électrique sont toujours nettement plus hauts que ceux atteints avec un vélo classique, tandis que les minima restent relativement similaires. La différence de vitesse moyenne entre les vélos classique et électrique est plus grande chez les moins de 40 ans que dans les autres catégories d'âge, au point qu'un vélo électrique en montée est en moyenne plus rapide qu'un vélo classique en descente. Peu importe l'âge, on constate également qu'un vélo électrique est en montée plus rapide qu'un vélo classique au total.

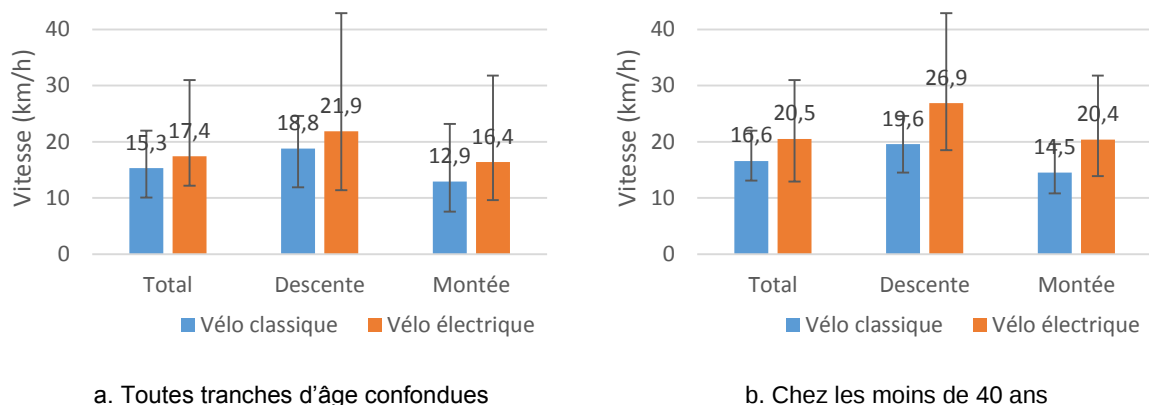


Figure 15. Comparaison des vitesses moyennes, minimales et maximales entre vélos classique et électrique (Deuse d'après Schleinitz et al., 2015)

Si nous avons vu précédemment que le type d'infrastructure et de revêtement de sol était d'une importance fondamentale pour la vitesse d'un vélo classique, il est important de préciser cela est d'autant plus vrai pour un vélo électrique. En effet, sur les pistes cyclables et les chaussées, les vitesses des vélos électrique et classique sont statistiquement différentes, mais elles ne le sont plus sur les places, sur les chemins en pavés, sur les chemins forestiers, etc., réduisant donc à néant un des avantages principaux du vélo électrique (Schleinitz et al., 2015).

Finalement, en plus d'être en moyenne plus rapide que le vélo classique, le vélo électrique permet également une accélération (départ à l'arrêt ou non) plus rapide et plus facile, améliorant encore le temps de parcours (Langford et al., 2015 ; Popovich et al., 2014). Ajoutons que maintenir une vitesse élevée est également plus facile (Popovich et al., 2014).

Grâce à la réduction de l'effort à fournir même en montée, le **relief** devient un déterminant beaucoup moins important. Le vélo électrique permet en effet de rouler confortablement en montée pour moins de fatigue et moins de transpiration (Ahrens et al., 2013 ; Langford et al., 2015).

Si le **climat** était déjà un déterminant un peu controversé pour le vélo classique, il l'est encore plus pour le vélo électrique. Par exemple, les participants d'une enquête en Californie affirment tous prendre plaisir à rouler en vélo électrique, même par temps particulièrement chaud ou venteux, à nouveau car ils ne doivent pas faire autant d'efforts que sur un vélo classique. La plupart ajoutent que les conditions météorologiques (sauf conditions extrêmes) n'influencent pas leur choix de se déplacer à vélo. Précisons cependant que de telles conclusions ne s'appliquent sans doute pas dans tous les pays (Popovich et al., 2014).

En résumé, tant qu'on continue à pédaler, il devient donc possible de maintenir une vitesse de 25 km/h, même en montée et lorsque le vent souffle dans la direction opposée (Dozza et al., 2015).

De plus, le transport d'un enfant ou de sacs de courses est facilité, puisque le poids ajouté sur le vélo est compensé par la force du moteur, d'autant plus que plusieurs producteurs développent aussi des vélos cargos électriques (Roetynck, 2010), et le **but ou la complexité du trajet** devient un déterminant de moindre importance.

Finalement, la réduction de l'effort nécessaire permet aux utilisateurs d'arriver à destination sans transpirer particulièrement et ils n'ont donc pas nécessairement besoin d'une douche, ce qui diminue les besoins des **installations** associées à l'utilisation du vélo (Roetynck, 2010).

3.3.3 EXTENSION DU MARCHÉ

Au vu des avantages cités ci-dessus, il semble donc que le vélo électrique parvienne à rencontrer certains freins à l'utilisation du vélo classique, et peut donc encourager une mobilité plus durable plus facilement et plus largement que le vélo classique pour deux raisons : *plus de personnes* sont de potentiels utilisateurs et, pour une même personne, *plus de déplacements* sont possibles (Astegiano et al., 2015 ; Langford et al., 2015 ; Popovich et al., 2014).

Le marché potentiel du vélo électrique est en effet étendu aux personnes réfractaires au vélo classique, qui ne peuvent ou ne veulent pas se déplacer à vélo classique (Dill & Rose, 2012 ; Ji et al., 2014). En plus de séduire de nouveaux utilisateurs, le vélo électrique reste aussi plus longtemps utilisé par ses adeptes, en effet de nombreux cyclistes classiques finissent par se tourner vers un autre mode de transport en vieillissant (Popovich et al., 2014).

Le fait de pouvoir parcourir une plus longue distance et de pouvoir surmonter le relief tout en faisant moins d'efforts est une énorme amélioration en termes d'accessibilité par rapport au vélo classique, qui peut même devenir supérieure à l'accessibilité en bus (par ex. Cherry & Cervero, 2007 ; Cherry & He, 2010 ; Lin et al., 2008 ; Montgomery, 2010). Le vélo électrique est donc une solution attractive pour les personnes habitant dans des lieux mal desservis par les transports en commun, et des études ont en effet montré un report modal dans de telles situations (Cherry et al., 2016).

En plus du fait de pouvoir parcourir de plus longues distances, des études ont montré que les utilisateurs d'un vélo électrique utilisent leur vélo plus souvent que les cyclistes classiques (Astegiano et al., 2015 ; Dill & Rose, 2012).

Tout cela laisse donc penser que le vélo électrique peut substituer de nombreux déplacements en voiture et donc contribuer à une mobilité plus durable (Popovich et al., 2014). Astegiano et al. (2015) vont jusqu'à dire que dans un futur proche, le vélo électrique est le meilleur moyen d'encourager un report modal de la voiture vers le vélo.

3.4 RISQUES ET DÉSAVANTAGES

3.4.1 IMAGE

Selon diverses enquêtes, le vélo électrique n'est pas vu comme un mode de transport adapté à tous. Une enquête allemande montre par exemple que le vélo électrique est vu comme un mode de transport ou un loisir mieux adapté pour les personnes âgées ou les personnes en mauvaise condition physique que pour le reste de la population (Hendriksen et al. 2008).

En Belgique, la perception des usagers potentiels du vélo électrique est un peu différente, et selon une enquête flamande, ce sont les navetteurs qui sont vus comme les usagers les plus typiques, mais ils restent directement suivis à nouveau par les personnes âgées et les personnes moins sportives qui veulent se mettre à l'exercice (Timmermans et al., 2003).

De plus, beaucoup de personnes semblent considérer le vélo électrique comme un loisir uniquement et non comme un mode de transport, tandis que d'autres le considèrent comme de la « triche » par rapport au vélo classique (Popovich et al., 2014).

Tout cela risque d'amener à divers stéréotypes empêchant le vélo électrique de se répandre plus largement comme mode de transport.

Toutefois l'image du vélo électrique est loin d'être uniquement négative, et avec des systèmes de promotion adaptés, l'image du vélo électrique pourrait au contraire jouer en sa faveur.

Une enquête montre par exemple que plusieurs personnes ayant acheté un vélo électrique pour le loisir et le sport finissent par l'utiliser comme mode de transport également après l'avoir trouvé pratique et agréable à conduire (Popovich et al., 2014).

D'autres enquêtes montrent que sans attrait particulier pour le cyclisme à la base, de nombreuses personnes soucieuses de réduire leur empreinte écologique ont finalement choisi le vélo électrique comme mode de transport (Johnson & Rose, 2013 ; MacArthur et al., 2014 ; Popovich et al., 2014).

Enfin, Popovich et al. (2014) suggèrent de plus que le réseau social et l'influence de nos connaissances jouent un rôle extrêmement important, la plupart des participants à leur enquête ayant affirmé avoir acheté un vélo électrique sur conseil d'un proche.

3.4.2 COUT

À cause de la batterie et du moteur, le prix d'achat du vélo électrique est nettement plus élevé que pour un vélo classique de qualité similaire, et cela semble être une des barrières principales à son adoption (Dill & Rose, 2012 ; Popovich et al., 2014 ; Rose, 2012).

Au travers du monde, les prix d'un vélo électrique varient de façon importante, allant de 100 € en Chine pour un vélo équipé d'une batterie au plomb jusqu'à 5600 € en Europe pour un vélo équipé d'une batterie au lithium (Weiss et al., 2015). Selon une enquête réalisée à Gand, le prix du vélo électrique reste toutefois accessible pour la classe moyenne belge (Astegiano et al., 2015), et si le vélo électrique est peut-être cher par rapport au vélo classique, il reste significativement moins cher que la voiture et la moto, et dans certains cas que les transports en commun, même en comptant le coût de remplacement de la batterie (Popovich et al., 2014 ; Weinert & VanGelder, 2009). Si on considère le temps de trajet comme un coût, le vélo électrique reste un des modes de transport les plus rentables (Cherry, 2007 ; Montgomery, 2010).

Mais le coût élevé du vélo électrique par rapport au vélo classique exacerbe aussi la crainte du vol (Popovich et al., 2014), et la présence de parkings vélos sécurisés devient un déterminant encore plus important que pour le vélo classique.

En réponse à ces différents problèmes, les systèmes de location semblent être une solution à investiguer. Ils permettent en effet de surmonter la barrière du prix en le répartissant dans le temps et sur de nombreux utilisateurs. Cela permet aussi d'introduire ce mode de transport à de nouveaux utilisateurs qui n'auraient autrement pas réalisé cet investissement (Ji et al., 2014). Si ces systèmes dépendent de stations de dépôt publiques, ils permettent aussi au cycliste de se décharger de la crainte de vol.

3.4.3 POIDS

À nouveau à cause de l'ajout de la batterie et du moteur, un vélo électrique est généralement plus lourd qu'un vélo classique (Popovich et al., 2014). Par exemple, le poids des vélos vendus aujourd'hui chez Decathlon est compris entre 14 et 19 kg pour un vélo classique et entre 23 et 28 kg pour un vélo électrique (Decathlon, s.d. a & b).

Lors d'une étude menée en Californie, presque tous les participants (et plus principalement les femmes et les personnes âgées) rapportent cela comme étant un problème car le vélo devient difficile à manœuvrer lorsque le moteur ne fonctionne pas, et soulignent qu'il est difficile de le porter pour le ranger (Popovich et al., 2014). Démarrer, s'arrêter, et stabiliser le vélo requiert également un pilotage plus difficile qu'à vélo classique (Kooijman et al., 2011).

3.4.5 AUTONOMIE DE LA BATTERIE

Bien que le vélo électrique puisse être utilisé de la même façon qu'un vélo classique lorsque le moteur ne fonctionne pas, le poids du vélo le rendant plus difficile à manœuvrer et le fait qu'il soit utilisé par des personnes parfois en moins bonne condition physique fait que l'autonomie de la batterie reste une inquiétude (Popovich et al., 2014).

Cette peur est toutefois quelque peu infondée puisque les batteries actuelles permettent une autonomie largement suffisante pour les trajets quotidiens (voir « Batterie », p. 27). Par ailleurs, la plupart des vélos électriques indiquent le niveau de charge de la batterie rendant le rechargement prévisible, et certains vélos sont même équipés d'une batterie de rechange (Roetynck, 2010).

3.4.6 SÉCURITÉ

En Europe, l'utilisation des vélos électriques augmente rapidement. Cela soulève d'importantes questions relatives à la sécurité (Dozza et al., 2015) : sont-ils compatibles avec les infrastructures et réglementations existantes ? Présentent-ils de nouveaux problèmes de sécurité ? Comment impactent-ils le trafic ?

Les divers avantages cités dans la partie précédente confèrent au vélo électrique une dynamique différente du vélo classique et il n'est pas toujours clair de savoir à quel point cela affecte le comportement des utilisateurs, principalement par rapport à la sécurité. Avec une utilisation grandissante, les vélos électriques changent la dynamique du trafic et donnent lieu à de nouvelles situations et interactions entre les usagers de la route. Plusieurs études tentent d'investiguer la sécurité, mais aujourd'hui peu de choses sont connues, particulièrement en Europe (Dozza et al., 2015 ; Langford et al., 2015). Les études rapportent de plus des résultats mitigés, il y a peu de consensus quant à savoir si le vélo électrique est intrinsèquement plus dangereux que les autres modes de transport (Cherry et al., 2016).

Il semble cependant que la sécurité soit le problème le plus important par rapport à la croissance du marché des deux-roues électriques au point qu'ils ont été interdits dans certaines villes en Chine (Cherry et al., 2016 ; Weinert & VanGelder, 2009).

La police de la route chinoise avance que les deux-roues électriques ont une conduite irrégulière dérangeant les automobilistes, et sont une menace pour les cyclistes classiques lorsque qu'ils roulent sur les pistes cyclables, entraînant de plus une mauvaise perception du vélo électrique par tous les autres usagers (Weinert & VanGelder, 2009). Bai et al. (2013) parlent d'un risque 1,4 fois plus élevé d'accident à un carrefour et Hu et al., (2014) rapportent que les accidents à vélo électrique sont plus graves qu'à vélo classique.

À Paris également, les deux-roues électriques sont associés à la fois à un plus grand nombre d'accidents et à des accidents plus graves (Weiss et al., 2015).

Aux Pays-Bas, Van Boggelen et al. (2013) relèvent un risque d'avoir un accident 30 % plus important chez les utilisateurs du vélo électrique que chez les utilisateurs du vélo classique. Schepers et al. (2014) trouvent des résultats similaires, mais au contraire de la Chine et de Paris, ils ne trouvent pas de différences de gravité entre les accidents à vélos électrique ou classique.

En Suisse, à l'opposé de ces derniers auteurs, Weber et al., (2014) rapportent que les utilisateurs d'un vélo électrique ne sont pas plus souvent impliqués dans un accident qu'un cycliste classique, mais que la proportion de blessés graves est légèrement plus élevée.

Notons toutefois que différentes études suggèrent que l'augmentation de la part modale des deux-roues électriques est inversement proportionnelle à l'augmentation du nombre d'accidents grâce à une prise de conscience par tous les usagers de la route (Weiss et al., 2015).

Différents paramètres peuvent expliquer une plus grande insécurité pour le vélo électrique que pour le vélo classique.

Au niveau des caractéristiques du vélo, comme nous l'avons déjà vu, le poids rend le vélo plus difficile à manœuvrer et à contrôler. Simplement monter et descendre du vélo est une source fréquente d'accidents chez les cyclistes plus âgés (Schepers et al., 2014). En cas d'obstacles (voiture garée sur une piste cyclable par exemple), la difficulté des manœuvres augmente aussi le risque d'accident (Dozza et al., 2015). La position de la batterie peut encore accentuer cela : plus le centre de gravité du vélo est bas, plus le vélo sera stable, par conséquent, placer la batterie au niveau du porte-bagages a plutôt tendance à déstabiliser le vélo (Roetynck, 2010).

Un autre paramètre est le type de traction du vélo : les vélos classiques jouissent tous d'une propulsion arrière, tandis que sur un vélo électrique, selon l'emplacement du moteur, la roue motrice peut être à l'avant ou arrière, ce qui donne au vélo une dynamique tout à fait différente. Notamment, la traction avant réduit les forces normales au contact entre la roue avant et le sol, ce qui augmente le risque de dérapage et rend le vélo plus difficile à équilibrer et à diriger dans les tournants (Schepers et al., 2014).

Le fait que le vélo électrique soit plus rapide que le vélo classique contribue à une probabilité plus importante d'avoir un accident (Schepers et al., 2014), la vitesse étant une cause importante des accidents de la route (Evans, 2004). Si cela apparaît comme une des causes les plus importantes de l'occurrence d'un accident (Dozza et al., 2015), il semblerait cependant que l'augmentation de vitesse n'implique pas de différences quant à la gravité des accidents à vélo électrique (Schepers et al., 2014). En effet, s'il est vrai que la vitesse augmente l'énergie transférée en cas d'accident et donc risque d'augmenter la gravité de l'accident (Schepers et al., 2014), cette différence ne devient importante qu'au-delà de 30 km/h (Kim et al., 2007), vitesse peu souvent dépassée en Europe au vu des réglementations. Notons que les mêmes conclusions ne peuvent pas être tirées pour la Chine : nous avons en effet vu qu'en raison de législations différentes sur le vélo électrique, la différence de vitesse par rapport au vélo classique est beaucoup plus importante, expliquant peut-être pourquoi Hu et al. (2014), ayant réalisé leur étude dans des villes chinoises, rapportent une différence de gravité entre les accidents à vélo classique ou électrique.

Les caractéristiques des utilisateurs peuvent également influencer les statistiques. Par exemple, aux Pays-Bas, les usagers du vélo électrique sont en moyenne plus âgés que les usagers du vélo classique (Van Boggelen et al., 2013), et sont donc plus susceptibles de garder des blessures plus longtemps (Li et al., 2003).

Les autres usagers de la route sont aussi parfois la source d'accidents. Dozza et al. (2015) et Popovich et al. (2014) montrent que les automobilistes et les piétons ont souvent une mauvaise estimation du comportement d'une personne à vélo électrique, principalement car ils sous-estiment sa vitesse. Cela est accentué par le fait qu'au premier coup d'œil, un vélo électrique et un vélo classique sont difficiles à distinguer.

Afin de prévenir les accidents à vélo électrique, différentes mesures peuvent être prises.

Par exemple, Parkin & Rotheram (2010) avancent que les pistes cyclables devraient être plus larges pour les vélos électriques puisqu'ils sont plus rapides, et Weiss et al. (2015) vont jusqu'à dire que les infrastructures pour vélos électriques devraient être séparées. D'autres auteurs (par ex. Schepers et al., 2014) considèrent cependant cette différence trop faible que pour justifier un aménagement différent.

Dozza et al. (2015) rapportent l'importance d'un éclairage adéquat pendant la nuit. À nouveau à cause d'une vitesse plus élevée et d'une manœuvrabilité plus difficile, le besoin en éclairage des

vélos électriques est accru par rapport au vélo classique car leur conducteur a besoin de voir plus loin.

Afin de rendre les autres usagers conscients de la présence des vélos électriques dans le trafic et de permettre de les distinguer d'un vélo classique, des réglementations quant à leur couleur, leur bruit, ou l'obligation de garder des phares allumés pourraient être une première étape (Dozza et al., 2015 ; Haworth, 2012).

Finalement, les différences dans le type d'infrastructures (présence de pistes cyclables ou non, et le fait qu'elles soient séparées des routes automobiles ou non), dans les réglementations sur le vélo électrique (vitesse maximale), ou encore dans la culture du vélo, créent des situations de conflits très différentes d'un pays à l'autre (Dozza et al., 2015). Malgré tout, l'insécurité est le risque le plus relayé dans la littérature concernant le vélo électrique, et cela semble être un des freins les plus importants pour la future croissance de ce marché. Il importe donc à chaque pays, voire à chaque ville, de réaliser sa propre étude quant à la sécurité du vélo électrique afin de pouvoir prendre les mesures adéquates.

3.5 LE MARCHÉ DU VÉLO ÉLECTRIQUE

3.5.1 HISTORIQUE ET CROISSANCE DU MARCHÉ

Dans les dernières années, le vélo électrique a émergé comme un nouveau mode de transport actif et durable (Langford et al., 2015). Dans l'histoire de la motorisation, c'est le mode de transport alternatif au pétrole qui a eu l'adoption la plus rapide (Cherry et al., 2016). Nous étudions dans ce chapitre l'histoire de cette adoption et la façon spectaculaire dont ce marché a évolué en seulement une vingtaine d'années.

Dans la littérature, et principalement pour la Chine, la distinction entre le vélo électrique tel que défini dans le chapitre précédent et les autres types de deux-roues électriques est rarement faite, et un terme est souvent utilisé pour l'autre. Gardons donc en tête que par extension, cela peut également être le cas pour ce chapitre. Toutefois, l'amalgame ne porte pas trop à conséquence car le vélo électrique est le type de deux-roues électriques le plus vendu au monde (Weiss et al., 2015).

Afin de prendre conscience de l'évolution du marché du vélo électrique au niveau international, une quinzaine de références sur la production, la vente et la flotte de vélos électriques ont été rassemblées dans le Tableau 6 et peuvent être appréciées de façon visuelle sur la Figure 16. Pour remettre ces nombres en contexte, le Tableau 7 (illustré à la Figure 17) compare le marché du vélo électrique aux marchés du vélo classique et des moto et scooter traditionnels.

Pays & Population⁴ (en millions)	Type	Année	Nombre absolu (en millions)	Nombre /1000 hab.
Chine 1376,049	Flotte	2007	30 à 45 (Weinert & VanGelder, 2009)	22 à 33
		2010	120 (Yao & Wu, 2012)	87
		2013	150 (Jamerson & Benjamin, 2013)	109
		2015	200 (China's e-bike committee, 2015)	145
	Production et vente	1980	0,01 à 0,02 (Weiss et al., 2015)	0,007 à 0,014
		1998	0,59 (CNLIC, 2013)	0,4
		1999	0,15 (CHR Metals, 2008)	0,11
		2003	3,6 (Zhen et al., 2006)	2,62
		2007	21 (CHR Metals, 2008)	15,26
		2012	28 (Weiss et al., 2015)	20,35
		2013	36,9 (CNLIC, 2013)	26,8
Japon 126,573	Production et vente	2003	0,25 (Zhen et al., 2006)	1,97
États-Unis 321,774	Production et vente	2003	0,15 (Zhen et al., 2006)	0,47
Europe 738	Production et vente	2003	0,1 (Zhen et al., 2006)	0,14
		2006	0,0875 à 0,15 (Dozza et al., 2015)	0,12 à 0,2
		2009	0,35 à 0,6 (Dozza et al., 2015)	0,47 à 0,81
		2010	0,499 (Bike Europe, 2013)	0,68
		2011	0,655 (Bike Europe, 2013)	0,89
		2012	0,7 à 1,2 (Dozza et al., 2015) 0,7382 (Bike Europe, 2013)	0,95 à 1,6 1
		2013	0,904 (Weiss et al., 2015)	1,2
Allemagne 80,689	Production et vente	2010	0,2 (Bike Europe, 2013)	2,48
		2011	0,31 (Bike Europe, 2013)	3,84
		2012	0,38 (Bike Europe, 2013)	4,71
		2013	0,41 (Weiss et al., 2015)	5,08
	Flotte	2014	1,6 (Zweirad-Industrie-Verband, 2014)	19,8
Pays-Bas 16,925	Production et vente	2010	0,166 (Bike Europe, 2013)	9,8
		2011	0,178 (Bike Europe, 2013)	10,5
		2012	0,171 (Bike Europe, 2013)	10,1
		2013	0,192 (Weiss et al., 2015)	11,3

Tableau 6. Flotte et vente de vélos électriques par an et par pays (Deuse d'après la littérature)

⁴ (United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, 2015)

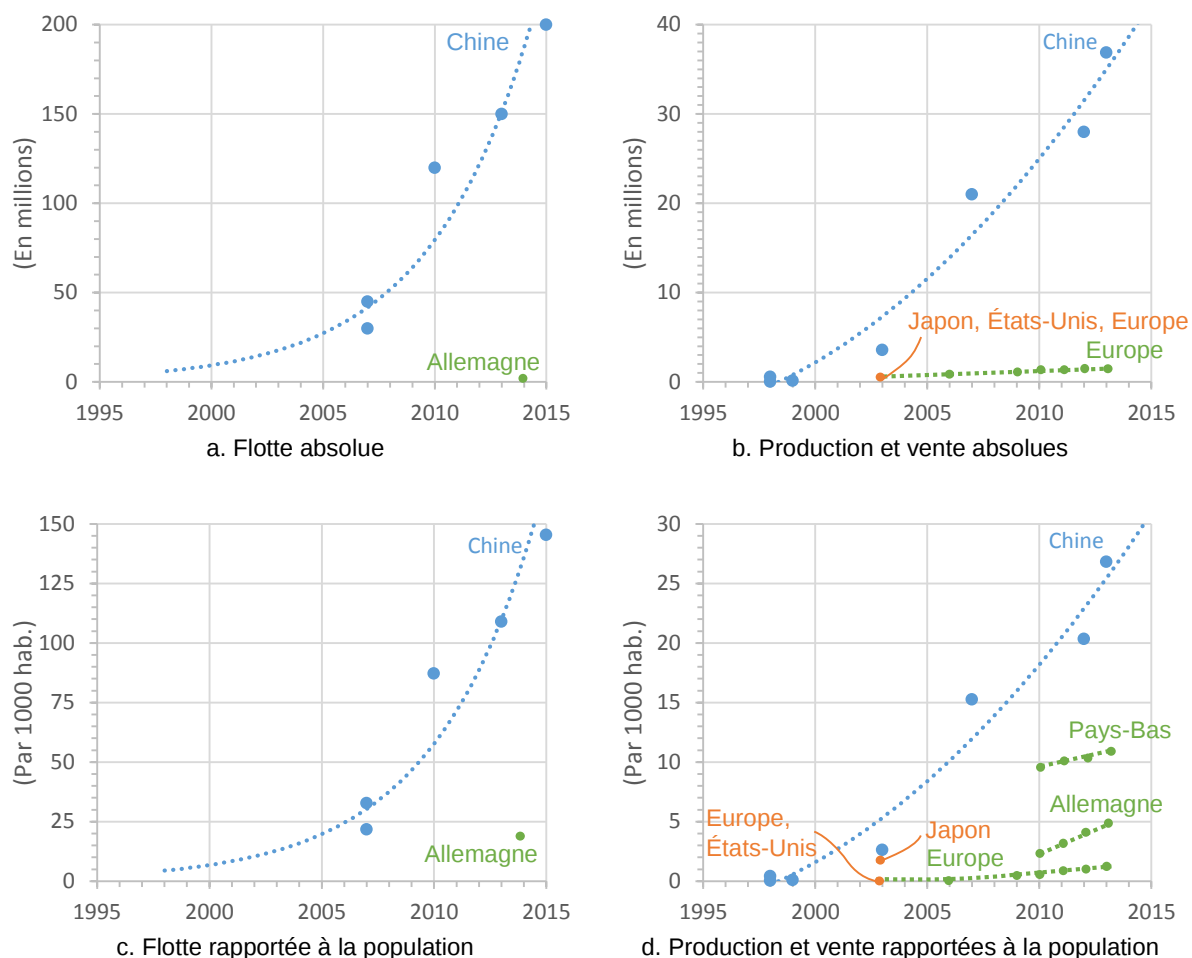


Figure 16. Flotte et vente de vélos électriques par pays et par année (Deuse d'après le Tableau 6)

	Flotte (en millions)	Vente (en millions)
Vélo classique	1000 (Worldometers, 2016)	100 (Weiss et al., 2015)
Scooter traditionnel	320 (IEA, 2010)	60 (Weiss et al., 2015)
Vélo électrique	150 (estimé d'après Weinert & VanGelder, 2009 ; Yao & Wu, 2012)	30 (estimé d'après Weinert & VanGelder, 2009 ; Weiss et al., 2015)

Tableau 7. Flotte et vente de deux-roues dans le monde en 2012 (Deuse d'après la littérature)

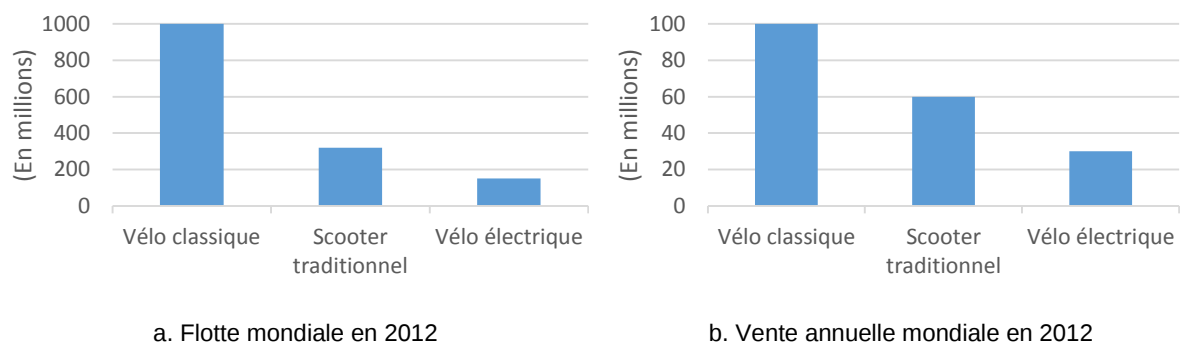


Figure 17. Flotte et vente de deux-roues dans le monde en 2012 (Deuse d'après le Tableau 7)

Les premiers deux-roues électriques ont émergé en Chine dans le début des années 1980 (Weiss et al., 2015). À cette époque cependant, leur prix élevé et les mauvaises performances des batteries les empêchent d'entrer sur le marché à une large échelle (Weinert et al., 2007b). Ce n'est qu'à la fin des années 1990 que les deux-roues électriques font réellement leur entrée sur le marché dans le sud de la Chine, et en seulement quelques années, leur popularité gagne le pays entier (Zhen et al., 2006). Les ventes ont alors commencé à croître de façon exponentielle (Ji et al., 2012 ; Weinert & VanGelder, 2009). Actuellement, la Chine est le leader sur le marché du vélo électrique (Astegiano et al., 2015), la majorité des deux-roues électriques y sont concentrés (96 % en 2009) (Weinert & VanGelder, 2009). En Chine, le vélo électrique s'est développé plus rapidement que n'importe quel autre mode de transport (CHR Metals, 2008 ; Liu et al., 2015), avec un taux de croissance annuel de 54 % en moyenne entre 1998 et 2013 (CNLIC, 2013), atteignant jusqu'à 86 % (Ji et al., 2012). En 15 ans, la production de vélos électriques est multipliée par 60 ! Dans de nombreuses villes chinoises, il y a actuellement plus de vélos électriques que de vélos classiques (Cherry et al., 2016).

Dans les dernières années, on observe toutefois de nouveaux marchés, petits mais grandissants, dans d'autres pays d'Asie (Japon et Inde), en Europe (principalement aux Pays-Bas et en Allemagne), aux États-Unis et en Australie (Astegiano et al., 2015 ; Dozza et al., 2015 ; Popovich et al., 2014 ; Weinert & VanGelder, 2009). Dans ces marchés, le type de deux-roues vendus se résume presque exclusivement au vélo électrique tel que défini au chapitre précédent (Weinert & VanGelder, 2009).

En Europe, les vélos électriques sont disponibles sur le marché depuis plus d'une dizaine d'années mais ce n'est que très récemment que leur nombre a commencé à devenir important (Dozza et al., 2015). En 2013, 5 % des vélos achetés étaient électriques, et la vente de vélos électriques comptait pour 2 % du marché mondial. À eux seuls, l'Allemagne et les Pays-Bas totalisent deux tiers des ventes en Europe (Weiss et al., 2015). Aux Pays-Bas, 20 % des vélos achetés sont électriques (COLIBI & COLIPED, 2014). La Belgique semble être le marché suivant le plus grand (Weinert & VanGelder, 2009).

Si l'utilisation des vélos électriques est en augmentation dans le monde entier (Popovich et al., 2014), c'est la Chine qui a connu la croissance la plus spectaculaire depuis la fin des années 1990 (Yang, 2010), et il convient d'en étudier les raisons. L'étude de l'histoire du marché des deux-roues électriques en Chine montre que cette croissance spectaculaire est principalement liée à des décisions politiques.

Avant la fin des années 1990, il y a eu plusieurs tentatives de commercialisation des deux-roues électriques, mais toutes ont échoué. Ce n'est que fin des années 1990 que le marché décolle, moment qui coïncide avec l'interdiction des scooters et motos traditionnels dans de nombreuses villes (Weinert et al., 2007b ; Weinert et al., 2008). Bien qu'à cette époque certains modèles de vélos électriques s'apparentaient en réalité beaucoup plus à des « scooters aux pédales décoratives », ils étaient légalement considérés comme des véhicules non motorisés et étaient donc exempts de cette interdiction (Cherry et al., 2016 ; Yang, 2010). Avec les années, cette interdiction s'intensifie et en 2006, elle concerne 148 villes chinoises (Weiss et al., 2015). En éliminant ainsi le plus grand concurrent des deux-roues électriques, cette interdiction semble avoir été la raison principale de cette croissance (Weinert & VanGelder, 2009).

D'autres facteurs ont toutefois joué également, tels qu'un prix accessible, des améliorations technologiques, ou encore une culture du vélo déjà bien ancrée en Chine.

Tout d'abord, le coût d'achat d'un vélo électrique est particulièrement peu élevé en Chine et est accessible aux gens ordinaires, au contraire de la voiture par exemple, qui n'est économiquement pas abordable pour la majorité des Chinois. Depuis leur introduction, le prix des deux-roues électriques en Chine n'a cessé de diminuer, principalement grâce à des économies d'échelle dues

à une production de plus en plus large, mais également grâce à des avancées technologiques et une forte compétition (Weinert & VanGelder, 2009 ; Weiss et al., 2015). En 1999, le prix moyen d'un vélo électrique était de 310 \$. Ce prix est tombé à 250 \$ en 2000, puis à 188 \$ en 2003, les modèles les moins chers atteignant 125 \$. Les prix restent similaires en 2006 (de 125 à 375 \$), mais les performances et la qualité sont nettement améliorées (Weinert & VanGelder, 2009). De façon similaire, Weiss et al. (2015) avancent que le prix d'un vélo électrique a chuté d'un tiers entre 1999 et 2006, et Zhen et al. (2006) estiment en 2006 le prix d'un vélo électrique entre 1800 et 2500 ¥, ce qui correspondait à l'époque à approximativement 225 à 315 \$. De plus, l'électricité est nettement moins chère que le pétrole, mais aussi beaucoup plus accessible, la différence entre les deux ne cessant d'augmenter (Weiss et al., 2015 ; Zhen et al., 2006).

En Europe et aux États-Unis, le prix du vélo électrique reste élevé par rapport à un vélo classique de qualité similaire, et de plus n'a pas semblé diminuer depuis la fin des années 1990. Cette observation peut en partie être attribuée à de coûteuses avancées technologiques telles que le choix de batteries Li-ion ou Ni-Mh plutôt qu'au plomb, l'introduction des éclairages LED, un cadre en aluminium, etc. (Dekker, 2013). Cela semble néanmoins être une des raisons pour lesquelles le marché dans ces pays croît moins rapidement qu'en Chine (Dill & Rose, 2012 ; Rose, 2012 ; Weinert et al., 2007b).

Une autre raison de la croissance en Chine est que la technologie des deux-roues électriques, particulièrement les moteurs et les batteries, a été beaucoup améliorée dans la fin des années 1990 (Weinert & VanGelder, 2009). Entre 1990 et 2006, la densité d'énergie des batteries est augmentée de 30 % et la durée de vie de 160 %, tandis que les moteurs deviennent plus efficaces, fournissent une puissance plus élevée et ont une durée de vie accrue également (Weiss et al., 2015).

En parallèle, les problèmes liés à la voiture individuelle et la culture du vélo sont respectivement plus importants et plus développés en Chine. Plus qu'ailleurs, les embouteillages, le manque de parkings, et la pollution due à l'automobile sont des problèmes importants. Le vélo est donc un choix beaucoup plus raisonnable et encouragé économiquement (Zhen et al., 2006). Le vélo classique était déjà largement utilisé en Chine (Zhen et al., 2006) et des infrastructures favorables sont donc déjà présentes, ne souffrant pas de congestion à l'inverse des routes automobiles (Weiss et al., 2015). Au niveau de la production, la Chine possédait déjà l'industrie la plus développée dans la fabrication de vélos classiques. Cette industrie pouvait facilement être utilisée pour la production de vélos électriques également, et la Chine a donc été capable de produire des vélos électriques rapidement et à large échelle (Zhen et al., 2006).

À l'époque où décolle cette croissance en Chine (1998), à Taiwan, le gouvernement tente de promouvoir l'utilisation de scooters électriques via de nombreuses actions (diminution des taxes pour les producteurs, subsides pour la recherche et le développement, activités promotionnelles, installations de stations de recharge, réduction de moitié du prix d'achat, etc.), mais sans aucune restriction sur l'utilisation des scooters traditionnels. Néanmoins, les ventes sont restées basses et un échec politique fut admis en 2002 (Weinert et al., 2007b ; Weinert et al., 2009).

Sous un certain angle, la croissance du vélo électrique en Chine a donc plus été due à une inefficacité des gouvernements locaux qu'à une réelle décision de supporter les modes de transport électriques, selon Yang (2010, p. 831), « *the boom in China's electric bike market was a policy accident rather than policy success* » (traduction : L'extension du marché du vélo électrique en Chine a été un accident politique plutôt qu'un succès politique). Et si pendant tout un temps l'utilisation des deux-roues électriques a quand même été politiquement et économiquement encouragée en Chine, plusieurs villes ont décidé de les interdire au cours des dernières années pour des raisons de sécurité et d'efficacité de flux de trafic (Weinert & VanGelder, 2009). À New-York également le vélo électrique est interdit, à nouveau pour des raisons, entre autres, de sécurité (Durkin 2013 ; Macarthur & Kobel, 2014).

3.5.2 ADOPTION ACTUELLE ET FUTURE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

Le vélo électrique n'est pas une simple extension du vélo classique mais un nouveau mode de transport ayant ses propres caractéristiques, et qui doit encore atteindre sa propre part de marché. Son rôle intermédiaire entre le vélo classique et la voiture fait de le lui un mode de transport attractif en complément à l'offre existante (Wolf & Seebauer, 2014).

Après avoir étudié l'histoire de la croissance de marché du vélo électrique, nous nous concentrons dans cette partie sur des questions relatives au marché actuel et futur. Le vélo électrique étant un nouveau mode dans le marché du transport, nous étudions aussi quel mode est abandonné au profit du vélo électrique et les impacts que cela implique.

Si la croissance du marché du vélo électrique en Europe est bel et bien confirmée, il est cependant difficile de montrer si sa popularité gagne les différentes sections de la population. En Europe, la majorité des propriétaires de vélos électriques sont actuellement représentés par deux grands groupes : les personnes âgées de plus de 65 ans (ou les personnes en mauvaise condition physique) et les personnes l'utilisant pour se rendre au travail. Il semblerait toutefois que l'âge moyen des usagers du vélo électrique diminue, ce qui serait le résultat d'une croissance du nombre de navetteurs ou d'une extension du marché à de nouveaux groupes d'utilisateurs (Roetynck, 2010).

Plusieurs auteurs considèrent le vélo électrique comme une innovation technologique (par ex. Roetynck, 2010 ; Wolf & Seebauer, 2014). Selon Rogers (1962) dans sa théorie sur la diffusion d'une innovation (théorie bien connue et beaucoup décrite dans la littérature), lorsqu'une innovation se diffuse dans la société, différentes catégories de consommateurs sont touchées en fonction du temps, des plus enthousiastes jusqu'aux plus réticents, et il modélise le processus d'adoption à l'aide d'une courbe de diffusion (Figure 18) (Heebøll, 2007 ; Roetynck, 2010).

En 2010, Roetynck (2010) considérait que le marché du vélo électrique était au stade des adopteurs précoces aux Pays-Bas et au stade des innovateurs en Belgique et en Allemagne, tandis qu'il était encore quasiment inexistant dans d'autres pays tels qu'en Europe de l'Est. Cela laisse donc penser que la croissance du vélo électrique ne fait que débuter.

Toutefois, la transition du marché entre les adopteurs précoces et la majorité précoce est considérée comme un point critique auquel il convient de prêter particulièrement attention. Cette transition correspond en fait à la transition entre visionnaires et pragmatiques. Il est relativement facile de convaincre des visionnaires avec une nouvelle technologie, mais si ces personnes ne sont pas convaincues par leur achat, le marché n'atteindra jamais la majorité. Dans le cas contraire, c'est très rapidement que la majorité adopte l'innovation (Heebøll, 2007 ; Roetynck, 2010).

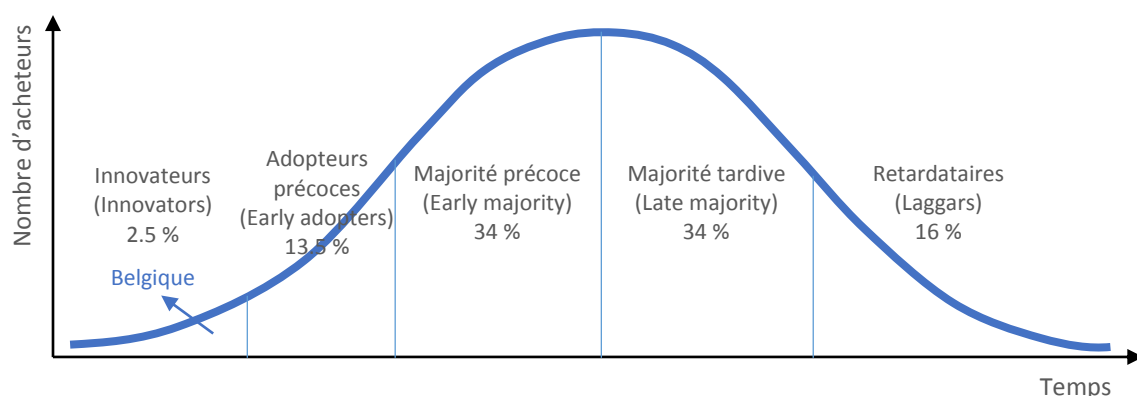


Figure 18. Courbe de diffusion d'une innovation (Deuse d'après Rogers, 1962)

En se basant sur diverses théories sur l'adoption d'une technologie, Wolf & Seebauer (2014) avancent que l'adoption du vélo électrique dépend de l'utilité perçue (mesure dans laquelle une technologie permet d'améliorer la productivité et balance entre coûts et bénéfices), de la facilité d'utilisation perçue, des conditions facilitantes (influences externes telles que les réglementations, la présence d'infrastructures ou le relief) et des normes sociales (influences sociales et attente des proches).

En termes de croissance future dans le monde, divers facteurs sont identifiés comme pouvant entraîner la croissance. Tout d'abord des améliorations en matière de coût et de performance, principalement pour la batterie, sont attendues. Les problèmes croissants de qualité de l'air et de trafic dans les villes d'aujourd'hui amènent de plus en plus à des politiques en faveur du vélo électrique, que ce soit sous la forme de réglementations ou de constructions de nouvelles infrastructures. Si d'autres facteurs (tels que des réglementations interdisant le vélo électrique, ou des performances encore limitées par rapport aux scooters traditionnels) vont à l'encontre d'une future croissance du marché, les facteurs entraînant cette croissance semblent cependant plus importants (Weinert & VanGelder, 2009).

En Wallonie notamment, au vu de l'évolution des ventes aux Pays-Bas et en Allemagne et des améliorations technologiques à venir, Van Zeebroeck et al. (2014) estiment que la part de marché du vélo électrique pourrait ainsi atteindre 20 % du marché du vélo en 2020 et que 20 % du parc vélo pourrait être électrique en 2030.

Nous l'avons vu précédemment, le vélo électrique a un faible impact environnemental comparé à tout autre mode de transport motorisé. Cependant, la mesure dans laquelle un report modal vers le vélo électrique participe à améliorer les impacts environnementaux liés au transport routier dépend fortement de la direction dans laquelle le report a lieu (Cherry et al., 2016 ; Weiss et al., 2015 ; Wolf & Seebauer, 2014).

Les avantages du vélo électrique peuvent en effet se transformer en défauts s'ils sont un substitut à d'autres modes de transport actifs ou aux transports en commun ! Si la proportion des différents modes de transport depuis lesquels a lieu un report modal vers le vélo électrique est spécifique à chaque ville, la littérature suggère malheureusement une plus grande tendance à utiliser le vélo électrique à la place d'autres modes de transport durables qu'à la place de la voiture (Weiss et al., 2015). Afin d'illustrer ce phénomène, différentes références indiquant le mode de transport remplacé par les nouveaux utilisateurs du vélo électrique sont rassemblées à la Figure 19.

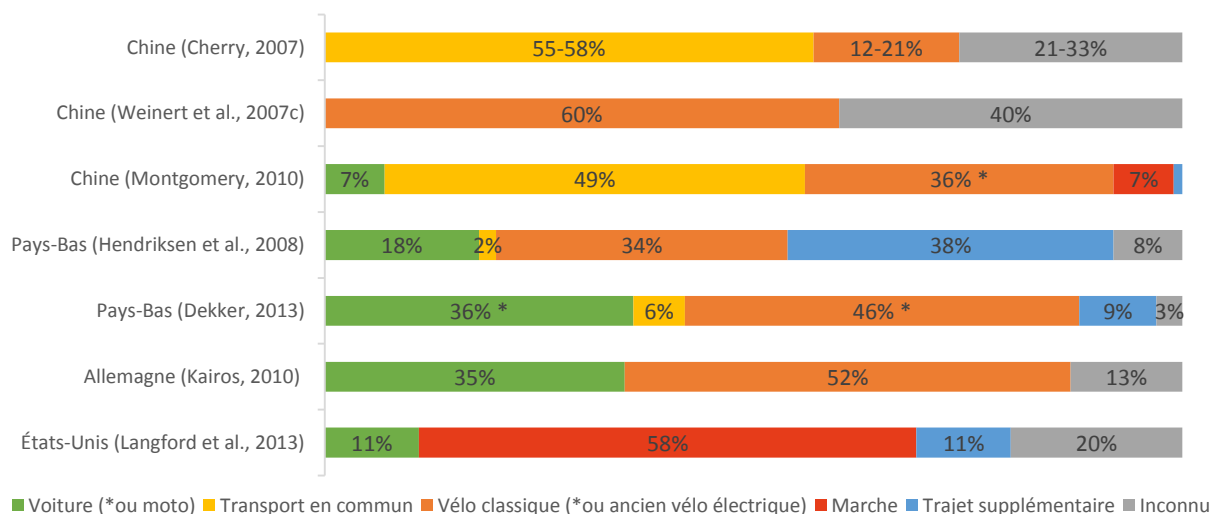


Figure 19. Modes de transport remplacés par le vélo électrique (Deuse d'après la littérature)

Les stratégies de promotion du vélo électrique donc doivent donc inciter à ce que ce dernier remplace au moins partiellement les trajets en voiture, sans cannibaliser d'autres modes de transport durables (Wolf & Seebauer, 2014). Cela est d'autant plus important que le vélo électrique peut amener à d'importants reports modaux : il y a dans les agglomérations un grand potentiel pour le vélo électrique, de nombreux trajets courts étant faits en voiture (Wolf & Seebauer, 2014) (voir également « 2.1 État des lieux de l'utilisation du vélo » p. 10), tandis que dans les zones rurales parfois mal desservies par les transports en commun, le vélo électrique aide à diversifier les choix de modes de transport (Kairos, 2010).

Changer les habitudes d'une population peut être difficile, particulièrement dans le cas d'une nouvelle technologie (Yang, 2010), et la diffusion sur le marché doit être soutenue par des politiques publiques (Wolf & Seebauer, 2014).

L'histoire des deux-roues électriques en Chine nous donne une leçon importante à propos du puissant impact – positif comme négatif – qu'une politique de réglementation peut avoir lorsque, grâce aux évolutions technologiques, un nouveau produit apparaît sur le marché (Weinert & VanGelder, 2009). Comme nous l'avons vu pour le vélo classique (voir « 2.3.2 Plus que des actions, des stratégies », p. 21), ces exemples nous montrent aussi que des politiques uniquement de promotion peuvent être insuffisantes, tandis que lorsque des alternatives valables existent, des politiques restrictives semblent être beaucoup plus efficaces (Yang, 2010).

Pour conclure, les stratégies doivent faire en sorte que le vélo électrique puisse se diffuser à la majorité dans les meilleures conditions, tout en gardant une croissance contrôlable, sans quoi les impacts environnementaux espérés risquent d'être réduits à néant et d'autres problèmes (par exemple relatifs à la sécurité routière) risquent de se poser. À la lumière des expériences vécues par les autres pays (en termes de croissance, d'insécurité ou d'origine du report modal), de l'état de diffusion actuel du vélo électrique en Belgique et de son adoption future projetée par les modèles économiques, à nous donc de trouver comment promouvoir intelligemment son utilisation.

4. RÉCAPITULATIF

La première moitié de ce travail a passé en revue la littérature existante sur les vélos classique et électrique.

Pour commencer, divers problèmes de mobilité liés à l'utilisation de la voiture ont été mis en avant, les principaux étant liés à la pollution, à la congestion et à l'espace nécessaire – souvent insuffisant – pour les parkings, des problèmes bel et bien présents dans la région liégeoise, qui selon diverses projections ne feront qu'empirer dans les prochaines décennies si aucun changement majeur n'a lieu. Parmi les diverses et nombreuses solutions possibles, il était ensuite expliqué comment l'utilisation du vélo permettait de rencontrer tous ces problèmes et les nombreux autres avantages que cela apportait, principalement au niveau de la santé.

Un deuxième chapitre a ensuite étudié l'utilisation du vélo de manière générale et plus particulièrement en Belgique, ainsi que les facteurs et les stratégies influençant l'utilisation du vélo. Les facteurs déterminant l'utilisation du vélo ont été répartis en deux catégories : les déterminants personnels et sociaux, tels que l'image et la culture, les couts ou les caractéristiques de chaque individu ; et les déterminants environnementaux, comme par exemple la distance, le relief, le climat, la présence d'infrastructures, etc. Quelques stratégies à mettre ou mises en place pour promouvoir le vélo ont été expliquées.

Un constat important de cette partie est la très faible utilisation du vélo en Wallonie par rapport aux régions et pays voisins. Deux autres éléments principaux sont à retenir. Tout d'abord, une action visant à rencontrer un déterminant n'est généralement pas efficace si elle est implémentée seule, et seules des stratégies hautement intégrées (combinaisons de plusieurs mesures adaptées aux conditions locales) peuvent mener à une augmentation de l'utilisation du vélo. Ensuite, le choix d'un mode de transport dépend à la fois de déterminants objectifs (communs à tous), de la perception de ces déterminants par l'utilisateur, et de l'importance accordée par l'utilisateur à ces déterminants (ces deux derniers n'étant pas nécessairement communs à tous) ; ces trois aspects sont à prendre en compte dans l'établissement des stratégies.

Le dernier chapitre s'est intéressé au vélo électrique. Les différents types de vélos électriques ainsi que la législation et la technologie du vélo à assistance électrique (appelé simplement « vélo électrique » dans ce travail) étaient tout d'abord présentés. Les différents avantages (principalement liés à la réduction de l'effort à fournir) et risques par rapport au vélo classique ont ensuite été passés en revue. Cette partie s'est terminée par une étude du marché du vélo électrique, où nous avons notamment constaté qu'en Europe ce mode de transport n'était qu'à ses débuts sur le marché, et qu'avec des stratégies appropriées, son utilisation pourrait être beaucoup plus répandue dans les prochaines décennies.

PARTIE PRATIQUE

1. CAS D'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE

1.1 QUESTIONS DE RECHERCHE

Pour la partie pratique de ce travail, nous souhaitons analyser la pratique du vélo et surtout étudier comment la promouvoir. Plus particulièrement, l'Université de Liège (ULg) a été choisie comme cas d'étude, choix justifié ci-après.

La partie théorique, dont les principaux éléments ont été résumés dans sa conclusion, a permis de mettre en évidence divers sujets d'intérêt et d'éveiller diverses questions. Par exemple, quels sont les freins à l'utilisation du vélo à l'ULg par rapport aux déterminants relevés dans la littérature ? Comment ces freins sont-ils perçus par la population ? Quelles sont l'image et la culture du vélo à l'ULg ? Quel est le potentiel pour le vélo classique ? Au vu des avantages du vélo électrique relevés dans la littérature, ce dernier a-t-il plus d'avenir à l'ULg que le vélo classique ? Quelles stratégies sembleraient efficaces pour inciter la population universitaire à se déplacer à vélo ?

L'objectif de notre travail est d'apporter une réponse, ou des éléments de réponses, à ces questions. Synthétiquement, notre recherche s'articule autour de trois grandes questions :

- Dans quelle mesure le vélo est-il apprécié comme mode de transport par la population universitaire, quels sont les freins qui empêchent son utilisation, et comment ces freins sont-ils perçus ?
Ce premier volet cherche à récolter les avis de la population universitaire concernant le vélo en tant que mode de transport.
- Dans quelle mesure la situation géographique et topographique de la ville et les caractéristiques urbanistiques et architecturales des cheminements cyclables permettent-elles l'utilisation des vélos classique et électrique comme mode de transport pour le déplacement résidence-ULg ?
Ce volet comprend l'identification des parcours résidence-ULg en termes de distance et de dénivelé, et l'analyse des caractéristiques des principaux parcours d'un point de vue urbanistique et architectural.
- Comment promouvoir l'utilisation du vélo pour le déplacement résidence-ULg ?
Ce volet plus stratégique tente d'identifier quelles seraient les façons les plus efficaces et les plus appropriées pour stimuler un report modal vers le vélo.

1.2 ÉTUDE DE CAS

1.2.1 CHOIX DU MILIEU UNIVERSITAIRE

Pour différentes raisons développées ci-dessous, l'université nous semble un bon point de départ pour promouvoir l'utilisation du vélo, opinion soutenue par la littérature. Pour de simples raisons de proximité, de meilleure connaissance du terrain et de contacts plus faciles, c'est sur l'Université de Liège que nous avons choisi de concentrer cette étude. Nos questions s'inscrivent de plus parfaitement dans la politique de la Cemul-ULg (Cellule Urbanisme et Mobilité de l'Administration des Ressources Immobilières de l'ULg) qui cherche à stimuler une mobilité durable.

Très souvent, les universités sont parmi les plus grands employeurs de leur ville (Balsas, 2003), c'est en effet le cas pour l'Université de Liège qui constitue le seul pôle d'emploi de taille importante au sud de la ville de Liège, et dont le centre hospitalier est un des plus gros employeurs liégeois.

Par conséquent, les universités sont aussi un des plus grands générateurs de trafic, et exercent ainsi d'importants impacts sur la congestion, les parkings et la qualité environnementale, particulièrement lorsqu'elles sont situées en zone urbaine (Rotaris & Danielis, 2015). Les déplacements qu'une université génère constituent le plus grand impact que celle-ci a sur l'environnement (Tolley, 1996). Dans un souci de devenir plus écologiques, nombreuses sont d'ailleurs les universités qui ont déjà implémenté des stratégies visant à réduire la dépendance à la voiture individuelle et à augmenter l'utilisation de modes de transport durables (Rotaris & Danielis, 2015).

Les universités semblent déjà être à la base un milieu peut-être plus disposé à l'utilisation de modes alternatifs, cela est probablement dû au fait qu'ayant un budget réduit, beaucoup d'étudiants ne possèdent pas de voiture. Selon une étude dans plus d'une centaine de villes européennes, une plus grande proportion d'étudiants dans une ville est en effet associée à des parts modales plus importantes pour les transports en commun, la marche et le vélo (Santos et al., 2013). Les étudiants sont de plus généralement en meilleure condition physique et bien souvent sont déjà propriétaires d'un vélo (Balsas, 2003).

De plus, les étudiants et le personnel universitaire⁵ sont en général plus conscients de l'environnement et plus réceptifs à de nouvelles idées, et grâce à un milieu éducatif proactif, les universités sont des lieux privilégiés où parler de la durabilité et ainsi aider à remodeler les habitudes de transport de la société (Balsas, 2003).

De manière plus pratique, les campus sont souvent des zones indépendantes ayant leurs propres bâtiments, services, et infrastructures (Balsas, 2003). L'ULg est en effet propriétaire de nombreuses voiries au Sart Tilman (les boulevards de Colonster et du Rectorat ainsi que toutes les voiries d'accès restent toutefois propriété du SPW, de la Ville, et des communes avoisinantes) et des bâtiments et parkings, rendant les installations de pistes cyclables, parkings vélos ou douches peut-être un petit peu moins compliquées que dans le cas de la ville entière où, en Belgique, les voiries sont partagées entre régions et communes, et parfois provinces, et le bâti par des milliers de propriétaires privés et publics.

Pour toutes ces raisons, les universités sont un endroit très intéressant pour implémenter des stratégies de gestion de la mobilité et de report vers des modes alternatifs et pour tester leurs performances. Ajoutons à cela que chaque année une partie de la population étudiante est renouvelée, au contraire du cas d'une ville entière où le renouvellement des résidents est beaucoup plus lent : l'échec d'une stratégie porte donc moins à conséquence puisqu'aucun a priori négatif n'est gardé par la population.

Finalement, un aspect extrêmement important, mais souvent négligé par les universités, est le potentiel à affecter les habitudes en matière de mobilité et la conscience environnementale que les étudiants développent sur le long terme, et pas uniquement le choix d'un mode de transport durant leurs études. Nombreux étudiants universitaires seront de plus amenés à occuper des places importantes dans les pouvoirs publics, les entreprises et autres organisations. S'ils sont sensibilisés et motivés de façon appropriée, ils peuvent alors à leur tour avoir une influence importante sur l'établissement d'une mobilité plus durable. Il en va de même pour le personnel universitaire, dont beaucoup sont déjà des membres influents dans la communauté, pouvant aider les villes à implémenter des politiques orientées vers le vélo (Balsas, 2003).

⁵ Plus largement, entendons ici tout type d'enseignement supérieur.

1.2.2 SITUATION DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

L'utilisation du vélo étant dépendante de nombreux déterminants sociaux et physiques, il convient d'introduire rapidement la situation de l'ULg vis-à-vis de ces différents facteurs.

L'ULg est principalement basée dans la ville de Liège, chef-lieu de la province du même nom. Elle dispose également d'installations à Gembloux, à Arlon, et au Mont-Rigi, dans les Hautes Fagnes (Figure 20), mais seul le contexte liégeois sera étudié dans le cadre de ce travail (ULg, s.d. a).

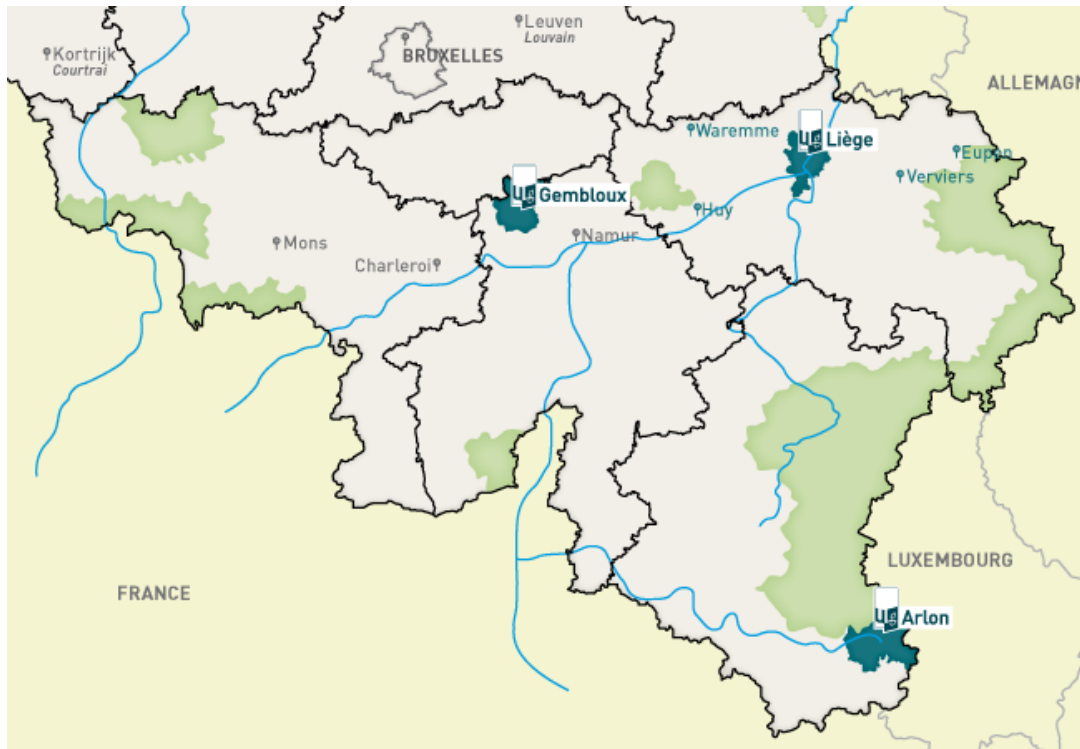


Figure 20. Situation de l'ULg (ULg, s.d. a)

Liège est aujourd'hui la plus grande métropole wallonne et la troisième agglomération urbaine de Belgique. La ville compte 200 000 habitants (ULg, 2013). À elle seule, l'Université accueille près de 30 000 personnes, dont plus de 20 000 étudiants (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016).

À Liège, les zones du campus universitaire se répartissent entre le centre de la ville et le domaine universitaire du Sart Tilman, situé une dizaine de kilomètres au sud du centre-ville et divisé entre la zone Nord et la zone Sud (respectivement appelées S-T Nord et S-T Sud dans les illustrations) (ULg, s.d. a) (Figure 21).

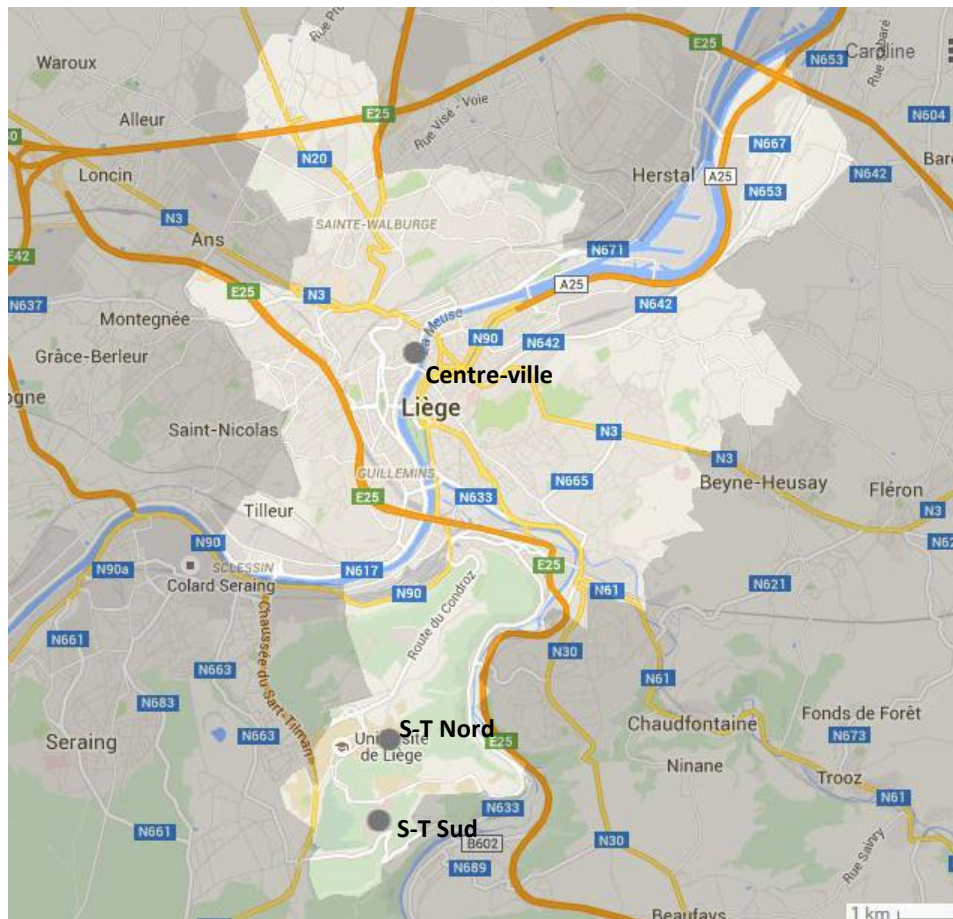


Figure 21. Position des campus au sein de la commune de Liège (Deuse d'après Google Maps)

Le campus du centre-ville (Figure 22) s'étend sur 2,5 km.

On y retrouve différentes zones (20-Août, Outremeuse, Opéra et Botanique) qui accueillent la Faculté de Philosophie et Lettres, HEC-École de Gestion de l'ULg, la Faculté d'Architecture, le Rectorat, l'Administration, le Théâtre universitaire royal de Liège, l'Aquarium-Muséum, etc. (ULg, 2015).

Les zones Nord et Sud du campus du Sart Tilman s'étendent chacune sur environ 2 km et sont subdivisées en différents quartiers (Figure 23).

Dans la zone Nord, on retrouve les facultés de Droit, de Psychologie, de Logopédie et Sciences de l'Éducation, des Sciences, des Sciences appliquées, des Sciences sociales et en partie HEC-École de gestion, ainsi que diverses activités scientifiques (Sciences Park). La zone Sud quant à elle accueille les facultés de Médecine et de Médecine vétérinaire, le centre hospitalier universitaire (CHU), des infrastructures sportives, la ferme expérimentale, l'Observatoire du Monde des Plantes, etc. La conception architecturale et urbanistique du Sart Tilman vise à être en harmonie avec le site naturel, en préservant au maximum les zones boisées. On y trouve en effet de nombreux chemins de promenade dans des zones naturelles protégées (ULg, 2016a).

Les premiers terrains de Sart Tilman ont été acquis en 1958 et les constructions ont suivi à partir des années soixante. Le but du recteur de l'époque était de construire un campus à l'image des campus américains, modernes et intégrés (ULg, 2016a). Mais cette époque correspond aussi au boom de la voiture. Nous héritons donc aujourd'hui d'un campus peu dense, principalement pensé pour les automobilistes, et qui, mis à part les chemins dédiés à la promenade à l'intérieur du domaine, contient peu de liaisons cyclo-pédestres entre les différents bâtiments.

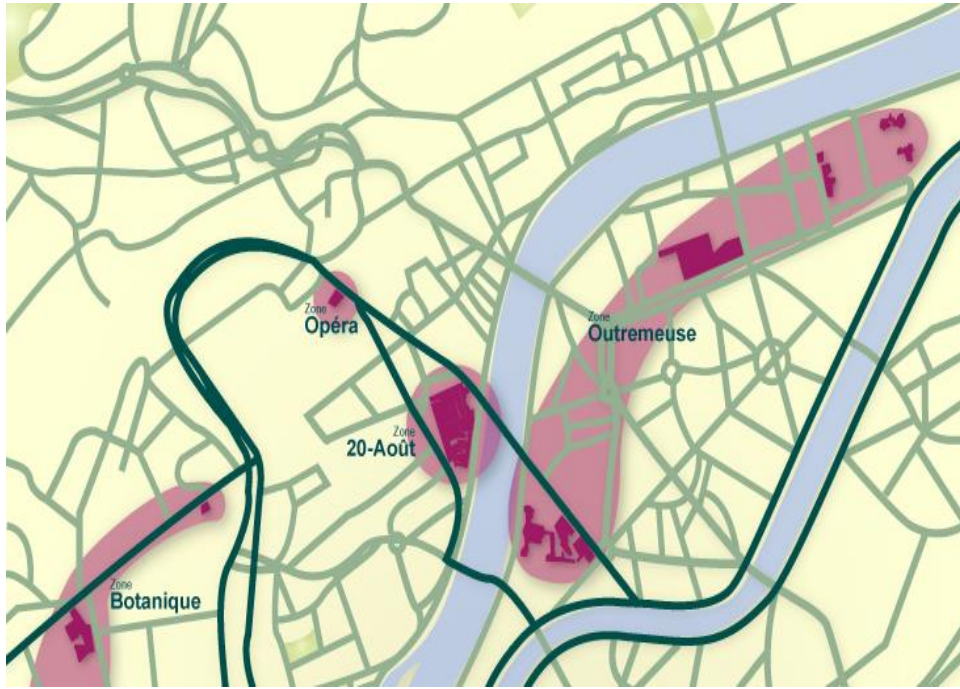


Figure 22. Campus du centre-ville (ULg, s.d. b)

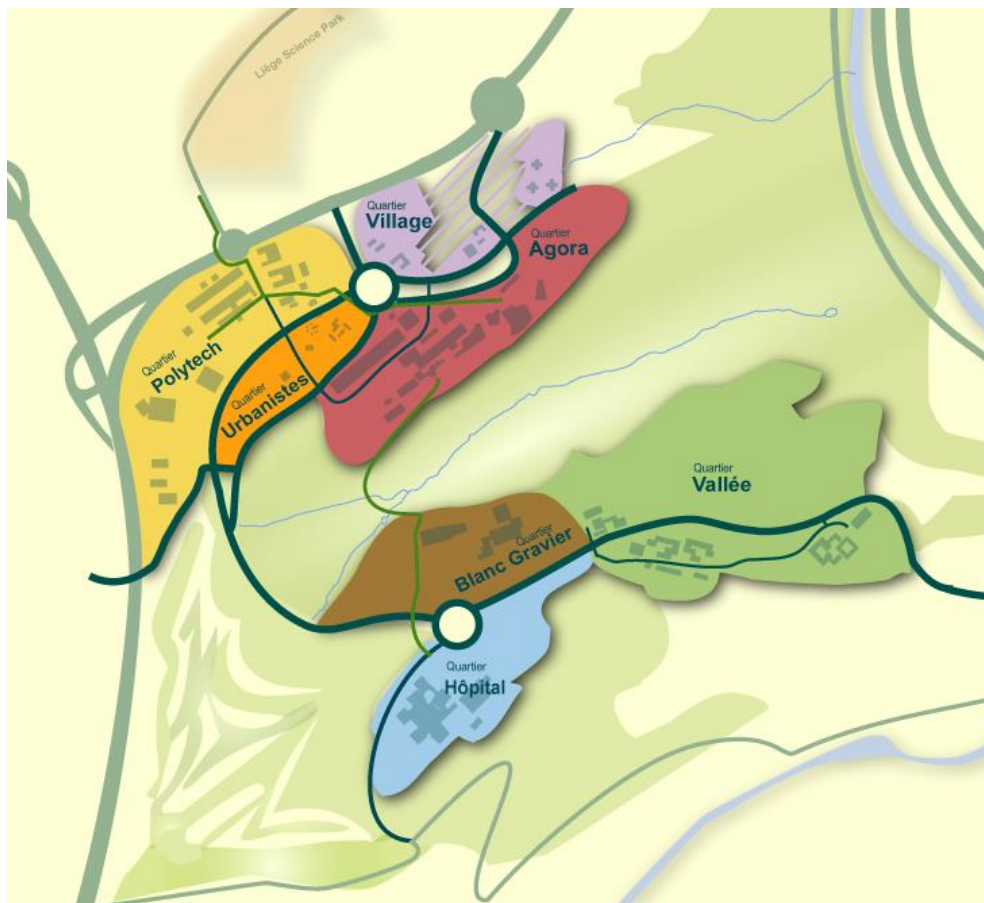


Figure 23. Campus du Sart Tilman Nord et Sud (ULg, s.d. c)

D'un point de vue topographique, la ville de Liège est caractérisée par un relief accidenté. Le campus du centre-ville se situe dans la vallée de la Meuse, tandis que le domaine du Sart Tilman se situe 200 m plus haut, sur le plateau du même nom (Figure 24).

Le plateau du Sart Tilman est bordé au nord par la vallée de la Meuse et du nord-est au sud par la vallée de l'Ourthe. À quelques kilomètres du campus du Sart Tilman, le relief devient donc très vite un obstacle pour l'utilisation du vélo. Seules les personnes habitant au sud-ouest, dans la direction de Boncelles et Neupré, bénéficient d'un parcours vers le Sart Tilman relativement plat. Le relief est un peu moins ardu autour du centre-ville, mais dès qu'on s'éloigne un peu de la vallée, on retrouve des versants de part et d'autre de la Meuse.



Figure 24. Carte topographique de la ville de Liège et ses alentours (Topographic-map.com, s.d.)

1.3 MÉTHODOLOGIE

1.3.1 ENQUÊTE

Pour récolter l'avis de la population universitaire, réaliser une enquête auprès de la population concernée nous a paru la méthode de recherche la plus pertinente. Le type d'enquête choisie est quantitatif et sur un grand nombre de personnes.

L'utilisation du vélo est déterminée par de nombreux facteurs, et notre méthodologie de recherche permet de récolter facilement un très grand nombre de données et de toucher de nombreux répondants. Si plusieurs enquêtes ont déjà permis de consulter la population universitaire à propos de la mobilité en général, aucune ne s'est intéressée au vélo particulièrement. Une enquête large, autant dans ses questions que dans son public, permettrait donc d'avoir une vue globale mais détaillée avant de chercher à récolter des avis plus spécifiques ou plus qualitatifs via d'autres méthodes de recherche. De plus, une enquête sur un grand nombre de personnes permet

également de différencier les résultats selon les différents profils en gardant des sous-échantillons statistiques assez grands, par exemple selon le statut (étudiant, doctorant ou membre du personnel), selon la zone du campus principalement fréquentée ou selon les modes de transport utilisés, des différences auxquelles peu d'enquêtes se sont intéressées à ce jour dans le cadre de l'ULg.

Il est à signaler qu'un biais peut être lié à la méthodologie de l'enquête, et nous verrons dans les résultats que c'est le cas.

En effet, lorsque l'échantillonnage n'est pas contrôlé, une enquête attire plus les personnes se sentant concernées par son sujet que les autres. Notamment, un questionnaire sur la mobilité cyclable tend à mobiliser majoritairement deux profils : les personnes ayant des revendications ou plaintes à ce propos et les personnes pratiquant le vélo ou en faveur de sa pratique. Le questionnaire est en effet une opportunité soit de se plaindre, soit de soutenir une mobilité en laquelle on croit. Dans notre cas nous montrerons en effet que les cyclistes sont surreprésentés. Lorsque nous pensons que le biais pourrait avoir eu une influence sur les résultats, nous le signalerons et l'expliquerons.

Un autre biais de la méthodologie de l'enquête quantitative est celui des réponses suggérées. Pour pallier au maximum ce biais inévitable, les sets de réponses proposées veillaient à être complets et nuancés, et à offrir un choix de réponses « Autre », « Sans avis » ou « Je ne sais pas » lorsque nécessaire.

L'enquête a été établie à la lumière de la partie théorique et d'un sondage plus général « Mobilité des étudiants de l'Université de Liège » réalisé en 2013-2014 par la Cemul-ULg (Bianchet, 2014). Les résultats de ce sondage ont permis d'orienter les questions et de mieux cibler notre recherche.

Au cours de l'analyse, nos résultats seront fréquemment comparés avec ceux de cette enquête. Dans une moindre mesure, ils seront également comparés à une autre étude de mobilité réalisée à l'ULg, l'enquête « Plan de transport d'entreprise du Sart Tilman - Analyse des résultats des enquêtes mobilité menées auprès du personnel, des étudiants, des patients et des visiteurs » réalisée en 2004 par l'Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD, 2004), à l'enquête BELDAM (Cornelis et al., 2012) et au Diagnostic des déplacements domicile-lieu de travail du SPF Mobilité et Transport (Pauwels & Andries, 2016). Ces comparaisons nous permettront d'identifier l'éventuel biais ou dans le cas contraire de valider la cohérence de nos résultats, elles permettront aussi de compléter certaines questions, et d'identifier des évolutions au cours du temps.

Le questionnaire a été réalisé en ligne à l'aide de l'outil *Qualtrics*. Il a été conçu en trois semaines, entre le 29 février et le 22 mars 2016. Durant cette période, différentes personnes ont été contactées afin de s'assurer que les résultats puissent être utiles non seulement à l'ULg, mais également à la Ville de Liège et à différentes organisations cyclistes (GRACQ, Pro Velo). Le questionnaire a également été testé par une vingtaine de personnes (hommes et femmes, cyclistes et non-cyclistes, adultes, étudiants et anciens étudiants) auxquelles nous avons demandé un retour afin de vérifier si toutes les questions étaient claires, si les choix de réponses étaient complets, si la longueur du questionnaire était acceptable, etc. Suite à ces diverses interactions, de nombreuses questions ont donc été adaptées durant ces trois semaines.

Le questionnaire a finalement été envoyé par email, par les services de l'université, à tous les étudiants, aux doctorants et aux membres du personnel de l'ULg, ce qui représente une population d'environ 29 000 personnes. Il a été accessible durant un peu plus de trois semaines, du 24 mars et au 17 avril 2016.

La version finale du questionnaire est présentée en Annexe (p. 128). Il se divise en différentes parties qui seront étudiées, approximativement dans le même ordre, dans le prochain chapitre.

Le premier set de questions concerne le **profil du répondant**. Les questions de cette partie permettront tout d'abord d'évaluer la représentativité de l'échantillon en comparant le à la population effective de l'ULg, et ensuite d'identifier si les réponses au reste du questionnaire varient selon le profil des individus. Les questions sur l'adresse et le campus le plus fréquenté par le répondant permettront de calculer les distances et dénivelés correspondants pour les trajets résidence-université afin d'évaluer le potentiel réel de l'utilisation du vélo.

La section suivante concerne les **modes de transport** de façon générale. Le but de ces questions est d'étudier les habitudes de transport des répondants (et plus particulièrement dans quelle mesure le vélo est actuellement utilisé comme mode de transport) et d'identifier si les réponses au reste du questionnaire varient selon les habitudes de transport actuelles des individus.

Deux courtes questions sont ensuite posées sur la **satisfaction des modes de transport**. L'enquête Cemul-ULg rapportait une large insatisfaction du bus, du train et de la voiture. Notre hypothèse est que les modes de transport actifs sont beaucoup plus satisfaisants, ce que nous souhaitons vérifier au travers de ces questions.

Nous commençons alors à nous intéresser plus spécifiquement au vélo. Un premier set de questions concerne d'abord l'**image des vélos classique et électrique**. Au travers de ces questions, on tentera notamment d'identifier dans quelle mesure le vélo est vu comme un mode de transport valable et accessible à tous, qui sont les usagers des vélos classique et électrique et comment ils sont considérés sur la route, à quel point les caractéristiques du vélo électrique sont connues, etc.

Les deux sections suivantes portent sur la **perception des déterminants**. Le but de ces questions sera d'évaluer la différence qu'il peut y avoir entre la façon dont certains déterminants (distance, temps de trajet, coût et conditions climatiques) sont perçus et des données objectives. Il a en effet été mis en évidence dans la revue de la littérature que la perception des déterminants est aussi importante que ces déterminants vus de façon objective, et qu'une stratégie très simple pour promouvoir le vélo pourrait simplement être de rencontrer les perceptions éventuellement erronées que les usagers ont de ces déterminants.

Une grosse question s'intéresse ensuite aux **déterminants de l'utilisation du vélo**. Tout comme la perception des déterminants joue un rôle majeur dans le choix d'un mode de transport, l'importance accordée à ces déterminants est également essentielle. Il est aussi nécessaire d'identifier quelles améliorations peuvent avoir l'impact le plus grand sur un report modal afin de définir une stratégie efficace de promotion. Nous demandons aux répondants les raisons principales pour lesquelles ils n'utilisent pas – ou pas plus souvent – le vélo comme mode de transport. La question étant posée en parallèle pour le vélo classique et le vélo électrique, nous pourrons aussi évaluer dans quelle mesure le vélo électrique serait une solution aux freins rencontrés.

Une dernière section tente finalement d'appréhender les **conditions nécessaires à un report modal** ou susceptibles de le favoriser. Notamment, nous tenterons d'évaluer la proportion des individus ayant la possibilité de ranger un vélo à leur résidence et d'identifier quelles stratégies de promotion du vélo sembleraient les plus efficaces. Signalons toutefois que l'évaluation du coût de la mise en œuvre de ces stratégies n'est pas prise en considération dans ce travail.

Nous terminons le questionnaire en donnant aux répondants la possibilité de laisser un commentaire sur l'utilisation du vélo et leur adresse email s'ils souhaitent recevoir les résultats de cette enquête.

1.3.2 ÉTUDE DES ITINÉRAIRES

À la suite de l'analyse des résultats de l'enquête, il nous a paru opportun d'ajouter un chapitre étudiant les différents itinéraires cyclables entre les domiciles des répondants et le campus de l'ULg.

Nous verrons en effet que les freins les plus importants à l'utilisation du vélo pour se rendre à l'ULg sont le manque de pistes cyclables, l'insécurité routière et le relief, ce qui justifie donc une étude des caractéristiques urbanistiques et architecturales des différents itinéraires. Ce travail a déjà été initié par l'ULg, mais nous souhaitons contribuer à cet exercice en espérant y apporter un nouvel éclairage.

Pour ce faire, la méthodologie utilisée a été une identification sur carte des principaux itinéraires et un examen rapide de leur profil altimétrique. Dans le cas du trajet centre-ville – Sart Tilman, étudié plus en détail, l'analyse s'est ensuite basée sur une visite des lieux à vélo afin de constater les réalités sur le terrain (à l'aide d'une grille d'observation) et d'un entretien par email avec trois cyclistes habitués à ce trajet afin de vérifier la justesse de nos observations et évaluations.

1.4 ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES DONNÉES DE L'ENQUÊTE

1.4.1 NETTOYAGE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Toutes les données ont été traitées à l'aide du logiciel *Excel*, à l'exception des données cartographiques traitées à l'aide de *Google Maps* et de son application *My Maps*.

Au total, 1496 réponses au questionnaire ont été enregistrées, ce qui représente un taux de réponse de 5,2 % sur les 29 000 personnes ayant reçu l'enquête. 287 (19 %) réponses étaient incomplètes (questionnaire quitté avant la fin) et n'ont pas été prises en compte dans l'analyse.

Avant de commencer l'analyse à proprement parler, les données ont été « nettoyées ».

Le temps de réponse au questionnaire était en moyenne d'une quinzaine de minutes. Quelques dizaines de répondants ont toutefois complété l'entièreté du questionnaire en 5 ou 6 minutes, une attention particulière a été prêtée à la cohérence de leurs réponses, mais rien de suspect n'a été trouvé.

Lors de l'analyse, quelques autres questionnaires complétés ont cependant été supprimés, soit parce que le répondant ne faisait pas partie du public visé (étudiants de Gembloux ayant reçu par erreur le sondage), soit pour cause de réponses incohérentes ou systématiques (un répondant a par exemple inscrit « 42 » ou « 4242 » dans tous les champs libres), ou de commentaires dénotant d'un manque de sérieux manifeste (un répondant a par exemple laissé comme adresse email « memepasenreve@boiteaulettres.be » et comme commentaire « Le vélo c'est bien, mais c'est mieux lorsque les pneus sont gonflés »). Ce sont au final 1206 réponses qui ont été retenues, ce qui représente un taux de réponse de 4,2 %.

Toutes les réponses aux questions offrant le choix de réponse « Autre » et demandant une précision ont été lues et éventuellement reclassées dans les catégories adéquates. Par exemple, dans les freins à l'utilisation du vélo (Q8.1), de nombreux membres du personnel ont indiqué dans la catégorie « Autre » le fait de devoir conduire des enfants. Cette réponse était en réalité présente dans les choix, mais sous la dénomination de « Trajet trop complexe (Exemples : changement de campus pendant la journée, arrêts pour faire des courses ou déposer des enfants, etc.) ». Le

questionnaire aurait gagné en clarté si nous avions directement proposé « Fait de devoir conduire des enfants », et non au travers de la complexité du trajet. Ce cas était le plus courant mais de nombreuses réponses « Autres » ont facilement pu être reclassées dans une catégorie plus adéquate.

Pour les questions demandant une estimation (Q7.2 à 9, sur les distances, les durées de trajet, les couts, et les jours et heures de pluie), toutes les valeurs nulles et les valeurs particulièrement extrêmes par rapport aux autres (par exemple 365 jours de pluie par an et 24 h par jour, des couts d'un million d'euros, ou des trajets de 30 000 minutes) ont été supprimées. Notons que de telles réponses étaient rares, elles étaient données par moins de 1 % des répondants. La cohérence des réponses au reste du questionnaire a par ailleurs été vérifiée pour tous les répondants ayant fourni des réponses extrêmes à ces questions, et c'est en partie comme cela que des questionnaires complets ont finalement été supprimés.

La question relative à l'adresse de la résidence (Q2.8) a demandé un traitement important.

Sur les 1206 répondants, 946 (78 %) ont fourni une adresse précise (commune, code postal, rue, et éventuellement numéro) ; 246 répondants n'ont fourni que le code postal ou la commune (le reste n'ayant pas répondu à la question), mais nous avons décidé de ne pas utiliser ces dernières informations, car elles ne permettent pas d'identifier les trajets de façon suffisamment précise (les questionnaires de ces répondants ont toutefois été utilisés pour toutes les autres statistiques).

Tous les répondants ont de plus indiqué la zone du campus qu'ils fréquentaient principalement (Q2.4), ce qui a donc permis d'identifier les trajets résidence-ULg pour tous les répondants ayant fourni leur adresse. Les adresses suivantes ont été utilisées pour localiser les différentes zones du campus, menant donc dans certains cas à des approximations (la faculté des vétérinaires est par exemple située à 1,5 km du CHU, et les zones du campus au centre-ville se situent jusqu'à 1,3 km autour de la place du Vingt-Août) :

- Centre-ville : Place du Vingt-Août 7, 4000 Liège
- Sart Tilman Nord : Bâtiment B7A, Boulevard du Rectorat, 4000 Liège
- Sart Tilman Sud : CHU de Liège - Site Sart Tilman, Avenue de l'Hôpital 1, 4000 Liège

Diverses données sur les trajets résidence-ULg ont été récoltées à l'aide de *Google Maps* : la distance, les dénivelés en montée et en descente, et les temps de trajet aller et retour (Figure 25).

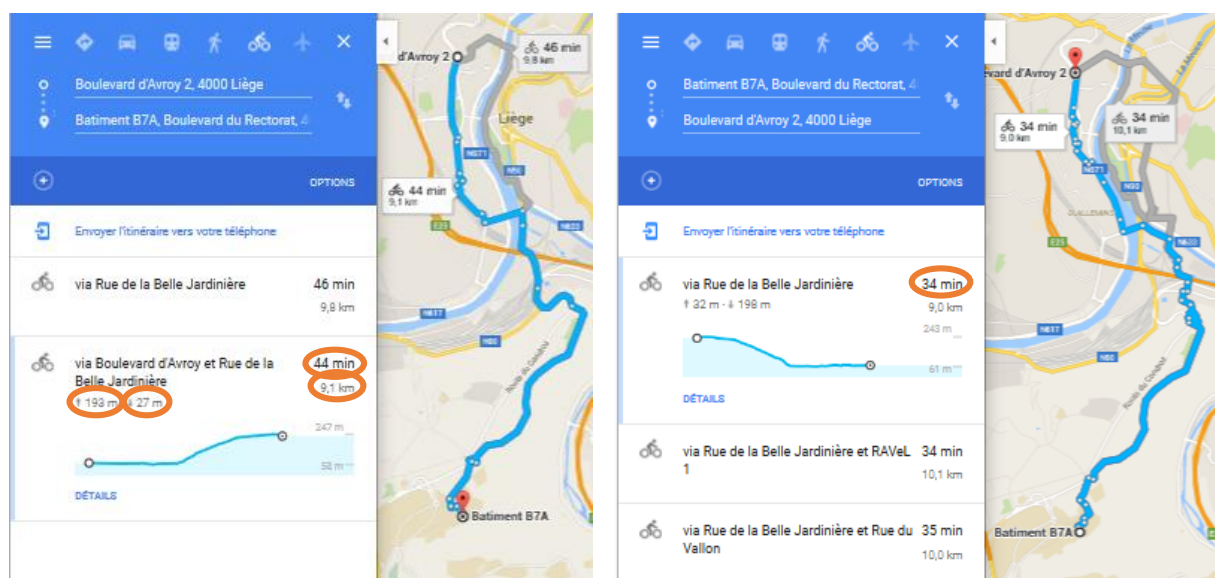


Figure 25. Données récoltées à l'aide de Google Maps, exemple d'un trajet

1.4.2 TAUX DE RÉPONSE ET STRUCTURE DE L'ÉCHANTILLON

Le Tableau 8 reprend les principales statistiques de l'ULg auxquelles nous comparons notre échantillon de répondants. Des statistiques supplémentaires (répartition par sexe en fonction du statut et répartition par faculté pour les étudiants) sont disponibles en Annexe (p. 137).

Par rapport à la population réelle de l'ULg, les étudiants sont sous-représentés, tandis que les doctorants et les membres du personnel sont surreprésentés. Les hommes sont également légèrement sous-représentés, et les femmes surreprésentées.

Il est donc possible qu'à cause d'un taux de réponse variable selon les différents types de profil, les statistiques que nous tirerons de notre échantillon ne soient pas exactement représentatives de l'ULg. C'est pourquoi en plus d'étudier l'échantillon comme un tout, les réponses aux questions des parties suivantes seront distinguées selon le statut et le sexe.

		Population ULg		Échantillon		Taux de réponses (éch./pop.)
Total		29029	100 %	1206	100 %	4,2 %
Statut	Étudiant	20455	70 %	689	57 %	3,4 %
	Doctorant	1728	6 %	126	10 %	7,3 %
	Personnel	6846	24 %	391	32 %	5,7 %
Sexe	Homme	13334	46 %	501	42 %	3,8 %
	Femme	15695	54 %	705	58 %	4,5 %

Tableau 8. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016)

L'âge des répondants est relativement variable : 90 % des étudiants ont entre 18 et 25 ans, et les extrema sont de 17 et 73 ans, tandis que 90 % des doctorants ont entre 23 et 31 ans (distribution normale), les extrema étant de 23 et 50 ans. L'âge des membres du personnel est étalé de façon beaucoup plus uniforme entre 23 et 72, avec toutefois une majorité entre 29 et 55 ans.

En ce qui concerne la fréquentation des différentes zones du campus, deux fois plus de personnes se rendent au Sart Tilman Nord qu'au Sart Tilman Sud ou qu'au centre-ville (Figure 26) (ces résultats sont cohérents avec l'enquête Cemul-ULg). Tout comme pour le statut et le sexe, les réponses aux questions des parties suivantes seront distinguées selon la zone du campus fréquentée.

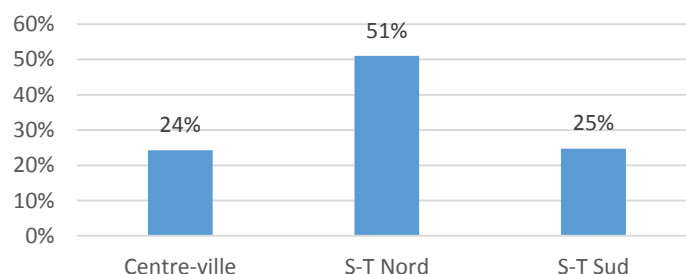


Figure 26. Fréquentation habituelle des zones du campus

Il est important de noter que quelques petits problèmes peuvent avoir faussé les résultats de cette partie, et qu'il faudra les retenir uniquement à titre indicatif.

En grande partie, cela est dû au fait que nous n'avons que peu d'influence sur l'envoi du questionnaire car pour des questions d'autorisation, ce n'est pas nous qui avons envoyé les mails,

mais plusieurs personnes intermédiaires sont intervenues. Ainsi, c'est seulement lors de la récolte des réponses que nous nous sommes rendu compte que le questionnaire avait été envoyé à des personnes qui n'étaient pas visées à la base, certaines informations sur le public ciblé s'étant sans doute perdues en chemin. Nous avons par exemple demandé à ce que le questionnaire ne soit pas envoyé sur le campus de Gembloux, mais le questionnaire a été envoyé à tous les étudiants inscrits à l'ULg sans aucune restriction (ces questionnaires ont toutefois été supprimés lorsque nous parvenions à les identifier).

Pour le personnel, un autre problème a été que l'outil choisi pour diffuser le mail ne permettait pas par la suite de tirer des statistiques exactes sur la population. Les données « réelles » ont donc été estimées au mieux, mais ne sont donc pas entièrement exactes.

La population des doctorants quant à elle est difficile à estimer puisque selon leur contrat, ils peuvent être considérés comme étudiants ou comme membres du personnel. Les chiffres donnés ci-dessus ne reprennent que les doctorants inscrits comme étudiants, et leur population est donc probablement sous-évaluée.

Finalement, nous nous sommes rendu compte via les commentaires de certains répondants que nous avons parfois été trop restrictifs dans certains choix de réponses, ce qui a amené plusieurs personnes à cocher une réponse qui ne leur correspondait pas. Par exemple, lorsque nous demandions aux étudiants dans quel cycle ils étaient, nous avons repris la même question et les mêmes réponses que dans l'enquête Cemul-ULg (bachelier, master, Erasmus), et nous aurions dû toutefois proposer des catégories supplémentaires pour les années préparatoires, les cours du soir, etc. (c'est d'ailleurs en partie pour cette raison que nous avons finalement décidé de ne pas analyser cette question). Pour une prochaine fois, nous retiendrons donc qu'il vaut toujours mieux ajouter un choix de réponse « autre » au cas où.

2. ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

2.1 PARCOURS RÉSIDENCE-ULg

Grâce aux adresses fournies par les répondants, différentes données sur les parcours résidence-ULg ont pu être calculées, telles que la distance exacte, le dénivelé, le temps de parcours et les axes principalement empruntés.

Les cartes ci-dessous montrent la répartition géographique des résidences des répondants, tout d'abord pour l'échantillon entier sans distinction (Figure 27), puis avec un zoom autour de l'ULg et une distinction selon le statut et selon le campus principalement fréquenté (Figure 28). On constate une densité d'habitation très nettement supérieure au centre-ville qu'ailleurs et qui rassemble la quasi-totalité des étudiants koteurs. Aucun autre pôle ne peut être aussi clairement défini.

La Figure 29 présente les distances réelles résidence-ULg, calculées à l'aide de *Google Maps*, et réparties en 5 catégories. Ces catégories ont été définies sur base de la revue de la littérature, qui pour rappel suggérait qu'en dessous de 1 km les gens avaient plutôt tendance à marcher, que la distance limite pour se rendre au travail à vélo classique était comprise entre 7,5 et 10 km, avec un potentiel plus important pour les distances courtes, et qu'en moyenne les déplacements à vélo électrique étaient 1,5 fois plus longs que les déplacements à vélo classique. Au final nous avons donc choisi les catégories suivantes :

- moins de 1 km : plus grande tendance à marcher qu'à utiliser le vélo,
- 1 à 4 km : potentiel très important pour le vélo,
- 4 à 8 km : potentiel important pour le vélo,
- 8 à 12 km : peu de potentiel pour le vélo classique, mais potentiel pour le vélo électrique,
- plus de 12 km : peu de potentiel pour le vélo.

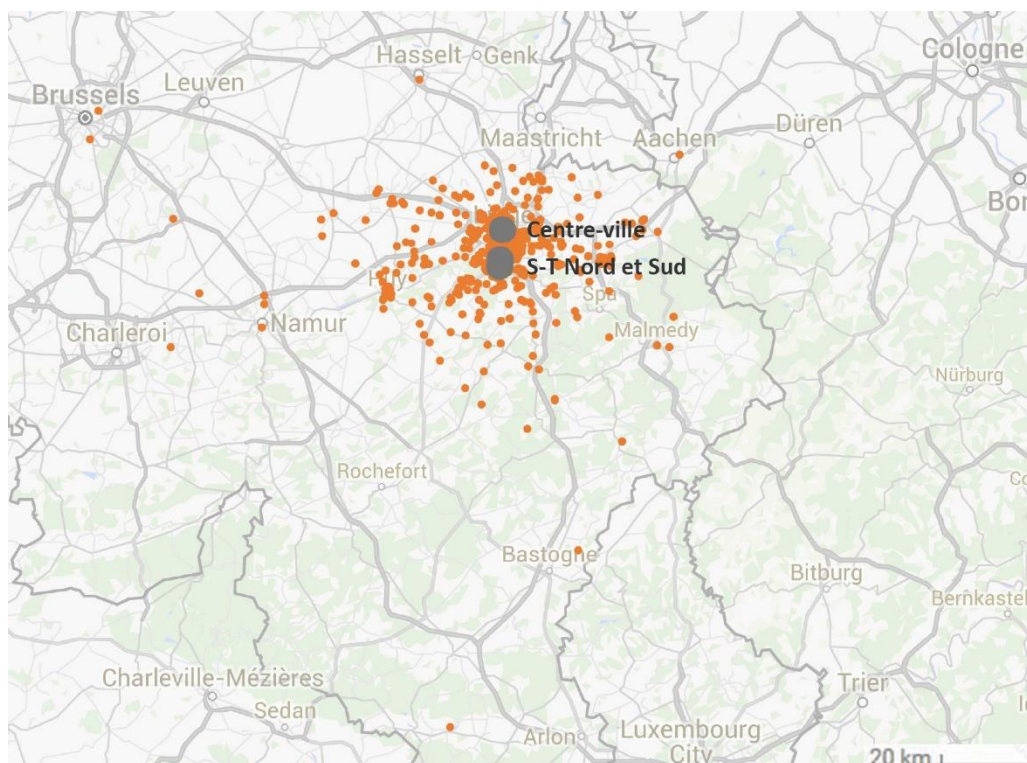


Figure 27. Répartition géographique des résidences

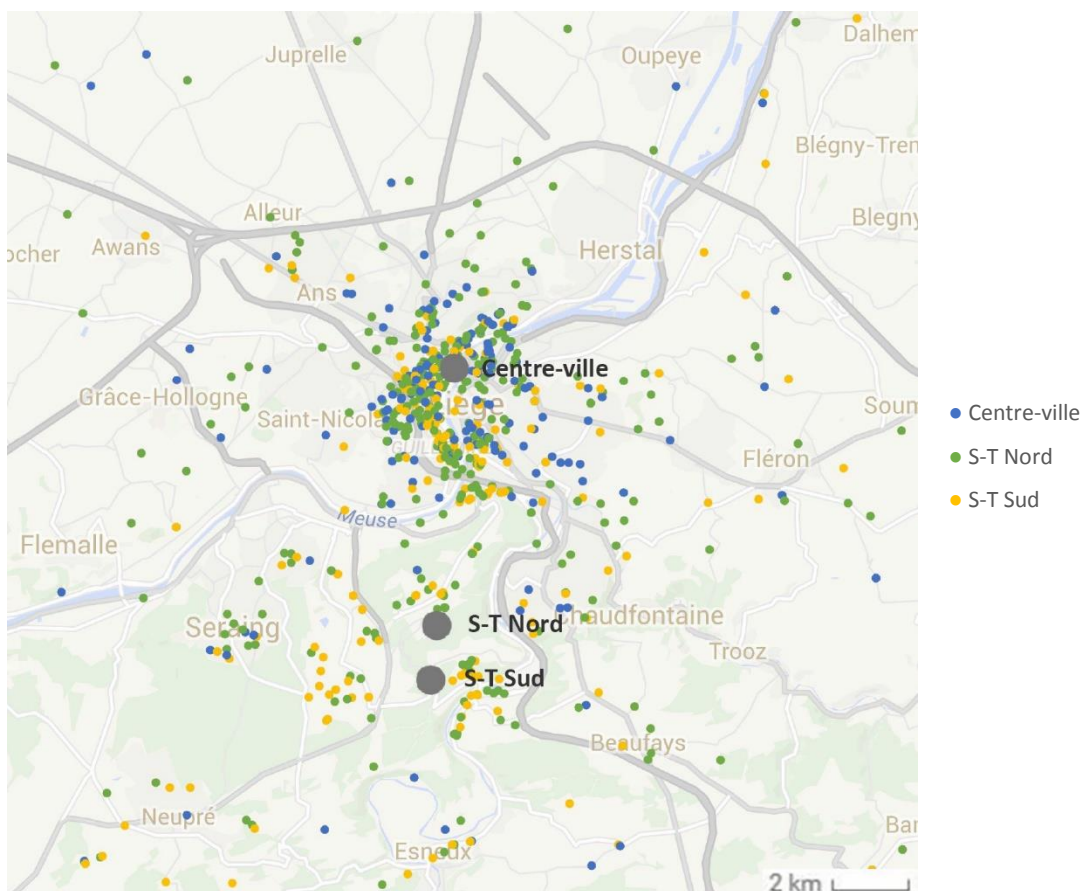
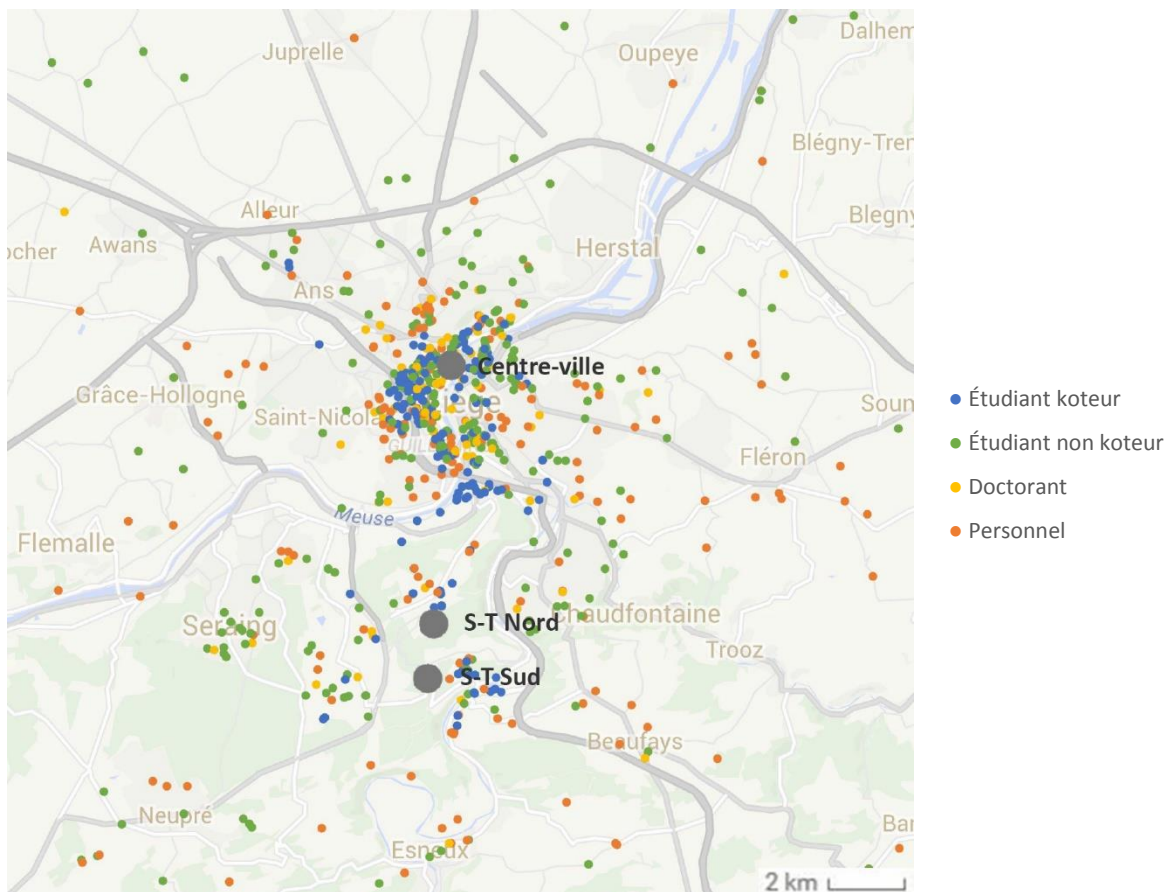


Figure 28. Répartition géographique des résidences selon le statut et selon le campus principalement fréquenté

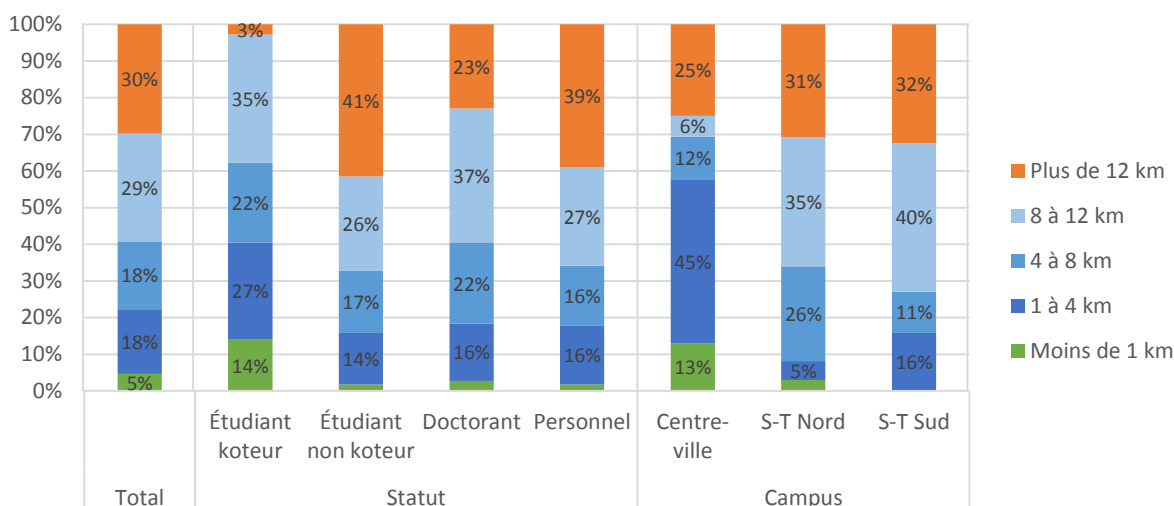


Figure 29. Distances résidence-ULg selon le statut et selon le campus fréquenté

Au total, près de deux tiers (65 %) des répondants habitent entre 1 et 12 km du campus qu'ils fréquentent le plus souvent, et plus d'un tiers (36 %) entre 1 et 8 km. En termes de distance, un grand nombre de personnes est donc susceptible d'utiliser le vélo.

Ces pourcentages augmentent significativement si on ne considère que les étudiants en kot, tandis qu'ils diminuent un peu pour les étudiants non koteurs et pour les membres du personnel.

La proportion de répondants habitant entre 1 et 12 km du campus qu'ils fréquentent le plus souvent est similaire pour chaque campus, cependant la majorité des personnes se rendant au centre-ville habitent à moins de 4 km, tandis que la majorité des personnes se rendant au Sart Tilman habitent à plus de 8 km, montrant donc un plus grand potentiel d'utilisation du vélo – du moins classique – pour le centre-ville.

Il est toutefois possible qu'à cause du biais de l'échantillon, il y ait un risque de sous-estimation des personnes habitant à plus longues distances, qui, se sentant moins concernées par l'enquête, n'y auraient pas répondu, ou dû à la surreprésentation des cyclistes, habitant automatiquement relativement près de l'ULg.

Bien que le contexte géographique de l'ULg ne puisse pas être exactement assimilé au contexte de la Belgique entière, ces chiffres restent toutefois cohérents avec ceux de Verhetsel et al. (2007) présentés dans la revue de la littérature (p. 11), et on peut donc supposer que le biais n'a pas eu un impact trop important sur cette question (Figure 30).

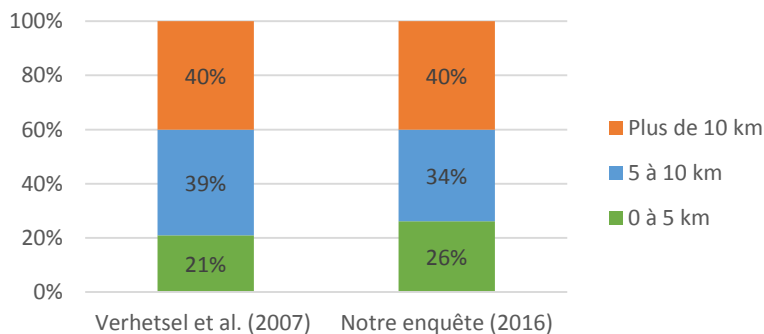


Figure 30. Comparaison des distances résidence – lieu de travail ou de cours avec Verhetsel et al. (2007)

Pour information, l'enquête de l'ICEDD de 2004 étudie également les distances résidence-campus. Toutefois, il s'agit des distances estimées par les répondants, et non des distances réelles. Par rapport à cette enquête, nos résultats montrent une proximité plus importante entre les résidences et l'ULg, mais cela peut s'expliquer – en tout cas en partie – par une surestimation des distances par les répondants de l'enquête de l'ICEDD (nous verrons en effet par la suite que les distances ont en général tendance à être surestimées), c'est pourquoi nous avons décidé de ne pas nous y comparer plus précisément.

Vu la topographie de la ville de Liège, la distance ne peut pas être considérée seule, et le dénivelé doit aussi être pris en compte. La Figure 31 indique les dénivelés cumulés pour les distances les plus susceptibles d'être parcourues à vélo (1 à 12 km).

Peu de personnes habitant à moins de 4 km de l'ULg ont un dénivelé important à franchir. Les personnes ayant à la fois une distance de 1 et 4 km et un dénivelé inférieur à 50 m à franchir totalisent 12 % de l'échantillon, soit une proportion non négligeable.

Par contre, la majorité des personnes ayant plus de 4 km à parcourir et presque la totalité des personnes ayant plus de 8 km à parcourir ont aussi un dénivelé supérieur à 150 m à franchir, ce qui limite très fortement l'utilisation du vélo classique.

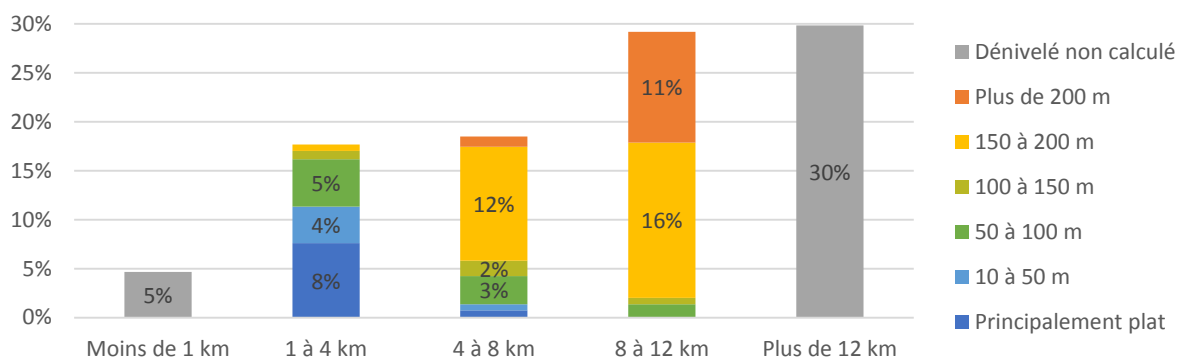


Figure 31. Distances et dénivelés résidence-ULg

Pour indication, les temps de trajet minimum et maximum selon la distance et le dénivelé d'après *Google Maps*, ainsi que le gain de temps moyen du trajet en descente par rapport au trajet en montée sont indiqués dans le Tableau 9.

	Temps maximal (en montée)	Temps minimal (en descente)	Différence relative moyenne
1 à 4 km	3 – 28 min	1,3 – 18 min	22 %
4 à 8 km	15 – 46 min	13 – 40 min	31 %
8 à 12 km	31 – 61 min	23 – 60 min	24 %

Tableau 9. Temps de trajet selon la distance et le dénivelé d'après *Google Maps*

2.2 MODES DE TRANSPORT

Pour évaluer les habitudes de mobilité, deux questions étaient posées sur les modes de transport utilisés⁶ : la première demandait la fréquence d'utilisation de chaque mode de transport dans la vie de tous les jours (Figure 32), la deuxième demandait le mode de transport principal utilisé pour le déplacement résidence-ULg (Figure 33).

En plus de l'étude des parts modales, ces questions avaient plusieurs buts. Tout d'abord, elles permettent une comparaison avec d'autres enquêtes afin de pouvoir étudier si une évolution des choix modaux a eu lieu dans le temps et afin de pouvoir identifier un éventuel biais si certains résultats paraissent incohérents. Par la suite, elles permettent de pouvoir associer un répondant à un mode de transport afin de voir l'impact que cela a dans les questions suivantes.

À part pour la marche, la proportion des modes de transport utilisés tous les jours ou presque (bleu foncé de la Figure 32) correspond très fortement aux parts modales des modes de transport principaux utilisés pour le déplacement résidence-ULg (Figure 33), et c'est uniquement sur ce dernier résultat que nous baserons les comparaisons ci-dessous.

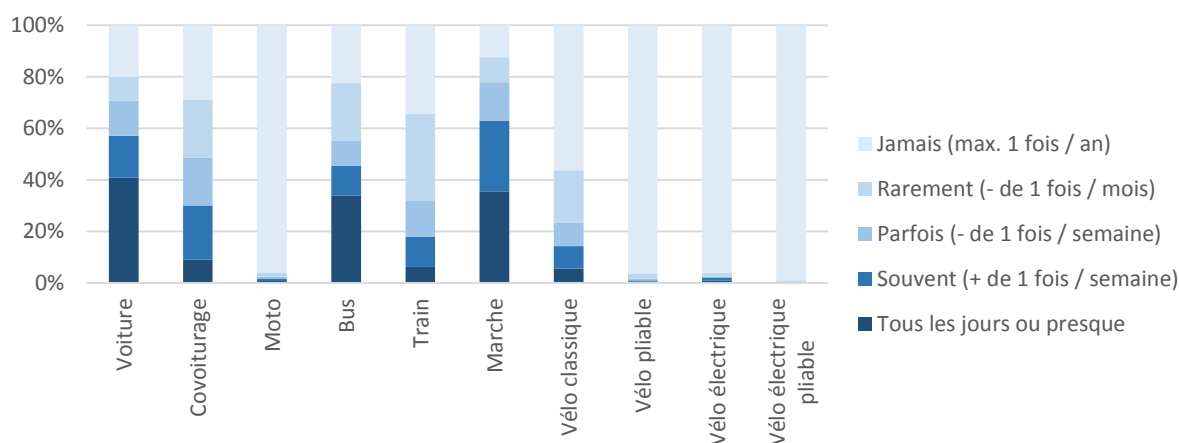


Figure 32. Fréquence d'utilisation des différents modes de transport

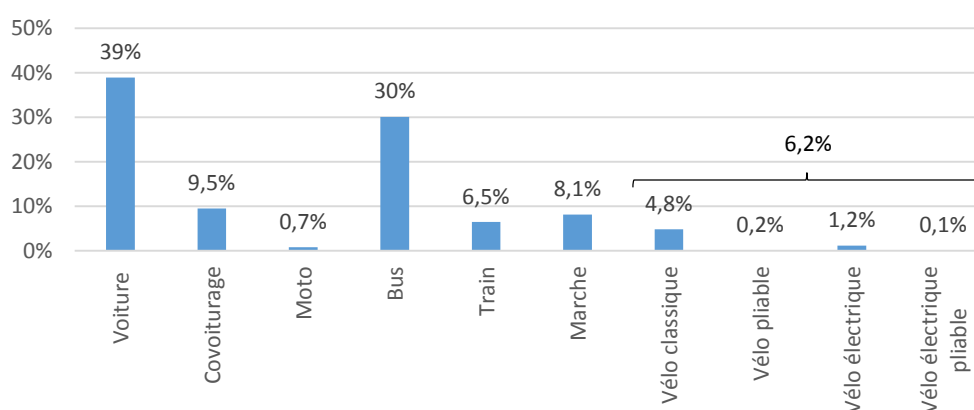


Figure 33. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg

⁶ Dans les tableaux et commentaires suivants :

- « Voiture » ne considère que les conducteurs seuls ;
- « Covoiturage » considère autant les conducteurs accompagnés que les passagers ;
- « Bus » sous-entend également le tram ou le métro ;
- « Marche » ne comprend que des trajets d'une durée supérieure à 10 minutes.

Tous types confondus, le vélo atteint une part modale de 6,2 % de l'échantillon. Rapporté à la population totale de l'ULg, cela représenterait 1800 vélos (dont près de 350 vélos électriques). Avant d'aller plus loin dans l'analyse des résultats, il est important de noter que, comparés au nombre de vélos que nous pouvons voir quotidiennement sur les différents sites du campus et par rapport aux résultats fournis par d'autres enquêtes, ces chiffres paraissent beaucoup trop élevés que pour être réellement représentatifs de la population de l'ULg. L'enquête BELDAM obtient par exemple une part modale pour le vélo de 0 % pour les étudiants et de 1 % pour les travailleurs liégeois, le Diagnostic des déplacements domicile-lieu de travail du SPF Mobilité et Transport de 1,5 % pour la Wallonie et de 1,4 % pour Liège, et l'enquête Cemul-ULg de 2 %. Comme nous l'avons signalé dans la méthodologie, le questionnaire, par son sujet même, a attiré une population plutôt cycliste ou pro-cycliste que non-cycliste, biaisant ainsi l'échantillon.

La Figure 34 compare les parts modales présentées ci-dessus avec les résultats de l'enquête de l'ICEDD et de l'enquête Cemul-ULg. Depuis 2004 (enquête de l'ICEDD), on constate une diminution de l'utilisation de la voiture au profit des transports en commun et de la mobilité douce, autant chez les étudiants que chez le personnel. Par rapport à 2013 (enquête Cemul-ULg⁷), il semble y avoir chez les étudiants une augmentation de la voiture individuelle et une légère augmentation de la marche (l'augmentation du vélo étant plutôt expliquée par le biais de l'échantillon).

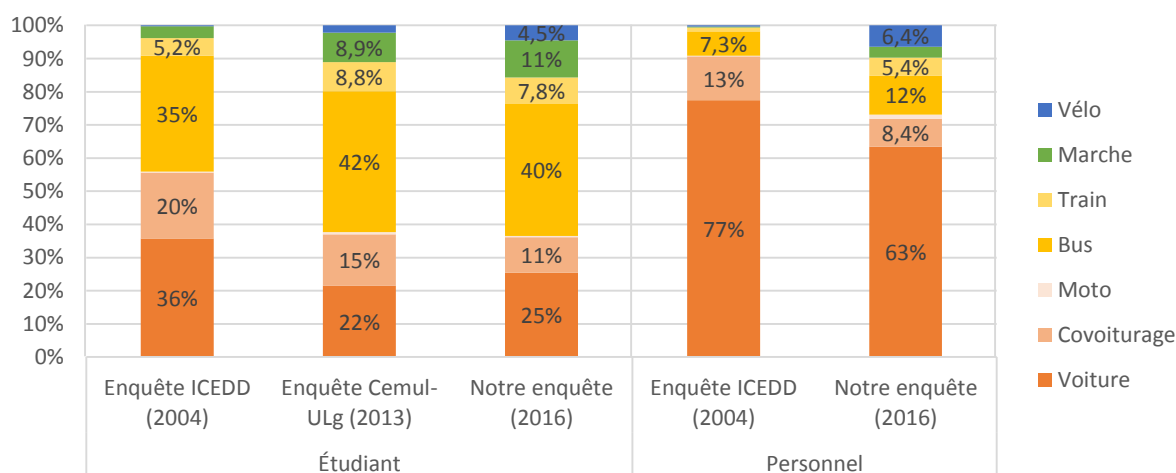


Figure 34. Comparaison des parts modales selon plusieurs enquêtes

En ce qui concerne les comparaisons entre les différents types de profil au sein de notre enquête, nous n'étudierons ici que ce qui concerne le vélo (Figure 35 et Figure 36), les résultats relatifs à tous les modes de transport sont disponibles en Annexe (p. 138). Rappelons qu'au vu du biais expliqué précédemment, les chiffres présentés ci-dessous ne sont pas à retenir en tant que tels, seules les comparaisons qualitatives entre les différents types de profil et types de vélo sont à retenir.

Le vélo est presque deux fois plus utilisé par les hommes que par les femmes. Il est aussi utilisé presque deux fois plus au centre-ville qu'au Sart Tilman. Finalement, ce sont les doctorants qui en sont les utilisateurs les plus fervents, près de trois fois plus que les autres catégories, tandis que les étudiants sont proportionnellement les personnes se déplaçant le moins à vélo.

C'est majoritairement le vélo classique qui est utilisé, mais le vélo électrique compte quand même pour presque un cinquième de la part modale. Les vélos pliables par contre restent extrêmement peu utilisés.

⁷ Dans l'enquête Cemul-ULg, les parts modales tenaient compte des chaînes multimodales. Le pourcentage associé (9 %) a été redistribué en tenant compte des autres pourcentages afin de permettre une comparaison avec cette enquête.

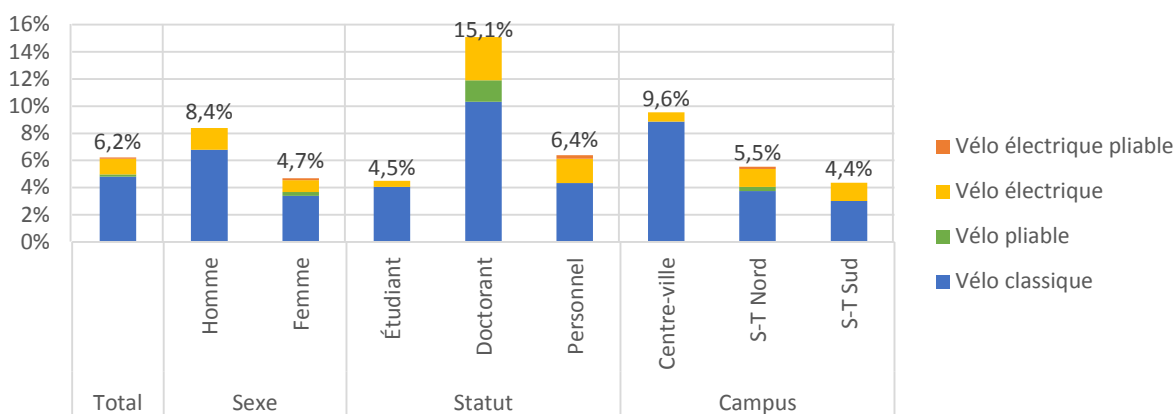


Figure 35. Part modale du vélo selon le profil du répondant

C'est par les personnes habitant à moins de 4 km de l'ULg que le vélo est le plus utilisé. Il est trois fois moins utilisé par les personnes habitant entre 4 et 12 km de l'ULg, et sa part modale devient insignifiante au-delà de 12 km. Entre 1 et 12 km, la part modale des vélos électrique et pliable augmente légèrement, tandis que la part modale du vélo classique chute significativement à 4 km. Entre 4 et 8 km et 8 et 12 km, il n'y a par contre pas de différences majeures à constater.

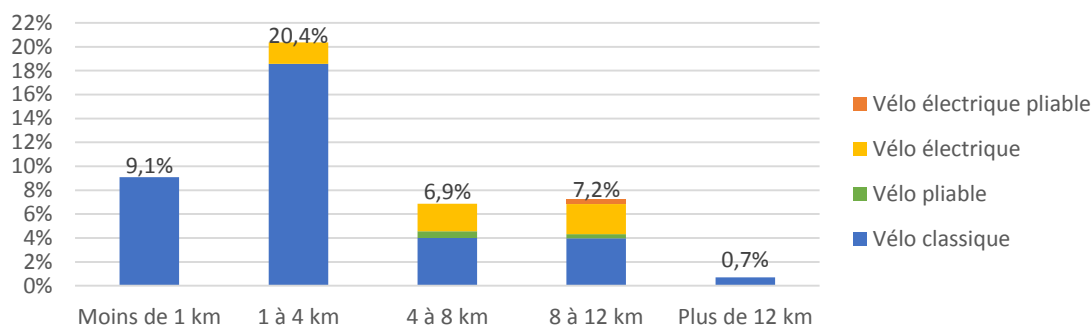


Figure 36. Part modale du vélo selon la distance résidence-ULg

En plus des résultats ci-dessus qui considèrent le vélo comme mode de transport principal, le vélo peut aussi faire partie d'une chaîne multimodale. Pour se rendre à l'ULg, 22 % des répondants utilisent plusieurs modes de transport, et parmi eux 14 % (ce qui correspond à 3 % de la population totale) utilisent en effet le vélo comme un des modes de transport.

Finalement, une question avait pour but d'évaluer le nombre de personnes propriétaires d'une voiture en comparaison avec le nombre de personnes propriétaires d'un vélo classique ou électrique (ces derniers risquant d'être surévalués à nouveau en raison du biais). Ces résultats sont présentés sur la Figure 37 selon le statut.

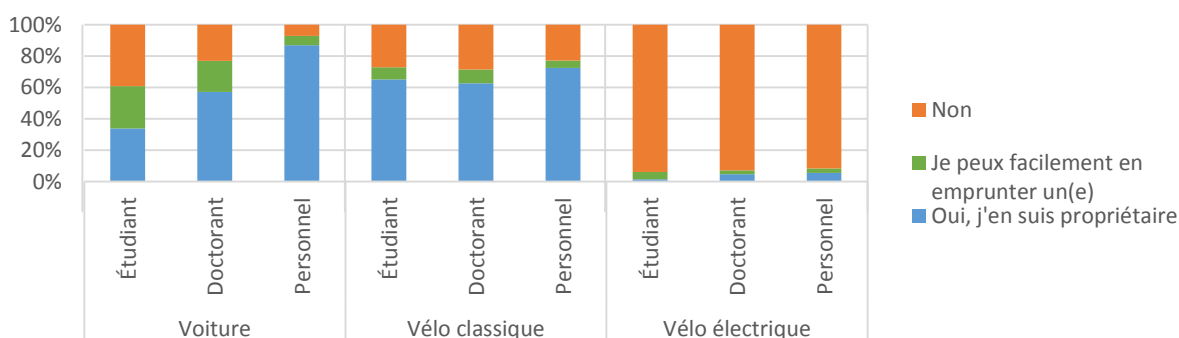


Figure 37. Possession d'une voiture ou d'un vélo selon le statut

2.3 SATISFACTION DES MODES DE TRANSPORT

Deux questions étudient la satisfaction obtenue par le mode de transport principal utilisé pour le déplacement résidence-ULg. La première demandait simplement aux répondants si oui ou non ils étaient satisfaits de leur mode de transport principal (Figure 38).

La deuxième demandait dans quelle mesure (sur une échelle de 0 à 10) ils conseilleraient ce mode à un ami ou un collègue. Le but de cette question est de calculer, pour chaque mode de transport, le *Net Promoter Score* (NPS) qui est un indicateur de la satisfaction et de la fidélité des usagers (Figure 39) (Bain & Company, s.d. ; Net Promoter Network, s.d. ; SurveyMonkey, s.d. ; Van Dessel, 2011), expliqué ci-dessous sur base des mêmes sources.

Le NPS, développé en 2003 par le consultant Fred Reichheld de Bain & Company, évalue de façon normalisée la mesure dans laquelle un répondant recommande une certaine société, produit ou service à ses proches. C'est un outil simple mais puissant pour mesurer la satisfaction client et se situer par rapport à la concurrence. S'il est principalement utilisé pour mesurer la satisfaction apportée par une entreprise ou un produit, rien n'empêche de l'utiliser dans le contexte plus particulier du marché du transport.

La méthodologie du NPS repose sur une seule question : « Dans quelle mesure recommanderiez-vous [société/produit/service] à un ami ou un collègue ? », avec des réponses pouvant aller de 0 à 10. Le calcul se base ensuite sur l'hypothèse que les clients peuvent être répartis en trois catégories :

- les promoteurs, qui donnent un score de 9 ou 10 : clients fidèles et enthousiastes qui vont continuer à acheter/utiliser le produit tout en le conseillant à d'autres ;
- les passifs, qui donnent un score de 7 ou 8 : clients satisfaits mais indifférents qui vont être sensibles aux offres de la concurrence ;
- les détracteurs, qui donnent un score entre 0 et 6 : clients mécontents, coincés dans une mauvaise relation, qui peuvent parler en mal du produit et lui nuire.

L'équation permettant de calculer le NPS est ensuite très simple :

$$NPS = \frac{\text{Nombre de promoteurs} - \text{Nombre de détracteurs}}{\text{Nombres de répondants}} * 100$$

Le NPS peut donc varier de -100, où tous les répondants sont des détracteurs, à 100, où tous les répondants sont des promoteurs. On détermine si un NPS est bon ou mauvais en le comparant à d'autres NPS.

Il a été montré que ce score est une bonne indication du potentiel de croissance. Les sociétés, produits ou services obtenant les meilleurs NPS tendent à surpasser le reste du marché, et à réaliser une croissance rentable et à long terme.

La satisfaction relative à l'usage de la moto et des vélos pliables n'est pas reprise dans ces graphiques car l'échantillon était insuffisant pour en tirer des statistiques. Nous avons inclus le vélo électrique dans les statistiques, mais il faudra toutefois prendre ces résultats avec précaution car l'échantillon n'est que de 14 personnes.

L'hypothèse à la base de ces questions, selon laquelle les modes de transport actifs sont plus satisfaisants que les autres, se confirme : la marche et tout particulièrement le vélo sont beaucoup plus appréciés que les modes de transport motorisés, voiture y compris. 100 % des usagers du vélo en sont satisfaits, et c'est de loin le mode de transport qui obtient le meilleur NPS, le vélo électrique encore plus que le vélo classique. Par contre, mis à part le covoiturage, les modes de transport motorisés obtiennent un NPS négatif, ce qui implique que si un autre mode de transport

répondant aux besoins des usagers de la voiture, du bus ou du train était vu comme plus satisfaisant, ces usagers seraient susceptibles de changer de mode de transport.

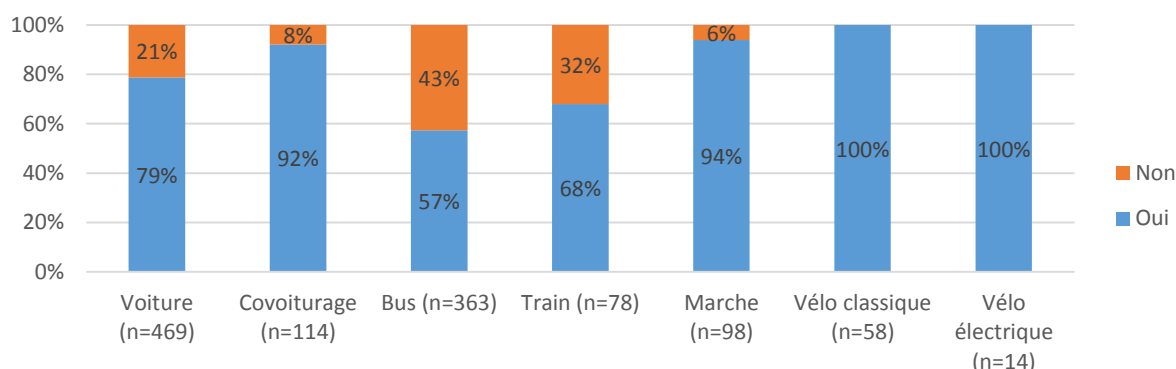


Figure 38. Satisfaction des usagers par rapport à leur mode de transport principal

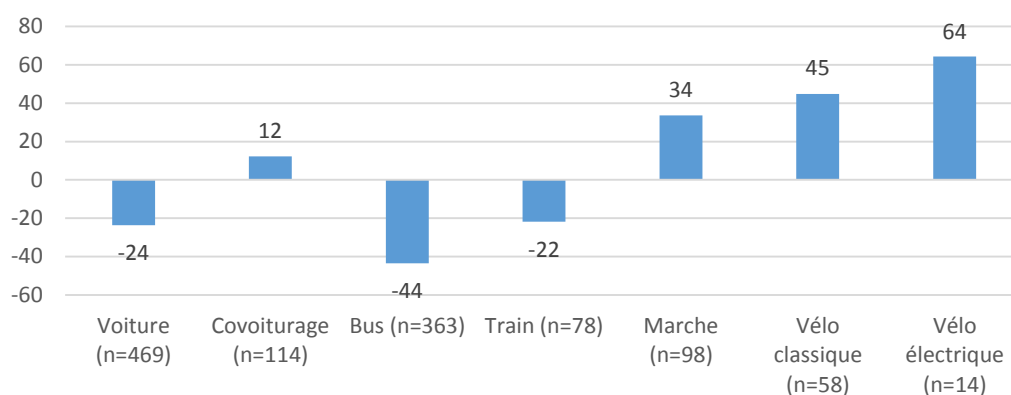


Figure 39. NPS des modes de transport principaux

Notons finalement que la question sur la satisfaction des usagers par rapport à leur mode de transport principal était également posée dans l'enquête Cemul-ULg pour la voiture, le bus et le train. Il nous paraît donc intéressant de comparer nos résultats avec ceux de cette enquête (Figure 40), car la différence est importante. En effet, l'enquête Cemul-ULg rapporte une insatisfaction nettement plus grande. La question principale était pourtant posée exactement de la même façon dans les deux enquêtes, mais après une analyse un petit peu plus approfondie du questionnaire Cemul-ULg, nous avons pu constater que directement dans la question, une sous-question était posée en dessous la réponse « non » pour demander pourquoi en offrant quelques propositions. Nous pensons donc que beaucoup de personnes qui auraient répondu « oui » dans l'absolu ont été incitées à répondre « non » en voyant ces propositions, ce qui expliquerait la différence entre les résultats des deux enquêtes.

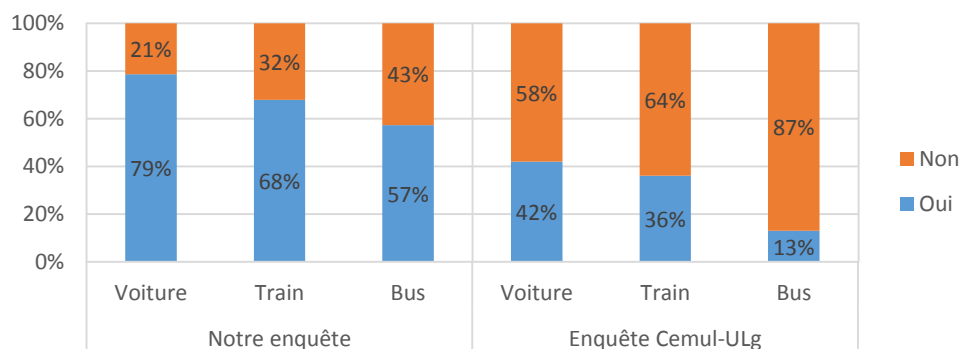


Figure 40. Comparaison de la satisfaction des usagers selon notre enquête et selon l'enquête Cemul-ULg

2.4 DÉTERMINANTS DE L'UTILISATION DU VÉLO

En parallèle pour le vélo classique et électrique, une liste de freins à l'utilisation du vélo était proposée aux répondants (la question n'était posée qu'aux personnes n'utilisant pas le vélo comme moyen de transport principal, c'est-à-dire 1131 personnes ou 94 % de l'échantillon). Cette liste, établie sur base des déterminants identifiés dans la littérature, est reprise dans le Tableau 10. Dans les discussions suivantes nous n'utiliserons que la dénomination courte de la deuxième colonne pour faire référence à ces freins.

Proposition telle que dans le questionnaire	Dénomination
Relief trop contraignant	Relief
Manque de pistes cyclables	Pistes cyclables
Insécurité routière	Insécurité
Matériel/sacs encombrants à transporter	Encombrement
Distance trop importante	Distance
Effort physique nécessaire trop important	Effort
Météo trop pluvieuse	Météo
Manque de douches à l'ULg	Douches
Manque de parkings sécurisés	Parkings
Trajet trop complexe (exemples : changement de campus pendant la journée, arrêts pour faire des courses ou déposer des enfants, etc.)	Complexité
Vitesse pas assez rapide	Vitesse
Trop de pollution ou de bruit à cause du trafic	Trafic
Prix d'achat du vélo trop cher	Prix
Autre	Autre

Tableau 10. Liste des freins à l'utilisation du vélo comme mode de transport

La Figure 41 reprend les freins cités par l'ensemble des répondants pour les vélos classique et électrique, classés par ordre d'importance pour le vélo classique.

Le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière sont des freins majeurs à l'utilisation du vélo, tant classique qu'électrique, comme mode de transport.

Le relief est le frein le plus important à l'utilisation du vélo classique, mais son importance aux yeux des répondants chute considérablement pour le vélo électrique. Il est cité par 2,6 fois moins de personnes, et passe de la 1^{ère} à la 8^{ème} place sur 13 dans l'ordre des freins les plus importants.

De façon plus générale, l'importance accordée à de nombreux déterminants est moindre si on considère le vélo électrique au lieu du vélo classique. Seuls quelques déterminants sont plus importants pour le vélo électrique que pour le vélo classique : le manque de parkings est très légèrement plus important pour le vélo électrique, et le prix du vélo, dont l'importance est minime pour le vélo classique, arrive en 3^{ème} position pour le vélo électrique et est cité par 12 fois plus de répondants que pour le vélo classique.

Les réponses citées dans la catégorie « Autre » étaient très diverses. Les raisons les plus citées étaient un trajet trop court fait tout aussi rapidement à pied, le temps supplémentaire nécessaire pour effectuer le trajet et prendre une douche, et la nécessité d'avoir un équipement adapté (sous-entendant l'impossibilité de porter une jupe ou des chaussures à talons pour les femmes). Plusieurs répondants ont aussi cité le froid, le manque d'éclairage urbain, le besoin ou l'obligation d'utiliser

la voiture pour des raisons professionnelles, le fait de ne pas savoir rouler à vélo, ou le fait de ne pas en posséder un. Finalement quelques répondants ont relevé le manque d'intermodalité, le manque de motivation, des problèmes de santé les empêchant de pédaler, des problèmes liés à leurs horaires, la peur du vol, la mauvaise qualité des pistes cyclables, ou le fait de ne pas aimer rouler à vélo. Plus spécifiquement pour le vélo électrique, les répondants ont principalement cité un manque d'intérêt pour le vélo électrique ou une préférence pour le vélo classique, mais certains ont aussi fait part d'inquiétudes quant au poids du vélo et à la charge de la batterie, ou témoigné d'une méconnaissance du vélo électrique.

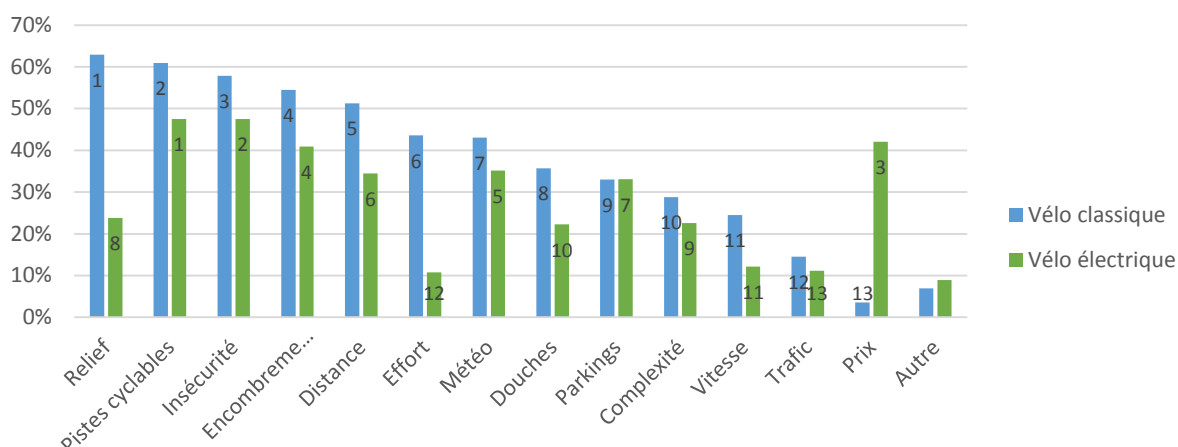


Figure 41. Freins à l'utilisation du vélo comme mode de transport et ordre d'importance

Le Tableau 11 et le Tableau 12 indiquent les déterminants cités comme freins respectivement pour le vélo classique et électrique en fonction du type de profil. La mise en forme conditionnelle aide à distinguer un frein important (orange foncé) d'un frein moins important (orange clair). Des graphiques toutefois plus visuels (mais moins synthétiques) sont présentés en Annexe (p. 141).

		Relief	Pistes cyclables	Insécurité	Encombrement	Distance	Effort	Météo	Douches	Parkings	Complexité	Vitesse	Trafic	Prix	Autre
Total		63	61	58	54	51	44	43	36	33	29	24	15	4	7
Sexe	Homme	61	60	53	50	49	41	40	44	35	24	26	15	3	8
	Femme	64	61	61	57	53	45	45	30	32	32	24	14	4	6
Statut	Étudiant	67	64	58	62	54	45	49	36	38	26	28	13	5	5
	Doctorant	62	68	64	50	40	42	43	44	34	19	19	16	2	11
	Personnel	57	54	56	42	50	42	33	33	25	37	20	16	1	8
Campus	Centre-ville	51	59	58	54	46	36	46	27	40	29	16	13	6	8
	S-T Nord	67	62	57	54	55	46	41	40	29	28	28	14	3	6
	S-T Sud	67	61	59	56	49	45	46	35	36	30	26	17	3	9
Mode de transport	Voiture	60	55	54	51	58	40	41	36	29	37	27	14	0	7
	Bus	73	69	65	58	46	53	46	39	33	23	26	16	7	4

Tableau 11. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon les types de profil (en %)

		Pistes cyclables	Insécurité	Prix	Encombrement	Météo	Distance	Parkings	Relief	Complexité	Douches	Vitesse	Effort	Trafic	Autre
Total		47	47	42	41	35	34	33	24	23	22	12	11	11	9
Sexe	Homme	47	44	44	35	32	30	33	21	18	25	12	9	11	11
	Femme	48	50	41	45	37	37	33	25	26	20	12	12	11	8
Statut	Étudiant	47	46	48	46	39	35	36	26	18	21	15	12	10	8
	Doctorant	50	52	50	39	33	27	35	19	16	29	7	7	11	12
	Personnel	47	49	30	33	29	36	28	22	33	22	9	11	14	10
Campus	Centre-ville	41	44	46	38	32	28	32	14	19	16	6	7	8	10
	S-T Nord	50	49	40	41	35	38	30	27	23	25	15	13	12	8
	S-T Sud	49	48	42	43	38	33	40	25	24	22	11	11	13	10
Mode de transport	Voiture	46	46	32	40	35	41	30	25	32	23	13	10	12	9
	Bus	52	52	52	42	38	27	35	26	15	23	12	13	11	6

Tableau 12. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon les types de profil (en %)

La majorité des freins sont perçus comme plus importants par les femmes que par les hommes. Suivant les déterminants et le type de vélo, la différence varie de 1 à 10 % de plus pour les femmes. C'est pour la complexité du trajet (des enfants à conduire par exemple), l'insécurité et l'encombrement que la différence est la plus importante. De façon surprenante, nettement moins de femmes accordent par contre de l'importance au manque de douches (différence de 14 % pour le vélo classique, avec 30 % des femmes contre 44 % des hommes), ce qui peut peut-être s'expliquer par le fait que plus d'hommes utilisent le vélo classique, et ont éventuellement une conduite plus « sportive ».

Il est plus difficile de mettre en évidence une tendance globale en fonction du statut. Les différences les plus importantes concernent sans grande surprise la complexité du trajet, qui est un frein presque deux fois plus important pour les membres du personnel que pour les étudiants ou les doctorants, et le prix du vélo électrique, nettement moins important pour le personnel (cité par seulement 30 % des membres du personnel contre près de 50 % des doctorants et étudiants). D'autres différences significatives concernent l'encombrement, vu comme plus important par les étudiants, et le manque de douches, plus souvent cité par les doctorants.

Pour les répondants se rendant le plus souvent au centre-ville, le relief, la distance, l'effort, la présence de douches et la vitesse sont des déterminants moins importants que pour les répondants se rendant au Sart Tilman, que ce soit pour le vélo classique ou électrique, ce qui s'explique sans doute principalement par des conditions urbanistiques différentes. Si le manque de parkings est important partout, il est toutefois beaucoup plus important au Sart Tilman Sud et au centre-ville qu'au Sart Tilman Nord.

Finalement, si nous comparons les freins cités en fonction du mode de transport principal utilisé par les répondants, nous constatons qu'une majorité de freins sont beaucoup plus fréquemment cités par les usagers du bus que par les automobilistes. Seules la distance, la complexité et la vitesse apparaissent comme plus importantes pour les automobilistes.

2.5 PERCEPTION DES DÉTERMINANTS

2.5.1 DISTANCE

Plusieurs questions portaient – directement ou indirectement – sur la perception des distances.

La première, identique pour tous, demandait une estimation de la distance entre les grands amphis (Sart Tilman Nord) et le Pont d'Avroy (centre-ville), deux lieux a priori connus par la majorité. La distance réelle entre ces deux points est de 9,0 km (selon l'itinéraire cycliste recommandé par *Google Maps*). Le Tableau 13 donne quelques statistiques sur les évaluations des répondants qui montrent plutôt une tendance à la surestimation. Lorsqu'on calcule les estimations selon le statut, on constate que la surestimation est légèrement plus importante chez les étudiants que pour le reste de l'échantillon (moyenne des estimations de 11,9 km).

Statistique	Valeur
Moyenne	11,4 km (surestimation de 27 %)
Moyenne réduite de 10 %	11,0 km (surestimation de 22 %)
Médiane	10 km
Mode	10 km
Écart-type	5,24 km
Estimations < 8 km	18 %
Estimations ≥ 8 km et ≤ 10 km	41 %
Estimations > 10 km	41 %

Tableau 13. Analyse de l'estimation de la distance grands amphis-Pont d'Avroy

La deuxième question demandait aux répondants une estimation de la distance entre leur résidence et le campus qu'ils fréquentaient principalement. Ces estimations sont comparées aux distances réelles, recalculées sur base des adresses fournies, graphiquement sur la Figure 42 et quantitativement dans le Tableau 14.

Que ce soit pour l'échantillon complet ou uniquement pour de courtes distances (moins de 12, 8 ou 4 km), plus de la moitié des répondants ont tendance à surestimer la distance résidence-ULg. Plus les distances réelles sont courtes, plus les erreurs deviennent importantes, avec une surestimation moyenne de 23 % pour tout l'échantillon qui dépasse 30 % si on ne considère que les distances réelles inférieures à 8 km (ce qui est cohérent avec les études de Franck Witlox, qui avancent que les distances les plus courtes sont les plus surestimées).

On conclut donc que de façon générale les distances ont plutôt tendance à être surestimées, et ce de façon plus importante pour les courtes distances. Cette surestimation reste toutefois relativement faible et peut sans doute en partie être expliquée par une question d'arrondis. D'autres facteurs tels que le relief ou le paysage urbain peuvent mener à une surestimation de la distance, la littérature peut être consultée pour plus d'informations à ce propos.

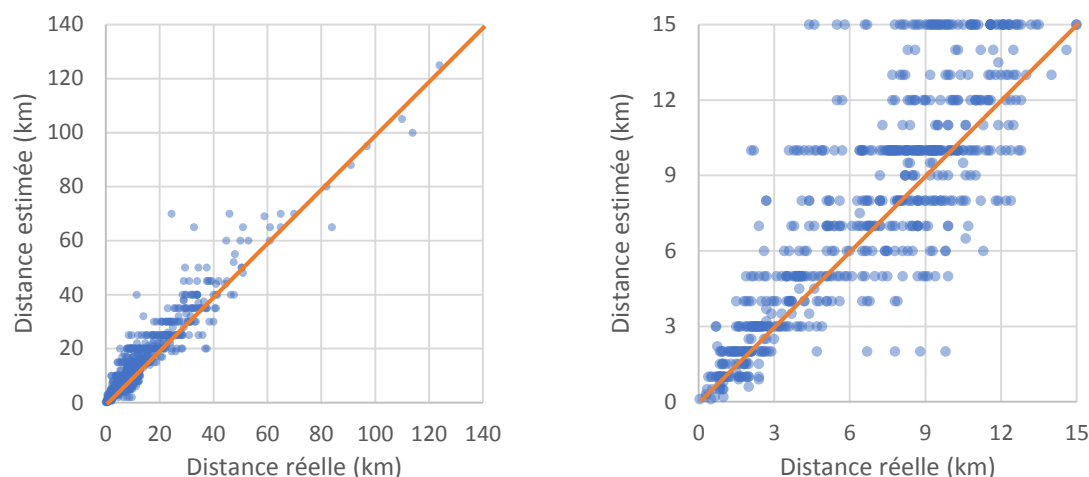


Figure 42. Comparaisons des distances résidence-ULg réelles et estimées

	Échantillon complet	Distance réelle		
		<12 km	<8 km	<4 km
Sous-estimation (erreur <-10 %)	19 %	21 %	23 %	24 %
Estimation correcte (erreur ≥-10 % et ≤10 %)	27 %	23 %	18 %	16 %
Surestimation (erreur >10 %)	54 %	56 %	59 %	60 %
Erreur relative moyenne	+ 23 %	+ 27 %	+ 31 %	+ 34 %

Tableau 14. Comparaisons des distances résidence-ULg réelles et estimées

Finalement, le Tableau 15 croise les données du nombre de personnes ayant cité la distance comme frein (pour le vélo classique) avec la distance réelle résidence-ULg. Évidemment, plus la distance réelle augmente, plus souvent la distance est citée comme frein. Il est par contre surprenant de constater que 13 % et 27 % des répondants habitant respectivement à moins de 4 et 8 km de l'ULg considèrent cette distance trop importante que pour être parcourue à vélo. Cela peut à nouveau témoigner d'une tendance à surestimer les distances, mais peut aussi venir du fait que les répondants sous-estiment la distance pouvant facilement être parcourue à vélo.

Distance réelle	Proportion des répondants ayant cité la distance comme frein
1 à 4 km	13 %
4 à 8 km	27 %
8 à 12 km	42 %
Plus de 12 km	79 %

Tableau 15. Proportion des répondants ayant cité la distance comme frein selon la distance réelle résidence-ULg

2.5.2 RELIEF

De la même façon que le Tableau 15 ci-dessus, le Tableau 16 croise les données du nombre de personnes ayant cité le relief comme frein (pour le vélo classique) avec le dénivelé réel résidence-ULg. Logiquement, tout comme pour la distance, plus le dénivelé réel augmente, plus souvent le relief est cité comme frein. Par contre, près d'un quart des répondants ayant un parcours résidence-ULg principalement plat considèrent le relief comme un frein important, résultat plutôt surprenant.

Dénivelé réel	Proportion des répondants ayant cité le relief comme frein
Principalement plat	23 %
10 à 50 m	37 %
50 à 100 m	53 %
100 à 150 m	62 %
150 à 200 m	68 %
Plus de 200 m	76 %

Tableau 16. Proportion des répondants ayant cité le relief comme frein selon le dénivelé réel résidence-ULg

2.5.3 TEMPS DE PARCOURS

Tout comme pour la distance, il était demandé aux répondants d'évaluer le temps que prenait le trajet entre les grands amphis (Sart Tilman Nord) et le Pont d'Avroy (centre-ville), et ce en voiture, en bus et en vélo afin de pouvoir comparer. Le Tableau 17 reprend pour chaque mode de transport la durée réelle approximative et quelques statistiques sur les estimations.

Avant toute chose, il est à noter que le but de cette partie n'est pas d'établir une comparaison entre le temps de trajet en fonction des différents modes de transport (de nombreux autres facteurs seraient à prendre en compte dans ce cas, tels que le temps de recherche d'un parking, le temps d'attente du bus, le temps de prendre une douche, etc.), mais bien d'établir des comparaisons entre la façon dont les temps de trajet sont évalués.

	En voiture	En bus (entre 8 et 9h et entre 16 et 18h)	À vélo	
			En montée (Pont d'Avroy-grands amphis)	En descente (grands amphis- Pont d'Avroy)
Temps réel ⁸	12 à 20 (selon la circulation)	~ 30	43	33
Moyenne	18	29,5	47,2	30,3
Moyenne réduite 10 %	17,4	29,2	45,2	28,8
Médiane	15	30	45	30
Mode	15	30	60	30
Écart-type	6,9	9,7	22	16,4

Tableau 17. Perception du temps de trajet grands amphis-Pont d'Avroy (en minutes)

En moyenne, les temps de trajet en voiture et en bus sont très bien évalués (tant par les étudiants et les doctorants, que par les membres du personnel). Le temps moyen de trajet estimé à vélo est aussi très proche de sa valeur réelle (avec toutefois une légère surestimation dans le sens de la montée et une légère sous-estimation dans le sens de la descente), mais l'écart-type est nettement plus grand, ce qui montre une plus grande variabilité des estimations. Une comparaison par statut montre une surestimation du temps de trajet à vélo en montée plus importante pour les étudiants, et une sous-estimation du temps en descente plus importante pour le personnel.

⁸ Temps de parcours annoncés par *Google Maps* pour la voiture et le vélo, et par les horaires des TEC pour le bus. Les temps réels sont toutefois variables et dépendent par exemple fortement de l'heure et de la circulation pour la voiture et le bus, ou de la condition physique du cycliste pour le vélo.

Finalement, selon de nombreux auteurs, le vélo est le mode de transport le plus rapide pour de courtes distances (jusqu'à 5 km), particulièrement en milieu urbain, car il permet d'éviter les embouteillages, le temps d'attente du bus, la recherche d'un parking, etc. (voir p. 7). Seuls 5 % des répondants ne sont pas d'accord avec cette affirmation, tandis que 56 % affirment que cela est vrai et que 32 % pensent que cela est possible mais n'y avaient jamais pensé (le reste ne s'étant pas prononcé).

2.5.4 MÉTÉO

Bien que la Belgique soit connue comme un pays pluvieux, il n'y pleut en réalité que 7 % du temps (à ne pas confondre avec la proportion des jours de pluie : il pleut en moyenne 200 jours par an, mais la durée des averses est variable et souvent de quelques heures au maximum) (GRACQ, s.d. ; IRM, s.d.). Ce chiffre est extrêmement surestimé par les répondants, deux tiers d'entre eux considérant qu'il pleut plus de 25 % du temps. Cette surestimation est d'autant plus importante parmi les étudiants (Figure 43).

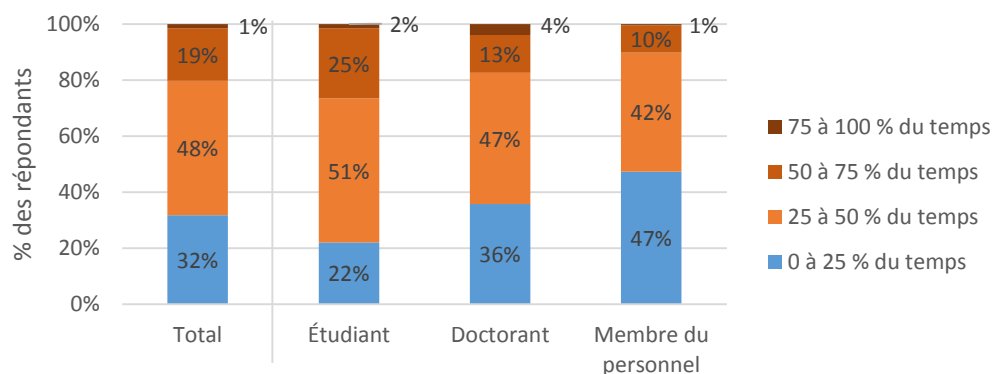


Figure 43. Estimation du temps de pluie

Si 7 % de temps de pluie peut sembler très peu à certains, ce chiffre n'est en fait pas si étonnant. En dérivant le pourcentage de temps de pluie à l'aide du nombre de jours de pluie par an et du nombre moyen d'heures de pluie par jour de pluie estimés par les répondants⁹, nous arrivons à une moyenne de 10 % et une médiane de 7 %, et presque la totalité des pourcentages recalculés se retrouvent dans la catégorie 0 à 25 % du temps (Figure 44).

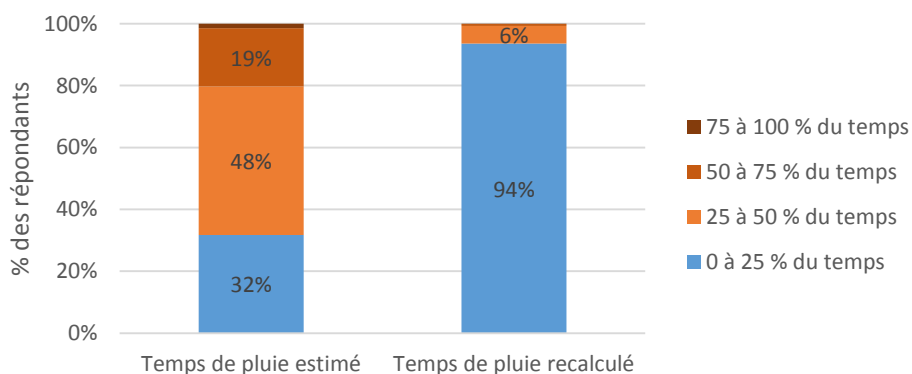


Figure 44. Comparaison entre temps de pluie estimé et recalculé

⁹ % de temps de pluie recalculé = $\frac{\text{nombre de jours de pluie / an (Q7.7)}}{365} * \frac{\text{nombre d'heures de pluie / jour de pluie (Q7.8)}}{24}$

2.5.5 COUTS

Afin d'évaluer la façon dont les couts sont perçus, une estimation du prix d'achat d'un vélo classique ou électrique de qualité moyenne, du prix d'un abonnement de bus d'un an et du cout d'une voiture sur un an (utilisation et amortissement) était demandée aux répondants.

Les premiers chiffres présentés ci-dessous sont entièrement indépendants de l'enquête. Il s'agit d'estimations que nous avons faites personnellement sur les couts d'utilisation des modes de transport. Ils nous serviront de base pour comparer les estimations des répondants, et ils nous permettront par ailleurs de comparer entre eux les couts des modes de transport.

ESTIMATIONS DES COUTS DES MODES DE TRANSPORT

Pour cette analyse, tous les couts liés à l'utilisation d'un vélo classique, d'un vélo électrique, du bus et d'une voiture ont été répertoriés et rapportés à une année. Les résultats sont présentés ci-dessous, avec chaque fois une évaluation basse, une évaluation moyenne et une évaluation haute (Tableau 18 à Tableau 21).

Sauf indication contraire, tous les couts présentés dans ces tableaux sont des hypothèses qui ont été évaluées sur base de recherches *Google* et les commentaires ci-dessous expliquent quelques hypothèses prises pour les calculs. Les lignes en italique apparaissent à titre indicatif, elles ne sont pas prises en compte directement dans le total, mais servent à calculer les différents sous-totaux. Finalement, soulignons que malgré les trois estimations systématiquement proposées, ces couts restent très variables d'un individu à l'autre, et ne sont donc présentés ici que pour donner un ordre de grandeur.

Pour tous les modes de transport, l'amortissement est compté sur six ans. Les indemnités n'ont été prises en considération pour aucun des modes, tout le monde ne pouvant pas en bénéficier.

Pour l'estimation du cout des vélos, le risque de vol n'a pas été pris en compte, risque pourtant très présent et qui peut considérablement augmenter le cout d'utilisation. Le prix réel d'un vélo de qualité moyenne est difficile à définir, en effet la gamme de prix sur le marché est très large, mais surtout une « qualité moyenne » se révèle être un terme peu précis. Le choix a été fait de se rapporter à la gamme de vélos proposée chez Decathlon, grand distributeur d'articles sportifs dans une gamme de prix grand public. L'entretien comprend les révisions techniques, la réparation des pneus crevés, le remplacement des plaquettes de freins et autres défaillances techniques. Son cout a été considéré comme identique pour tout type de vélo, un vélo bas de gamme ayant sans doute besoin de plus de réparations qu'un vélo de gamme supérieure, mais probablement moins coûteuses. L'équipement comprend l'achat éventuel des lampes, d'un cadenas, d'un casque, de vêtements fluo, de vêtements de pluie, de chaussures de sport, etc., dont le choix de la qualité peut amener à des prix très différents.

Pour le vélo électrique, il faut de plus compter un changement de batterie au bout de cinq ans environ pour une utilisation normale. Sur un amortissement de six ans, il n'est pas dit que cet investissement sera fait, et s'il est fait, le vélo sera probablement gardé plus longtemps. Nous avons toutefois décidé de garder ce cout dans nos calculs. De nombreuses sources estiment l'énergie nécessaire pour recharger la batterie durant une année de quelques euros (Cyclable, 2013 ; Holland Bikes, s.d. a ; NYCeWheels, s.d.), nous avons arbitrairement fixé cette valeur à 5 €.

Le prix d'un abonnement de bus, seul cout d'utilisation, varie selon l'âge et selon le type d'abonnement. L'abonnement *Next* permet de parcourir au maximum deux zones, tandis que l'abonnement *Horizon* donne accès au réseau complet (hors lignes *Express*).

Concernant la voiture, nous entendons par « petite voiture » une voiture de type segment B de 7 chevaux, et par « voiture moyenne » une voiture de type segment C de 11 chevaux. Le cout de

l'assurance augmente avec le type de voiture, mais reste haut pour les voitures d'occasion car nous avons pris l'hypothèse que celles-ci étaient principalement conduites par de jeunes conducteurs. Le coût de l'entretien augmente également avec le type de voiture, mais aussi avec son âge, une voiture d'occasion nécessitant généralement plus de réparations qu'une voiture neuve. Le kilométrage choisi (15 000 km/an) correspond à la moyenne belge (SPF Mobilité et Transports, s.d.), toutefois une personne réalisant tous les jours les trajets Liège-Bruxelles peut facilement atteindre 40 000 km/an, tandis que quelqu'un n'utilisant sa voiture que pour de courts trajets peut descendre à 4000 km/an, faisant ainsi considérablement varier le coût dédié au carburant. Finalement notons que de nombreux coûts que nous n'avons pas pris en compte peuvent venir s'ajouter : assurances complémentaires, réparations non couvertes par l'assurance, frais de stationnement, prix des *car wash*, etc. Les coûts finaux auxquels nous arrivons sont cohérents avec les résultats trouvés sur le web, qui suggèrent un coût annuel entre 3500 et 7000 € pour une voiture neuve de segment B ou C (Chodorge, 2012 ; De Mareschal, 2014 ; DH.be, 2016 ; Holland Bikes, s.d. a ; Le Point, 2015).

Vélo classique	Gamme inférieure	Gamme moyenne	Gamme supérieure
<i>Prix d'achat (Decathlon, s.d. a) (€)</i>	180	340	700
<i>Temps d'amortissement (années)</i>	6	6	6
Amortissement (sous-total) (€/an)	30	57	117
Entretien (€/an)	100	100	100
Équipement (€/an)	100	150	200
Total (€/an)	230	307	417

Tableau 18. Coût annuel de l'utilisation d'un vélo classique

Vélo électrique	Gamme inférieure	Gamme moyenne	Gamme supérieure
<i>Prix d'achat (Decathlon, s.d. b) (€)</i>	700	1300	1850
<i>Remplacement de la batterie (€)</i>	400	500	600
<i>Temps d'amortissement (années)</i>	6	6	6
Amortissement (sous-total) (€/an)	183	300	408
Entretien (€/an)	100	100	100
Équipement (€/an)	100	150	200
Électricité (€/an)	5	5	5
Total (€/an)	388	555	713

Tableau 19. Coût annuel de l'utilisation d'un vélo électrique

Bus	12-24 ans		25-64 ans	
	Next	Horizon	Next	Horizon
Abonnement annuel (TEC, 2016) (€/an)	126	165	312	390

Tableau 20. Coût annuel de l'utilisation du bus

Voiture	Petite voiture d'occasion	Petite voiture neuve	Voiture moyenne neuve
<i>Prix d'achat (€)</i>	5000	15000	25000
<i>Prix de revente (€)</i>	-200	-4500	-7000
<i>Temps d'amortissement (années)</i>	6	6	6
Amortissement (sous-total) (€/an)	800	1750	3000
<i>Taxe de mise en circulation (Le Moniteur Automobile.be, 2016b) (€)</i>	62	62	495
<i>Plaques d'immatriculation (€)</i>	30	30	30
Mise en circulation (sous-total) (€/an)	15	15	88
Taxe de circulation (Le Moniteur Automobile.be, 2016a) (€/an)	183	183	405
Assurance (€/an)	900	1000	1500
Entretien (€/an)	300	150	600
<i>Kilométrage (km/an)</i>	15000	15000	15000
<i>Consommation (L/100 km)</i>	6,5	6,5	6,5
<i>Prix carburant (€/L)</i>	1,36	1,36	1,36
Carburant (sous-total) (€/an)	530	530	1061
Total (€/an)	3524	4424	6919

Tableau 21. Cout annuel de l'utilisation d'une voiture

COMPARAISON DES COUTS RÉELS ET DE LEUR PERCEPTION PAR LES RÉPONDANTS

Afin d'évaluer la façon dont les couts sont perçus, une estimation de certains prix étaient donc demandée aux répondants. Le Tableau 22 et le Tableau 23 donnent quelques statistiques sur ces estimations.

Il est important de préciser que pour le vélo, ce n'était pas le cout d'utilisation qui était demandé, mais seulement le prix d'achat. Nous avons en effet considéré que le cout d'utilisation était trop variable selon le temps d'amortissement et trop difficile à estimer, encore plus que pour la voiture, tandis que le prix d'achat pouvait déjà donner une idée de la perception des couts.

En ce qui concerne le vélo, les estimations des répondants semblent en moyenne réalistes, avec toutefois une tendance à la sous-estimation, particulièrement pour le vélo électrique, dont le prix est estimé inférieur à 700 € par 40 % des répondants.

Le prix du bus est aussi relativement bien estimé en moyenne, avec cette fois une petite tendance à la surestimation pour les abonnements 12-24 ans (estimés uniquement par les répondants de 24 ans et moins) et à la sous-estimation pour les abonnements 25-64 ans (estimés uniquement par les répondants de 25 ans et plus).

Le cout de la voiture quant à lui est nettement sous-estimé. On aurait pu s'attendre à ce que son cout soit plus justement estimé par les automobilistes que par les personnes ne se déplaçant pas en voiture, mais les estimations de ces premiers sont aussi nettement inférieures au cout réel.

		Vélo classique de qualité moyenne	Vélo électrique de qualité moyenne	Abonnement de bus pour un an	
				12-24 ans	25-64 ans
Prix réel		180-700 Moyenne : 340	700-1850 Moyenne : 1300	126 ou 165	312 ou 390
Estimations	Moyenne	290	928	199	370
	Moyenne réduite 10 %	270	972	192	339
	Médiane	250	800	160	312
	Mode	200	1000	150	300
	Écart-type	233	749	92	285
Proportions des estimations		<180 : 31 %	<700 : 40 %	<126 : 23 %	<312 : 50 %
		≥180 et ≤700 : 66 %	≥700 et ≤1850 : 52 %	≥126 et ≤165 : 28 %	≥312 et ≤390 : 18 %
		>700 : 3 %	>1850 : 8 %	>165 : 49 %	>390 : 32 %

Tableau 22. Estimation des couts des vélos et du bus (en €)

		Utilisation et amortissement d'une voiture sur un an			
		Échantillon complet	Automobiliste	Étudiant et doctorant	Personnel
Prix réel		3500-7000	3500-7000	3500-7000	3500-7000
Estimations	Moyenne	2983	3257	2622	3743
	Moyenne réduite 10 %	2599	2888	2197	3500
	Médiane	2300	3000	2000	3000
	Mode	2000	3000	1000	3000
	Écart-type	3202	3135	3383	2630
Proportions des estimations	<3500	69 %	64 %	77 %	54 %
	≥3500 et ≤7000	26 %	30%	20 %	38 %
	>7000	5 %	6 %	3 %	8 %

Tableau 23. Estimation du cout de la voiture (en €)

2.6 IMAGE DES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

Les questions de cette partie tentent de comprendre globalement quelle est l'image du vélo en tant que mode de transport au sein de la population universitaire, un déterminant tout aussi important que ceux étudiés ci-dessus, mais peut-être plus difficile à cerner.

Avant d'aller plus loin dans notre analyse, rappelons que le biais de l'échantillon peut avoir eu un impact important sur les résultats. Nous supposons qu'à cause d'un échantillon « pro-cycliste », l'image relayée par l'échantillon est plus positive que l'image réelle. Pour cette raison, les résultats de cette partie ont été étudiés pour l'ensemble de l'échantillon, puis uniquement pour la partie de l'échantillon n'utilisant jamais le vélo comme mode de transport. Les résultats entre ces deux ensembles diffèrent au minimum de quelques pourcents, mais on obtient pour certaines questions des différences dépassant 10 %.

Ci-dessous, nous présenterons uniquement les résultats obtenus lorsqu'on ne considère que les personnes n'utilisant jamais le vélo. C'est la partie de l'échantillon qui nous intéresse le plus, puisque qu'elle relaye une image moins positive, et nous permettra donc plus facilement d'identifier les éléments à améliorer. De plus, au niveau de l'image, c'est les personnes qui n'utilisent jamais le vélo qu'il s'agit de convaincre. Les résultats pour l'entièreté de l'échantillon sont toutefois disponibles en Annexe (p. 139).

Les réponses ont également été étudiées selon le profil du répondant, et les différences sont illustrées ou commentées lorsque cela présente un intérêt.

Dans une première question, il était demandé aux sujets s'ils avaient déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail à vélo classique ou électrique. Les résultats sont présentés à la Figure 45. Le vélo électrique est moins souvent envisagé que le vélo classique, sauf parmi les membres du personnel.

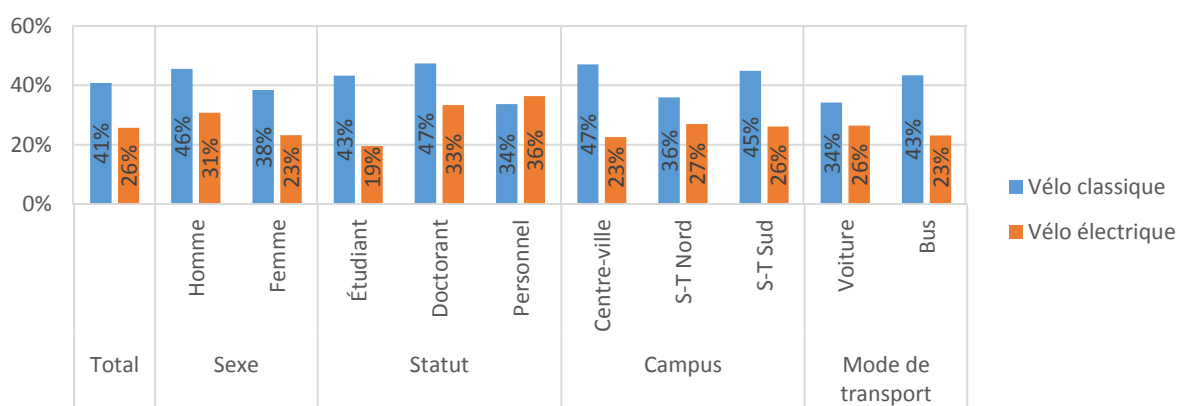


Figure 45. Proportion des répondants ayant déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail à vélo (répondants non cyclistes)

Il était ensuite demandé aux sujets leur avis sur les vélos classique et électrique en tant que mode de transport (Figure 46) et sur les cyclistes sur la route (Figure 47).

Deux tiers des répondants considèrent le vélo classique comme un mode de transport au même titre que la voiture ou le bus, mais pas à Liège pour la moitié d'entre eux. Le vélo électrique est également considéré comme un mode de transport au même titre que la voiture ou le bus par deux tiers des répondants, mais cette fois une plus grande proportion pense également cela pour la ville de Liège. Le vélo électrique est également nettement moins vu comme un loisir ou un sport que le vélo classique.

On note également quelques différences d'opinion selon le profil : les doctorants ont une vision plus positive du vélo (autant classique qu'électrique) en tant que mode de transport que les étudiants et les membres du personnel, et les automobilistes ont plus tendance que les autres usagers à considérer que le vélo classique n'est pas un mode de transport mais seulement un loisir ou un sport.

La majorité des répondants considèrent que sur la route, les cyclistes sont des usagers au même titre que les automobilistes. Seuls 6 % pensent qu'ils ne devraient pas être là, tandis que 32 % estiment au contraire qu'ils devraient être favorisés. De façon intéressante, on constate que les réponses à cette question varient peu quel que soit le profil considéré (selon le sexe, le statut et le campus, mais aussi selon le mode de transport principal).

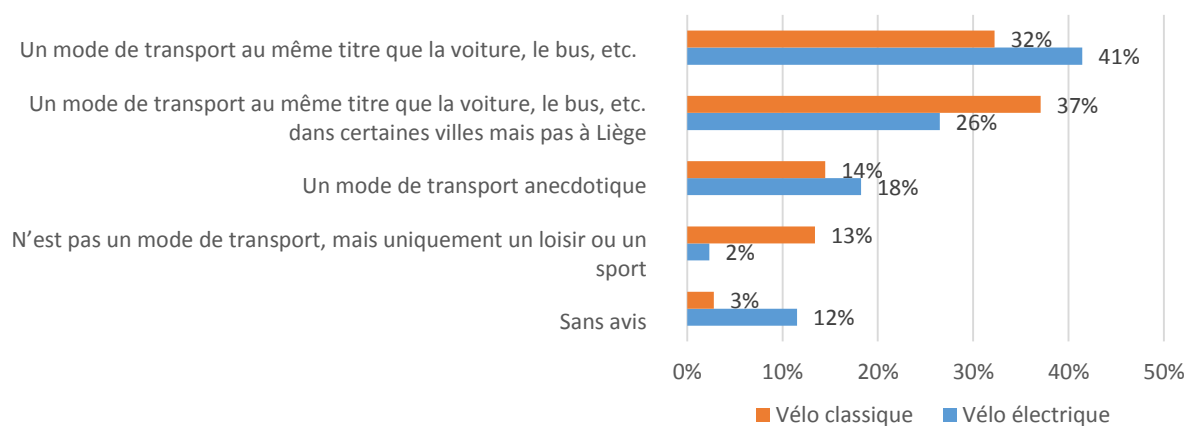


Figure 46. Image des vélos classique et électrique en tant que mode de transport (répondants non cyclistes)

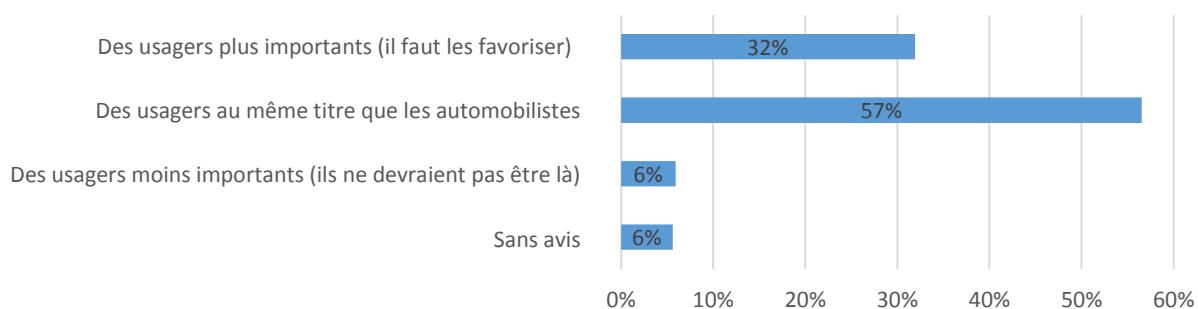


Figure 47. Image des cyclistes sur la route (répondants non cyclistes)

Deux questions tentaient ensuite d'identifier respectivement qui était vu comme utilisateur potentiel des vélos classique et électrique (Tableau 24 et Tableau 25).

Le vélo classique est principalement vu comme un mode de transport pour les personnes qui ne parcourent que de petits trajets, et est vu comme un mode de transport pour les personnes soucieuses de l'environnement et pour les sportifs, avant d'être vu comme adapté à tous.

Le vélo électrique est principalement vu comme un mode de transport pour les personnes ayant de fortes montées sur leur trajet ou qui ont les moyens d'en acheter un, et est vu comme un mode de transport pour les personnes parcourant de plus longs trajets et en moins bonne condition physique, avant d'être vu comme adapté à tous.

Le vélo, classique ou électrique, n'est vu comme un mode de transport pour tous que par un quart des répondants.

Tout le monde	26 %
Les personnes qui ne parcourent que de petits trajets	63 %
Les personnes soucieuses de l'environnement	46 %
Les sportifs	42 %
Les personnes à faibles moyens	8 %
Autre	4 %

Tableau 24. Utilisateurs potentiels du vélo classique (répondants non cyclistes)

Tout le monde	24 %
Les personnes ayant de fortes montées sur leur trajet	50 %
Les personnes qui ont les moyens d'en acheter un	49 %
Les personnes parcourant de plus longs trajets	35 %
Les personnes en moins bonne condition physique	29 %
Les personnes âgées	18 %
Autre	3 %

Tableau 25. Utilisateurs potentiels du vélo électrique (répondants non cyclistes)

Le but de la question suivante était d'évaluer à quel point les caractéristiques du vélo électrique sont connues. Les résultats sont repris dans la Figure 48. On constate que les caractéristiques du vélo électrique sont méconnues d'au moins un quart des répondants.

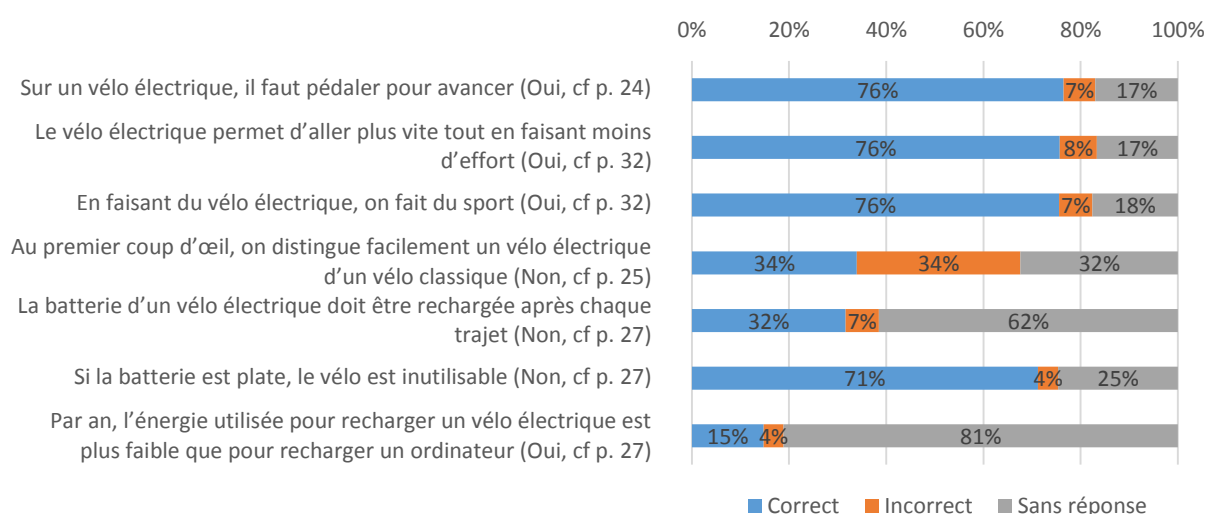


Figure 48. Évaluation des caractéristiques du vélo électrique (répondants non cyclistes)

En plus de ces caractéristiques plutôt techniques, il est à noter qu'utiliser un vélo électrique à la place d'un vélo classique est considéré comme « tricher » par 11 % des répondants, 83 % considèrent que ce n'est pas le cas et 6 % ne se prononcent pas. Or à partir du moment où on est d'accord que le vélo électrique est un mode de transport et permet en plus de faire du sport, il ne peut être considéré comme de la triche.

Le risque d'avoir un accident à vélo électrique par rapport au vélo classique est plus élevé selon 10 % des répondants, identique selon 73 % et plus faible selon 2 % (15 % ne se prononcent pas). Selon la revue de la littérature, le risque semble en réalité plus élevé (voir p. 37).

Une question s'intéressait ensuite à l'évaluation de la difficulté la côte du Sart Tilman (montée de la route du Condroz ou de la rue de la Belle-Jardinière) à vélo classique ou électrique. Pour une majorité de répondants, cette côte semble difficile à vélo classique et faisable à vélo électrique.

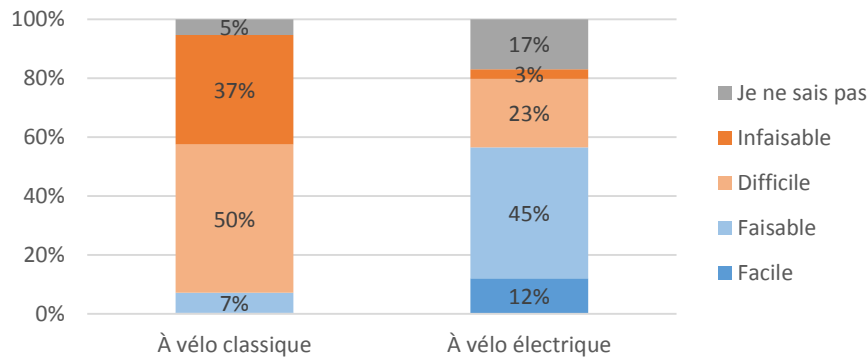


Figure 49. Évaluation de la difficulté la côte du Sart Tilman (répondants non cyclistes)

Finalement, une dernière question s'intéressait à la proportion de répondants ayant déjà essayé un vélo électrique, et était suivie de deux questions concernant l'intérêt pour un tel essai, et la connaissance des services proposant un essai gratuit. Les résultats sont présentés à la Figure 50.

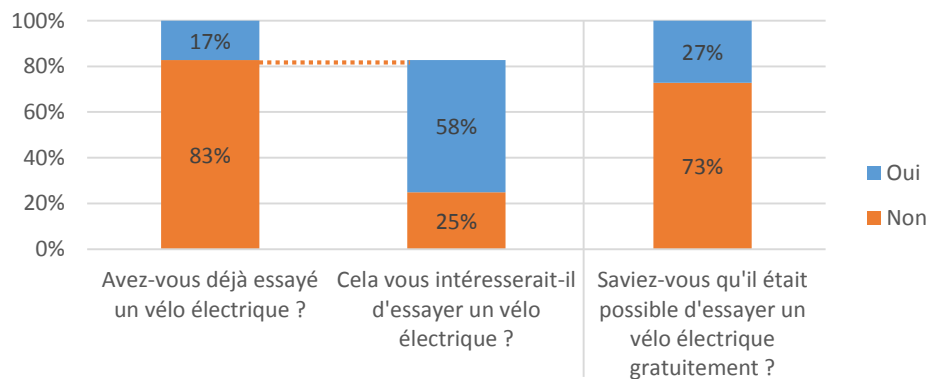


Figure 50. Questions relatives à l'essai du vélo électrique

2.7 CONDITIONS POUR UN REPORT MODAL

2.7.1 PARKING VÉLO À DOMICILE

Dans les conditions actuelles (aucun parking vélo sécurisé dans les rues, aucun système de location), disposer d'un emplacement vélo à domicile est une condition *sine qua non* pour se déplacer à vélo. Les questions de cette partie ont pour but d'évaluer la proportion des individus disposant d'un emplacement satisfaisant pour ranger un vélo, ou le cas échéant en souhaitant un. Cela permettra donc d'identifier la demande en parking à domicile et la nécessité d'éventuelles autres solutions (box de rangement dans les rues par exemple).

Les résultats sont étudiés tout d'abord pour l'échantillon complet (Figure 51), puis uniquement pour les étudiants résidant en kot durant la semaine (c'est-à-dire exactement un tiers des étudiants) (Figure 52).

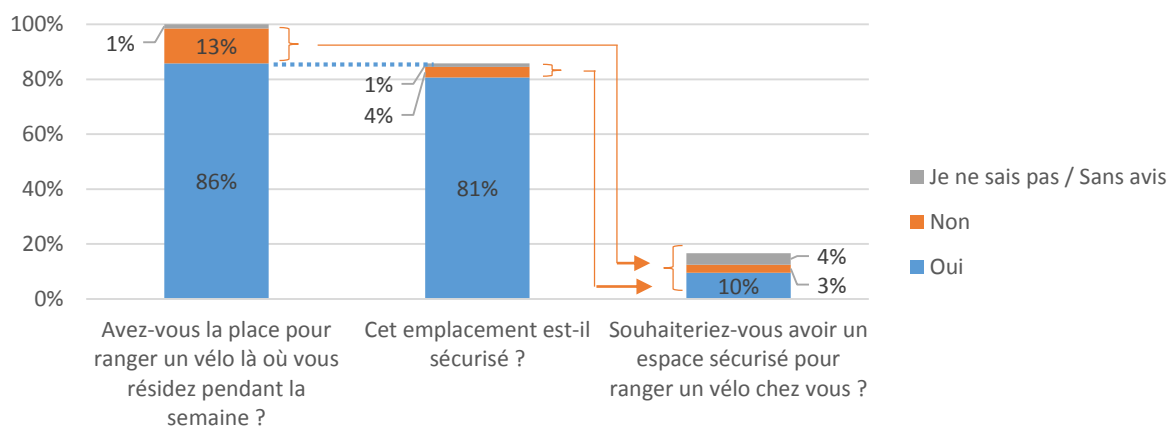


Figure 51. Résultats des questions relatives aux emplacements vélos à domicile

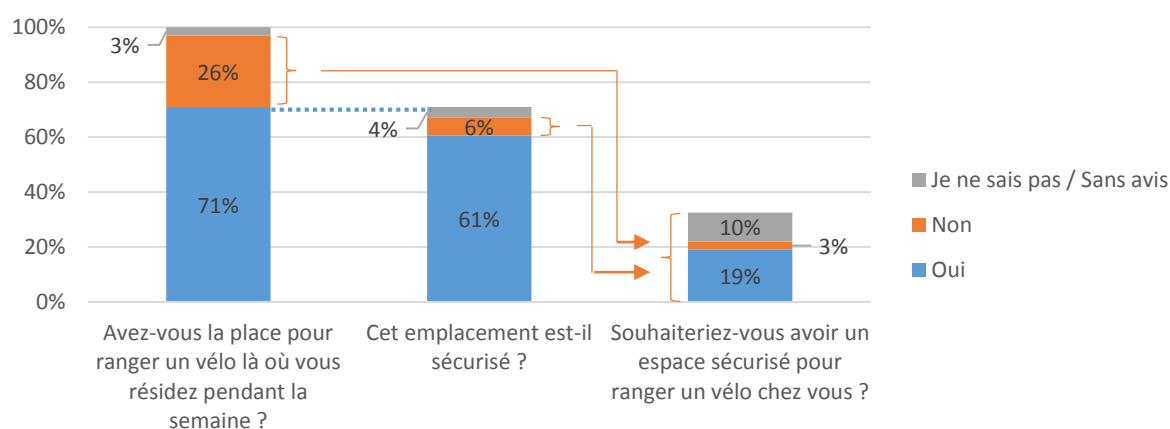


Figure 52. Résultats des questions relatives aux emplacements vélos à domicile chez les étudiants koteurs

Si les répondants disposent déjà majoritairement d'un emplacement pour vélo sécurisé à leur résidence, 10 % de l'échantillon restent quand même insatisfaits, fraction non négligeable, qui de plus risque d'être sous-estimée au vu du biais de l'échantillon (surreprésentation de cyclistes).

L'hypothèse d'un manque de rangements vélos chez les koteurs, qui nous avait poussés à étudié ces questions plus spécifiquement pour eux, se confirme dans les résultats : les emplacements sont à la fois moins nombreux et moins sécurisés dans les kots, et la demande est deux fois plus grande pour les étudiants koteurs que pour l'échantillon entier. Sur le plan urbanistique, ce résultat n'est pas à négliger : en l'extrapolant à toute la population étudiante, c'est en effet dans plus de 1500 kots liégeois qu'un emplacement vélo sécurisé est souhaité.

2.7.2 INCITANTS

Dans le but d'identifier les stratégies de promotion du vélo les plus efficaces, il était demandé aux répondants s'ils envisageraient de se déplacer plus souvent ou occasionnellement à vélo sous certaines conditions, listées dans le Tableau 26, et auxquelles nous nous référerons dorénavant selon la dénomination courte proposée dans la deuxième colonne de ce tableau. Cette question n'était posée qu'aux personnes n'utilisant pas le vélo comme moyen de transport principal, c'est-à-dire 1131 personnes ou 94 % de l'échantillon.

Condition telle que dans le questionnaire	Dénomination
S'il y avait des pistes cyclables sur votre trajet ?	Pistes cyclables
Si vous receviez des indemnités de 0,22 €/km ? (pour idée, un aller-retour centre-ville – Sart Tilman 5 fois/semaine équivaut à des indemnités de 80 €/mois)	Indemnité
S'il y avait plus de parkings et de douches à l'université ?	Parkings et douches
Si vous pouviez prendre votre vélo dans les transports en commun ?	Transports en commun
S'il y avait encore plus d'embouteillages ?	Embouteillages
Si vous receviez une aide à l'achat d'un vélo ?	Aide à l'achat
Si les couts associés à la voiture venaient à augmenter significativement ? (exemples : parkings payants partout, prix du carburant, péages urbains, taxes, etc.)	Cout voiture
Si plusieurs de vos connaissances commençaient à utiliser le vélo comme mode de transport et vous le conseillaient ?	Influence
S'il y avait des stations de location de vélo à l'heure près de votre domicile et à l'université ?	Location

Tableau 26. Liste des conditions proposées pour l'utilisation du vélo comme mode de transport

Le Tableau 27 reprend la proportion des répondants (au total et selon les types de profil) ayant reconnu qu'ils envisageraient de se déplacer à vélo (plus souvent ou occasionnellement) en fonction de la condition proposée. Tout comme pour l'importance des déterminants, une mise en forme conditionnelle aide à distinguer l'efficacité des mesures, mais des graphiques plus visuels sont proposés en Annexe (p. 144).

		Pistes cyclables	Indemnité	Parkings et douches	Transports en commun	Embouteillages	Aide à l'achat	Cout voiture	Influence	Location
Total		71	57	53	43	42	42	36	34	31
Sexe	Homme	71	63	58	42	48	40	41	33	30
	Femme	71	53	50	43	38	43	32	35	33
Statut	Étudiant	74	66	56	51	44	45	37	45	35
	Doctorant	82	66	70	43	51	52	39	35	37
	Membre du personnel	62	38	43	29	36	33	32	16	23
Campus	Centre-ville	72	57	51	45	40	46	31	35	39
	Sart Tilman Nord	67	55	52	43	41	38	34	33	28
	Sart Tilman Sud	78	62	58	41	46	46	43	37	31
Mode de transport	Voiture	62	46	46	28	40	33	39	23	23
	Bus	82	70	60	58	47	51	33	46	36

Tableau 27. Proportion des répondants qui envisageraient de se déplacer à vélo en fonction des conditions et du type de profil (en %)

Il est important de préciser que les pourcentages présentés dans le Tableau 27 ne correspondent pas au report modal qu'il pourrait réellement y avoir, la question ne demandant en effet pas aux répondants s'ils utiliseraient le vélo comme mode principal, mais seulement s'ils l'utiliseraient plus souvent ou occasionnellement. Le but de cette question n'est aucunement d'évaluer le report modal possible, qui est par ailleurs difficile à estimer car il dépend de nombreuses autres conditions, mais simplement d'identifier l'efficacité potentielle de différentes mesures.

Les conditions qui amèneraient le plus de personnes à se déplacer à vélo sont l'aménagement de pistes cyclables, l'indemnité kilométrique et l'installation de parkings et de douches. Il est à noter également qu'aucune des conditions proposées ne semble inefficace.

Toutefois, probablement à nouveau à cause d'un échantillon un peu trop « pro-cycliste », la proportion des répondants qui envisageraient de se déplacer à vélo (même rien qu'occasionnellement) sous les différentes conditions proposées est probablement trop élevée que pour être représentative de l'ULg.

L'enquête Cemul-ULg demandait en effet aux étudiants s'ils seraient prêts à utiliser davantage le vélo, et seuls 13 % ont répondu affirmativement à cette question (59 % ont répondu non et 28 % n'ont pas répondu). Notons toutefois que cette question était un peu différente de la nôtre. Tout d'abord, la question du Cemul-ULg était posée pour le vélo de façon générale, tandis que nous précisions que le vélo pouvait être classique, électrique ou pliable. Ensuite, leur question était de façon sous-entendue posée dans les conditions de mobilité actuelles, tandis que le but de notre question était justement de proposer plusieurs pistes d'améliorations, ce qui automatiquement est supposé augmenter le nombre de réponses positives. Finalement, une sous-question était posée en dessous la réponse « non » de la question du Cemul-ULg pour demander pourquoi en offrant quelques propositions. Pour ces différentes raisons, nous pensons donc qu'il n'est pas étonnant que les résultats de notre enquête soient plus positifs que ceux de celle du Cemul-ULg.

Au final, il est donc probable que la proportion réelle de la population de l'ULg prête à se déplacer plus souvent à vélo se situe entre les résultats des deux enquêtes, et nos résultats, sans doute un peu trop positifs, sont à prendre avec précaution. Par contre, les comparaisons d'efficacité des diverses conditions gardent tout leur intérêt, ainsi que les comparaisons selon les différents profils, auxquelles nous allons nous intéresser ci-dessous.

L'indemnité, les parkings et douches, les embouteillages et le coût de la voiture ont un impact nettement plus élevé chez les hommes que chez les femmes (de 8 à 10 % de différence). Les autres incitants ont un impact équivalent pour les deux sexes, voire un tout petit peu plus élevé chez les femmes.

Quel que soit l'incitant proposé, les membres du personnel envisagent beaucoup moins de se déplacer à vélo que les étudiants ou les doctorants. La différence entre ces derniers est moins importante, mais les incitants ont toutefois un impact un peu plus élevé chez les doctorants, seules la possibilité de prendre son vélo dans les transports en commun et l'influence des proches ont un impact plus élevé chez les étudiants.

L'efficacité des incitants proposés varie peu selon le campus fréquenté. De façon générale, ils semblent avoir un impact un peu plus important au Sart Tilman Sud, à part pour la possibilité de prendre son vélo dans les transports en commun, l'aide à l'achat d'un vélo et les systèmes de location, qui sont des incitants plus efficaces au centre-ville. Les incitants sont dans l'ensemble légèrement moins efficaces au Sart Tilman Nord.

L'efficacité des incitants est par contre nettement plus importante chez les usagers du bus que chez les automobilistes. Le seul incitant à l'utilisation du vélo plus important pour les automobilistes que pour les usagers du bus est l'augmentation du coût de la voiture, même si, de façon peut-être surprenante, son impact potentiel reste quand même important aussi pour les usagers du bus.

2.7.3 CHOIX DU TYPE DE VÉLO

Il était ensuite demandé à tous les répondants ayant répondu « Oui » à au moins une proposition de la question précédente le type de vélo qu'ils utiliseraient (plusieurs réponses possibles). Les résultats sont repris dans le Tableau 28 (au total et selon les types de profil), et sont montrés de façon plus visuelle en Annexe (p. 146).

		Réponse unique				Plusieurs réponses			
		Classique	Pliable	Électrique	Électrique pliable	Classique ou électrique	Électrique ou électrique pliable	Classique ou pliable	Autre combinaison
Total		28	4	21	9	13	8	7	9
Sexe	Homme	37	3	19	6	15	7	5	8
	Femme	21	5	23	12	11	8	8	11
Statut	Étudiant	31	6	14	9	12	7	9	12
	Doctorant	33	4	21	8	12	10	1	10
	Personnel	21	1	36	9	16	8	4	4
Campus	Centre-ville	33	7	18	11	10	6	9	7
	S-T Nord	26	3	23	9	13	8	7	11
	S-T Sud	28	4	22	9	16	8	5	9

Tableau 28. Choix du type de vélo selon le profil (en %)

De façon générale, c'est le vélo classique qui a le plus de succès, suivi de près par le vélo électrique, qui est même nettement plus souvent choisi que le vélo classique par les femmes et les membres du personnel. La demande pour les vélos pliables est plus faible, mais elle n'est toutefois pas négligeable, surtout lorsqu'on considère les combinaisons (réponses des personnes n'ayant pas un choix tranché sur le type de vélo qu'ils utiliseraient).

Le vélo classique est nettement moins souvent choisi par les femmes que par les hommes, au profit de tous les autres types, vélos pliables principalement.

Le vélo électrique est dans l'ordre plus souvent choisi par les membres du personnel, les doctorants puis les étudiants, tandis qu'on observe à peu près la tendance inverse pour les autres types de vélo.

Tout comme pour les incitants, c'est en fonction du campus que le choix entre les différents types de vélo varie le moins, si ce n'est que le vélo électrique est choisi moins souvent pour se rendre au centre-ville qu'au Sart Tilman.

Environ deux tiers des répondants ont fourni une réponse unique à cette question. Pour le tiers restant, les combinaisons de réponses les plus fréquentes sont vélo classique ou électrique, vélo électrique pliable ou non et vélo classique pliable ou non. On peut supposer que le choix d'un type de vélo dépend de l'incitant mis en place, raison pour laquelle nous autorisons d'ailleurs plusieurs réponses à cette question.

2.8 COMMENTAIRES

L'enquête se terminait en donnant aux répondants la possibilité de laisser un commentaire sur l'utilisation du vélo. Plus de 500 répondants (42 %) ont ainsi laissé un commentaire, ce qui témoigne d'un intérêt certain pour le sujet et montre les débats – positifs comme négatifs – qu'il suscite, mais se traduit en plus de 40 pages de recommandations ou partages d'opinion divers. Seuls les sujets principalement abordés seront donc résumés ci-dessous.

Dans leurs commentaires, les répondants ont très souvent répété les raisons principales pour lesquelles ils ne se déplaçaient pas à vélo, en insistant sur ces raisons.

Le manque de pistes cyclables, la mauvaise qualité des cheminements, l'insécurité routière et la nécessité d'améliorer tout cela sont soulignés dans 36 % des commentaires. Ce sont de loin les sujets les plus abordés, et souvent à l'aide de mots forts : « *L'utilisation du vélo sur les routes est un acte suicidaire* », « *La création de "fausses" pistes cyclables (pistes partagées par les bus, taxis, etc.), plus dangereuses que rien du tout, n'aura servi vraisemblablement qu'à donner bonne conscience aux politiciens...* », « *L'aménagement pour les vélos est déplorable, les vulgaires pointillés sont risibles, les automobilistes s'en fichent complètement.* », « *Il faut le dire clairement : le vélo est le parent pauvre à Liège, où la voiture règne sans partage. Il faut vraiment que cela change.* ».

Le manque de parkings à proximité directe des bâtiments, et surtout de parkings sécurisés et couverts (qui sont d'autant plus nécessaires pour les vélos électriques), est ensuite évoqué dans 19 % des commentaires, le problème du relief dans 14 %, et la nécessité de douches, de vestiaires et de casiers dans 9 %. Les autres freins ne sont cités que dans une proportion beaucoup plus faible.

De nombreuses personnes partagent leur avis positif quant à l'utilisation du vélo : ils trouvent ce mode de transport intéressant, aimeraient pouvoir l'utiliser plus, et apprécient les démarches de promotion et l'initiative de l'enquête (13 % des commentaires). En plus de témoigner d'un avis positif quant à l'utilisation du vélo, beaucoup de personnes insistent également sur l'importance cruciale de développer des infrastructures, de déployer des moyens, de mettre le vélo en avant et d'encourager sa pratique (7 % des commentaires).

Plusieurs répondants proposent aussi des stratégies pour promouvoir le vélo. Notamment, la mise en place de service de location (principalement des bornes) pour permettre les déplacements sur les campus et entre les campus, voire même depuis la gare des Guillemins, sans devoir réaliser l'entièreté du déplacement domicile-ULg, est proposée dans 6 % des commentaires.

Le manque d'intermodalité et l'importance de mettre en place des solutions la permettant (par exemple la possibilité de prendre gratuitement son vélo dans les trains et les bus ou l'aménagement de parkings dans les gares et aux arrêts de bus) sont soulevés dans 4 % des commentaires.

3. ÉTUDE DES ITINÉRAIRES VERS L'ULG

3.1 AXES PRINCIPAUX VERS LE SART TILMAN

Au vu du manque de pistes cyclables, de la mauvaise qualité des cheminements et de l'insécurité routière relevés par les répondants au travers de l'enquête, il nous a paru pertinent de réaliser dans ce travail une analyse des itinéraires cyclables menant à l'ULg afin d'identifier où prioriser la mise en place d'aménagements sécurisés et comment.

L'étude proposée ci-dessous donne une indication des axes vers le Sart Tilman sur lesquels la construction de pistes cyclables serait à prioriser. Cette étude reste toutefois très sommaire pour deux raisons.

Tout d'abord, les chiffres présentés ne concernent que l'université, et de nombreux autres pôles d'attraction (pôles d'emplois, commerces, écoles, etc.) sont à considérer pour réellement prioriser la construction de pistes cyclables, car si des aménagements cyclables sont mis en place, ils ne seront pas employés uniquement par les personnes se rendant à l'ULg. Afin de savoir où d'éventuelles pistes cyclables seraient les plus utilisées, une étude plus générale est essentielle, par exemple sur base d'une matrice origine-destination et d'un choix de routes. Une étude similaire est également nécessaire pour les accès au centre-ville.

Ensuite, les axes représentés sont ceux proposés par *Google Maps* pour un itinéraire à vélo, mais la méconnaissance de certaines routes par le programme implique que les itinéraires proposés ne sont pas toujours les plus adaptés ou les plus sécurisés. Et le choix d'un itinéraire ou d'un autre dépend aussi du cycliste, par exemple l'itinéraire le plus sécurisé pour monter vers le Sart Tilman depuis le centre-ville est de passer par la rue de la Belle-Jardinière mais beaucoup de cyclistes choisissent toutefois de passer par la route du Condroz. L'itinéraire exact de ces axes sur lequel des aménagements cyclables sont à prioriser doit donc être défini dans une étude plus précise.

Pour les personnes se rendant au Sart Tilman et ayant moins de 12 km à parcourir (c'est-à-dire 41 % de l'échantillon), nous avons regardé de plus près quel axe principal *Google Maps* conseillait d'emprunter. Ces axes sont illustrés à la Figure 53, et sont suivis d'un tableau indiquant la fréquentation possible de ces axes, tout d'abord en termes de répartition (en %), puis de façon quantitative, calculée sur base de la population totale de l'ULg concernée et l'hypothèse d'une part modale pour le vélo de 5 %.

De très loin, l'axe qui serait le plus emprunté (par près de deux tiers de l'échantillon considéré pour cette étude) est celui de la rue de la Belle-Jardinière, qui est en effet le trajet le plus direct entre le centre-ville et le Sart Tilman, et c'est donc bien évidemment sur cet axe que les liaisons cyclables sont à prioriser.

Se distinguent ensuite les axes qui seraient empruntés par les personnes venant de Tilff-Esneux, qui totalisent 13 % de l'échantillon. Suivant les lieux de départ et d'arrivée exacts et suivant le sens du trajet, plusieurs trajets sont possibles. Il serait judicieux d'identifier un itinéraire optimal et de concentrer les aménagements cyclables uniquement sur celui-là, dans un premier temps au moins. L'identification de ce trajet devrait se baser sur sa longueur, son dénivelé, les liaisons possibles depuis son entrée dans le domaine universitaire vers les différents bâtiments, les aménagements déjà existants sur cet itinéraire, la place disponible pour de nouvelles infrastructures et leur coût, etc.



Accès	Répartition de la fréquentation	Fréquentation sur base d'une part modale de 5 %
● Accès par la rue de la Belle-Jardinière	63 %	374
● Accès depuis Tilff	13 %	76
● Accès par l'avenue du Centenaire	6,5 %	39
● Accès depuis Seraing et Boncelles	6,1 %	36
● Accès depuis Neupré	3,7 %	22
● Accès par la rue du Sart Tilman	2,0 %	12
● Accès par les boulevards du Rectorat et de Colonster	1,2 %	7
● Accès par le domaine du campus	4,1 %	24

Figure 53. Axes principaux pour se rendre au Sart Tilman et fréquentation

L'avenue du Centenaire serait ensuite empruntée par 6,5 % de l'échantillon s'ils se déplaçaient à vélo, les axes arrivant de Seraing et Boncelles par 6,1 %, et la route du Condroz venant de Neupré par 3,7 %. Suivant le lieu d'arrivée exact, ces itinéraires se divisent à l'approche de l'ULg.

Les accès par la rue du Sart Tilman et par les boulevards du Rectorat et de Colonster sont les moins empruntés, et à moins que des aménagements puissent être réalisés facilement et à moindre frais, ils ne sont pas à prioriser dans le cadre des déplacements vers l'ULg.

Finalement, 4,1 % de l'échantillon considéré habitent sur le campus ou aux limites de celui-ci, et ne font donc que le traverser. Les accès au sein des campus sont bien évidemment à prioriser puisqu'ils seront employés par tous depuis leur point d'arrivée sur le campus, et par toutes les personnes devant effectuer des déplacements d'un bâtiment à l'autre durant la journée.

D'un point de vue topographique, un dénivelé de 160 à 190 m existe entre les vallées de l'Ourthe et de la Meuse et le plateau du Sart Tilman. Seuls les axes venant de Neupré et de Seraing et Boncelles sont approximativement plats (du moins la partie affichée sur cette carte, le bas de Seraing étant au niveau de la vallée de la Meuse). Tous les autres axes présentent de fortes montées pour arriver au Sart Tilman, dont la pente varie selon les itinéraires et leur longueur. Ainsi, la montée par la rue de la Belle-Jardinière varie entre 5 et 7 %, tandis que les côtes pour atteindre le Sart Tilman depuis Tilff atteignent 15 % à plusieurs endroits.

3.2 ÉTUDE DU TRAJET CENTRE-VILLE – SART TILMAN

À la suite de l'identification des axes majoritairement empruntés, leur étude, sur base d'une visite des lieux et d'interviews de cyclistes empruntant ces axes, est nécessaire afin de déterminer de leur praticabilité à vélo et d'identifier les aménagements nécessaires pour permettre des déplacements sécurisés.

Nous proposons ci-dessous une étude sommaire du trajet entre le centre-ville et le Sart Tilman, par la rue de la Belle-Jardinière, qui est de loin l'axe le plus emprunté.

Il serait intéressant de réaliser une étude plus approfondie de ce parcours et des études similaires pour tous les autres axes vers le Sart Tilman identifiés dans le chapitre précédent, ainsi que pour les autres axes amenant au centre-ville, et pour toutes les liaisons au sein du campus du Sart Tilman et au sein de la ville. Ces études partiellement initiées dans le plan communal cyclable 2012-2015 de la Ville de Liège (Ville de Liège, 2011) dépassent toutefois le cadre de notre travail.

L'itinéraire que nous avons choisi d'étudier est illustré et décrit à la Figure 55. Le choix de cet itinéraire tient compte des infrastructures cyclistes existantes et tente donc de les employer au mieux. Suivant le lieu de départ exact, plusieurs variantes sont possibles, notamment en passant par le parc de la Boverie. Des variantes sont aussi possibles entre le pont de Fragnée et la rue de la Belle-Jardinière, en passant par exemple par la N90 au lieu de passer par les petites routes d'Angleur, ce qui n'est toutefois pas conseillé en raison de la vitesse élevée des automobilistes sur cette voie.

Nous n'étudions ci-dessous que le trajet en direction du Sart Tilman. Le trajet en sens inverse est très similaire, mais les éventuelles différences seront signalées.

Cet itinéraire a une longueur de 9 km et un dénivelé de près de 200 m (Figure 54).

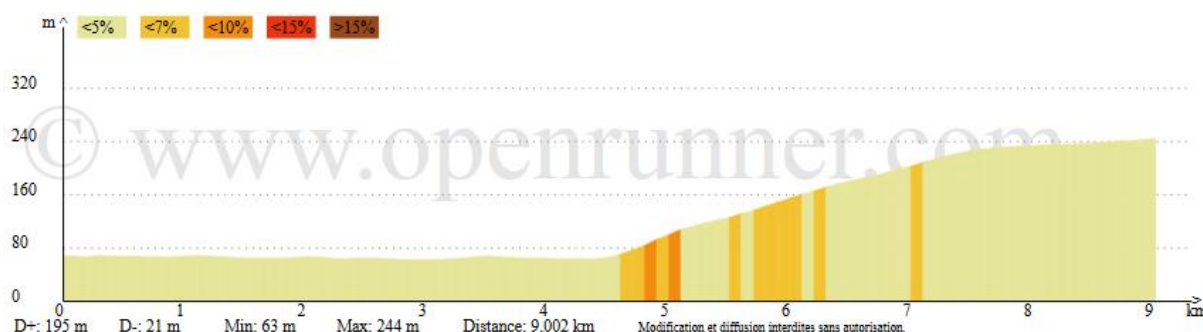


Figure 54. Profil altimétrique du trajet centre-ville – Sart Tilman (Deuse avec l'autorisation d'Openrunner)

Le trajet a été divisé en plusieurs tronçons le long desquels nous avons porté attention à plusieurs éléments : la présence ou non d'un cheminement dédié aux cyclistes ; le partage de l'espace public ; la densité de la circulation ; la vitesse des automobilistes ; le sentiment de sécurité ; le confort ; la qualité du revêtement de sol ; la clarté de la signalisation ; la présence ou non d'éléments « ralentisseurs » (feu rouge, sens unique, bordure, etc.) ; les possibilités pour un aménagement différent ; etc. Un élément auquel nous n'avons pas prêté attention est l'éclairage urbain (l'itinéraire a en effet été réalisé pendant la journée). C'est toutefois un élément qui a son importance et qu'il conviendrait d'étudier également, les trajets en hiver étant souvent réalisés avant le lever du soleil ou après son coucher.

Sur base de ces éléments, ainsi qu'à l'aide d'entretiens avec trois cyclistes réalisant fréquemment ce trajet, nous avons évalué la qualité du cheminement sur chaque tronçon, illustrée à la Figure 55 également. La qualité du cheminement globalise tous les éléments ci-dessus. Ainsi un cheminement en site propre tout à fait sécurisé par rapport à la circulation peut être qualifié d'insatisfaisant car il présente des éléments ralentisseurs (voire dangereux) tels que des feux rouges, des bordures ou des virages trop serrés. Au contraire, un cheminement où aucune piste cyclable n'existe peut être qualifié de satisfaisant car la circulation automobile à cet endroit permet une partage sécurisé de la route.

Un cheminement sera qualifié de « très insatisfaisant » s'il est réellement dangereux et que le cycliste ne peut s'y adapter que difficilement (en descendant de son vélo par exemple). Il sera qualifié d'« insatisfaisant » s'il présente des désavantages majeurs mais qu'un cycliste volontaire peut s'y adapter (par exemple au prix de ralentir fortement). Il sera qualifié de « satisfaisant » si le trajet est sécurisé et adapté mais que plusieurs points pourraient augmenter le confort ou la rapidité des cyclistes. Finalement, un cheminement sera qualifié de « très satisfaisant » s'il permet au cycliste de se déplacer confortablement, rapidement et en sécurité, et que peu d'améliorations sont à proposer.

Un commentaire décrit ensuite les cheminements cyclables tout au long de ce parcours en se rapportant à ces différents éléments, et en proposant quelques pistes d'amélioration (notons que les photos illustrant ce commentaire ont été prises un samedi, jour il y avait peu de circulation).



Qualité du cheminement cyclable :

- Très insatisfaisante
- Insatisfaisante
- Satisfaisante
- Très satisfaisante

- 1 Début du boulevard d'Avroy, le long des arrêts de bus
- 2 Piste cyclable le long du boulevard d'Avroy
- 3 Traversée des voies autour de la statue de Charlemagne
- 4 Parc d'Avroy
- 5 Jonction entre le parc d'Avroy et l'avenue Blonden
- 6 Avenue Blonden
- 7 Jonction entre l'avenue Blonden et le quai de la rive gauche
- 8 Début du quai de la rive gauche
- 9 Fin du quai de la rive gauche
- 10 Jonction entre le quai et le pont de Fragnée
- 11 Pont de Fragnée
- 12 Jonction entre le pont de Fragnée et le RAVeL 1
- 13 RAVeL 1
- 14 Rue du Biez et rue Joseph Marcotty
- 15 Pont du canal de l'Ourthe
- 16 Rue des Aguesses
- 17 Bas d'Angleur
- 18 Épingles à cheveux de la rue du Vallon
- 19 Route du Condroz
- 20 Rue de la Belle-Jardinière
- 21 Rond-point du Sart Tilman
- 22 Rue du Sart Tilman
- 23 Arrivée dans le domaine universitaire

Figure 55. Trajet centre-ville – Sart Tilman et qualité du cheminement cyclable

1. DÉBUT DU BOULEVARD D'AVROY, LE LONG DES ARRÊTS DE BUS

Au départ du Pont d'Avroy, aucun aménagement n'est prévu. Les marquages au sol délimitant une piste cyclable sur le boulevard de la Sauvenière s'arrêtent brutalement lors de l'entrée sur le boulevard d'Avroy. Aucune traversée cycliste n'est prévue (Figure 56). La place du cycliste sur l'espace public est donc peu claire, pour ne pas dire inexistante, et un grand sentiment d'insécurité et d'inconfort en ressort donc.

Pour commencer, simplement quelques marquages au sol pourraient améliorer le confort des cyclistes, en leur indiquant où traverser, comment rejoindre les aménagements existants plus loin sur le boulevard, et en rendant les automobilistes plus conscients de leur présence éventuelle.

Dans un second temps, les aménagements cyclables devraient idéalement être pris en compte lors de la construction du tram, et une partie de l'espace public devrait être réellement réservée aux cyclistes.



Figure 56. Tronçon 1

2. PISTE CYCLABLE LE LONG DU BOULEVARD D'AVROY (DES ARRÊTS DE BUS AU PARC)

Dès la fin des arrêts de bus, un cheminement doux est prévu, partagé par cyclistes et piétons. Tant que la circulation n'est pas trop dense, ce partage n'est aucunement problématique. Les cyclistes étant séparés des voitures, la sécurité y est donc optimale. Ce cheminement est coupé par quelques traversées bien indiquées et sécurisées (Figure 57).

On retrouve un second cheminement doux de l'autre côté du parking, qui se prolonge également dans tout le parc d'Avroy, mais celui-ci est beaucoup plus étroit et le revêtement de sol est plus abîmé, raisons pour lesquelles nous n'avons pas choisi cet itinéraire.



Figure 57. Tronçon 2

3. TRAVERSÉE DES VOIES AUTOUR DE LA STATUE DE CHARLEMAGNE

Pour rejoindre le parc d'Avroy, quatre voies doivent être traversées : la route d'accès au parking, le boulevard Piercot et l'avenue Rogier (séparée pour les deux sens de circulation).

Des passages piétons sont présents, mais il n'y en a aucun en face du cheminement doux choisi ci-dessus, un détour est donc obligatoire. De plus aucune traversée n'est prévue pour les cyclistes,

même au niveau des passages piétons. À nouveau, le cycliste n'a donc pas sa place sur l'espace public et ne sait pas par où passer, surtout que des voitures fréquemment garées aux extrémités du cheminement entravent le passage (Figure 58).

Il semble pourtant qu'un espace soit déjà prévu pour permettre une traversée à cet endroit, la bordure étant abaissée exactement dans l'axe de la piste cyclable. Un simple marquage au sol et une interdiction stricte de parking dans l'axe du cheminement amélioreraient grandement ce dernier (Figure 58).

4. PARC D'AVROY

Pour traverser le parc d'Avroy et rejoindre les quais, plusieurs variantes existent : on peut quitter le parc au milieu et rejoindre le quai en passant par les Terrasses, ou on peut quitter le parc à la fin et rejoindre les quais par la rue Raikem ou par l'avenue Blonden. Les défauts et qualités de ces itinéraires sont très similaires, et c'est le dernier que nous avons choisi de suivre.

Le cheminement doux qui débutait le long du parking se prolonge dans tout le parc et permet de le traverser de façon très directe. À nouveau, tant que la circulation n'est pas trop dense, le partage du cheminement avec les piétons n'est pas problématique, et la circulation automobile étant complètement séparée, la sécurité y est optimale. Toutefois, ce cheminement manque un peu d'entretien, et de nombreuses fissures, principalement causées par des racines d'arbres, le rendent un peu désagréable pour les cyclistes (Figure 59).

Par ailleurs, une fois le cycliste sur ce cheminement, il n'a plus aucune possibilité de tourner dans les rues perpendiculaires au boulevard. Si cet argument n'intervient pas dans l'itinéraire choisi pour cette étude, c'est un constat toutefois ennuyeux pour des itinéraires différents, qui oblige le cycliste à rouler sur le boulevard.



Figure 58. Tronçon 3



Figure 59. Tronçon 4

5. JONCTION ENTRE LE PARC D'AVROY ET L'AVENUE BLONDEN (CARREFOUR DE L'AVENUE ROGIER, DU BOULEVARD D'AVROY ET DE L'AVENUE BLONDEN)

À la sortie du parc d'Avroy, le cycliste fait face à un carrefour problématique : à nouveau, aucune traversée cyclable n'est prévue. La circulation dans ce carrefour rend la traversée très insécurisée (selon un des trois cyclistes interrogés, c'est même l'endroit le plus dangereux du trajet), et la seule solution est donc d'emprunter les passages piétons, solution loin d'être optimale et présentant plusieurs feux avec un temps d'attente parfois très long (Figure 60).

6. AVENUE BLONDEN

Le long de l'avenue Blonden, le cycliste semble pouvoir se faire sa place sur l'espace public, mais aucune indication ne lui montre où. Aucun marquage au sol dans les voies automobiles n'indique au cycliste que c'est là qu'il doit passer, mais la circulation automobile étant à sens unique et pas trop rapide, le partage de la route peut se faire de façon relativement sécurisée. Les trottoirs

semblent accueillants, mais sans indication contraire, c'est normalement aux piétons qu'ils sont réservés. Finalement, un chemin de terre traverse le parc, mais ce revêtement n'est pas vraiment le plus adapté au cyclisme utilitaire (Figure 61).

Quelques panneaux de signalisation ou quelques marquages au sol permettraient donc au cycliste de trouver son chemin plus facilement et d'augmenter le sentiment de sécurité.

7. JONCTION ENTRE L'AVENUE BLONDEN ET LE QUAI DE LA RIVE GAUCHE

Des carrefours entièrement adaptés pour les cyclistes rendent la jonction vers le quai très sécurisée et confortable (Figure 62). Seul bémol : des feux auxquels il faut parfois attendre longtemps, un inconvénient très défavorable à l'utilisation du vélo selon les cyclistes interrogés.

Signalons aussi que ce cheminement n'est pas encore connu par *Google Maps*. Une personne peu familière avec ce lieu reste donc sous l'impression que rien n'est prévu pour le cycliste, et ses éventuelles recherches la confortent dans cette idée. Une communication via des cartes cyclables permettrait une meilleure visibilité de ces itinéraires, surtout tant que la mise à jour sur *Google Maps* n'a pas été faite.



Figure 60. Tronçon 5



Figure 61. Tronçon 6



Figure 62. Tronçon 7

8. DÉBUT DU QUAI DE LA RIVE GAUCHE (DU PONT ALBERT I^{ER} JUSQU'À LA NOUVELLE PASSERELLE LA BELLE LIÉGEOISE)

Le nouvel aménagement du quai est très bien adapté au cheminement cycliste. L'espace est large, les indications sont claires, le cheminement est sécurisé et confortable, le cadre paysager est très agréable, etc. L'espace est partagé avec les piétons, ce qui peut parfois être dérangerant pour un cycliste pressé, mais un revêtement différent est toutefois prévu pour les cyclistes et les piétons (Figure 63). Bien que peu respectée actuellement, on peut espérer que cette différence de revêtement accompagnée d'une indication claire du partage de l'espace pourra montrer son utilité le jour où les cyclistes seront plus nombreux à emprunter cet axe, à l'instar d'installations similaires en Flandre et aux Pays-Bas ; il est en tout cas difficile d'imaginer mieux.

Signalons toutefois qu'à nouveau cet aménagement n'est pas encore connu par *Google Maps*.

9. FIN DU QUAI DE LA RIVE GAUCHE (DE PASSERELLE LA BELLE LIÉGEOISE JUSQU'AU PONT DE FRAGNÉE)

Au niveau de la nouvelle passerelle *La Belle Liégeoise* vers le parc de la Boverie, le revêtement dédié aux cyclistes s'arrête brutalement et les aménagements du quai se transforment en un trottoir de plus en plus étroit et, malgré les quelques panneaux l'autorisant à circuler sur cet espace, le cycliste en vient à se demander s'il y a bien sa place. Les piétons y sont très nombreux aux heures de pointe, des poteaux et bancs mal alignés forcent des passages étroits – voire où il est impossible de se croiser –, et les joints dans le revêtement de sol sont des pièges pour le cycliste (Figure 64).

Cette situation est non seulement désagréable pour les cyclistes et les piétons, mais également dangereuse, la différence de vitesse entre les deux types d'usagers pouvant être importante, et un partage sécurisé de l'espace étant rendu impossible par les éléments cités ci-dessus.



Figure 63. Tronçon 8



Figure 64. Tronçon 9

10. JONCTION ENTRE LE QUAÏ ET LE PONT DE FRAGNÉE

Le cycliste qui est malgré tout resté sur le quai se retrouve bloqué à son arrivée sur le pont de Fragnée. Il doit traverser le carrefour pour rejoindre la bande des bus et des vélos de l'autre côté de la route, mais aucune traversée n'est présente pour le lui permettre. Était-il censé rejoindre le quai de Rome pour emprunter le carrefour comme les voitures ? Aucun panneau ne l'indique, et aucun aménagement n'est prévu pour descendre du quai, une bordure haute d'une vingtaine de centimètre l'en empêche même (Figure 65).

De plus, le carrefour est très dangereux pour un cycliste, aucun aménagement ni aucune traversée n'y sont présents, et le trafic y est généralement dense.

Ce carrefour est tout aussi problématique dans l'autre sens : le cycliste qui a passé le pont de Fragnée sur la bande réservée aux vélos ne peut rejoindre le quai qu'en montant cette même bordure, ou bien doit rester sur la route pendant encore environ 200 m après avoir tourné à droite.

De grosses améliorations sont donc à prévoir à ce carrefour afin de permettre aux cyclistes une traversée sécurisée.

11. PONT DE FRAGNÉE

Un marquage au sol indique aux cyclistes qu'ils doivent utiliser la bande des bus. Comme nous l'avons vu au tronçon précédent, et comme nous le verrons dans le suivant, la première difficulté consiste d'abord à rejoindre et quitter cette voie, dans un sens comme dans l'autre. Sur le pont de Fragnée même, le sentiment de sécurité reste insatisfaisant, la route étant partagée avec les bus et les voitures qui tournent, et le trafic y étant dense, surtout aux heures de pointe (Figure 66).

Une majorité des cyclistes préfèrent donc emprunter les trottoirs (comme sur de nombreux ponts de Liège) en dépit des indications existantes, bien que cela ne soit pas autorisé.



Figure 65. Tronçon 10



Figure 66. Tronçon 11

12. JONCTION ENTRE LE PONT DE FRAGNÉE ET LE RAVEL 1

Pour rejoindre le RAVeL, le cycliste fait encore une fois face à un carrefour problématique : aucune traversée cyclable n'est prévue, et traverser ce carrefour au milieu des bus et des voitures est très insécurisé. À nouveau, la solution pour éviter de passer entre les automobilistes est de descendre de son vélo et d'emprunter les passages piétons, qui comportent des feux auxquels il faut parfois attendre longtemps, une solution loin d'être satisfaisante. Le problème est identique en sens inverse (Figure 67).

À nouveau, de grosses améliorations sont donc à prévoir à ce carrefour afin de permettre aux cyclistes une traversée sécurisée. Notons que le pont de Fragnée et ses abords (qui comprennent les tronçons 10, 11, et 12) est un des points noirs dont l'aménagement était prévu pour 2016 dans le plan communal cyclable de la Ville (Ville de Liège, 2011). Toutefois, au vu des difficultés relevées dans ces trois derniers tronçons, il serait également judicieux d'étudier la possibilité d'un itinéraire qui traverserait la nouvelle passerelle et le parc de la Boverie pour arriver au RAVeL par le quai de la rive droite. Mais l'amélioration de ces tronçons reste quand même nécessaire pour toutes les personnes venant du côté de la place du Général Leman.



Figure 67. Tronçon 12

13. RAVEL 1

Un RAVeL bien séparé de la route offre ensuite aux cyclistes un cheminement agréable et sécurisé... mais seulement lorsqu'il n'y a pas de piétons, ce qui est rare aux heures de pointe. Le RAVeL est en effet étroit et permet difficilement le partage de l'espace entre cyclistes et piétons, une situation à nouveau inconfortable et dangereuse pour tout le monde, et qui ralentit considérablement le cycliste. Descendre du RAVeL pour rejoindre la rue de Biez est de plus inconfortable et relativement insécurisé : des plots en béton restreignent le passage, le seuil est très pentu, la visibilité est limitée pour les cyclistes, et aucune signalisation n'avertit les automobilistes du passage des cyclistes (Figure 68).

De nombreux cyclistes choisissent donc de passer sur la route à côté du RAVeL et partagent alors la route avec les voitures, ce qui n'est pas nécessairement plus sécurisé, l'axe automobile étant aussi très fréquenté aux heures de pointe, et peut faire peur à des cyclistes peu expérimentés.



Figure 68. Tronçon 13

14. RUE DU BIEZ ET RUE JOSEPH MARCOTTY

Malgré qu'aucun aménagement cyclable ne soit présent dans ces rues, la largeur des routes, la faible densité du trafic et la vitesse modérée des automobilistes rendent le partage de l'espace public possible et sécurisé. Ces rues sont en partie à sens unique pour les voitures mais à double sens pour les vélos (sens unique limité, ou SUL) (Figure 69).

15. PONT DU CANAL DE L'OURTHE

Un petit pont permet de franchir le canal de l'Ourthe. Bien que très adapté à la mobilité douce, le passage est étroit et différents obstacles (bordure, poteaux, revêtement de sol en pavés et en bois) forcent le cycliste à ralentir, et les manœuvres ne sont pas toujours évidentes, surtout lorsqu'il y a du monde. Cet espace reste cependant très agréable surtout grâce à un paysage urbain naturel. De part et d'autre du pont, des indications claires orientent de plus les cyclistes vers les différents itinéraires possibles (Figure 70).



Figure 69. Tronçon 14



Figure 70. Tronçon 15

16. RUE DES AGUESSES

Un chemin en dolomie longe l'eau et est à partager entre piétons et cyclistes. Ce chemin est confortable et sécurisé, et jouit d'un paysage urbain agréable (Figure 71). La voie automobile qui longe ce chemin peut également être empruntée par les cyclistes, le trafic y étant peu dense et peu rapide.

17. BAS D'ANGLEUR (DE LA RUE DU VAL-BENOIT JUSQU'AU DÉBUT DE LA RUE DU VALLON)

À nouveau, malgré qu'aucun aménagement cyclable ne soit présent dans ces rues, la largeur des voies, la faible densité du trafic et la vitesse modérée des automobilistes rendent le partage de l'espace public possible et sécurisé (Figure 72). Seuls les carrefours donnent parfois un certain sentiment d'insécurité, les voitures respectant peu les priorités de droite pour cyclistes, notamment à la sortie de la rue des Aguesses. Un marquage clair au sol pourrait augmenter la vigilance des automobilistes.

Des sens uniques obligent le cycliste à emprunter un trajet légèrement différent à l'aller et au retour, mais la différence est peu significative.

Le cheminement, entièrement plat jusqu'ici, commence à sérieusement grimper à partir de la rue du Vallon, sur une longueur d'environ 3 km, avec des pentes allant de 5 à 7 %, et atteignant 10 % à quelques endroits (Figure 54, p. 93). Pour un cycliste non entraîné, cela est un frein considérable, et c'est ici que nous comprenons tout le potentiel du vélo électrique.



Figure 71. Tronçon 16



Figure 72. Tronçon 17



18. ÉPINGLES À CHEVEUX DE LA RUE DU VALLON

Autrefois accessible en voiture, le haut de la rue du Vallon n'est aujourd'hui accessible qu'aux piétons et aux cyclistes. Au niveau de la sécurité routière, il n'y a donc aucun problème, et le cadre naturel est particulièrement appréciable, par contre, c'est le revêtement qui est ici une source d'accident. La route est en effet revêtue de petits pavés, arrondis par les années et par la circulation, qui deviennent très glissants, surtout par temps de pluie, et d'autant plus qu'ils ne sont pas entretenus. Cela est particulièrement dangereux en descente, et oblige le cycliste à fortement ralentir.

Une piste en bitume longe toutefois cette route de pavés, mais elle n'est pas beaucoup plus entretenue, et les feuilles mortes la rendent donc tout aussi glissante. De plus, le revêtement bituminé s'interrompt à plusieurs endroits, certains tronçons sont envahis de végétation, et d'autres longent sans glissière de sécurité des ravins dans lesquels il vaudrait mieux ne pas tomber. Finalement, cette piste est très étroite et ne permet pas de se croiser et ou de dépasser (Figure 73).

Toutes ces conditions poussent de nombreux cyclistes à emprunter plutôt la route du Condroz, beaucoup plus dangereuse au vu de la circulation, et où les cyclistes causent des ralentissements dans la circulation, tout particulièrement dans le sens de la montée où la largeur de la route rend difficile pour un bus le dépassement d'un cycliste.

Pour permettre aux cyclistes un cheminement confortable dans la rue du Vallon, un entretien de la piste et de la route est à sérieusement envisager. Dans un second temps, s'il s'avère que cette route est largement empruntée, la mise en place d'un nouveau revêtement serait éventuellement à considérer.

Notons toutefois que de tels aménagements sont en fait déjà prévus (V. Loiseau, communication personnelle, 02 juin 2016), et on peut donc espérer que ce tronçon pourra être qualifié de (très) satisfaisant prochainement.



Figure 73. Tronçon 18

19. ROUTE DU CONDROZ

Entre la rue du Vallon et la rue de la Belle-Jardinière, le cycliste doit emprunter un petit morceau de la route du Condroz, où un aménagement confortable et sécurisé spécialement dédié à cette jonction a récemment été installé sur demande de l'ULg (Figure 74) (V. Loiseau, communication personnelle, 02 juin 2016).

Même si ces aménagements sont appréciés des cyclistes interrogés, ils soulignent encore quelques problèmes qui les obligent à ralentir, voire à mettre le pied à terre : les rayons de braquage ne sont pas évidents, et en montée aucun passage sécurisé ne lui permet de traverser la rue de la Belle-Jardinière pour atteindre le côté droit de la chaussée.

20. RUE DE LA BELLE-JARDINIÈRE

Dans la rue de la Belle-Jardinière, aucun aménagement cyclable n'existe, mais la largeur de la route, la faible densité du trafic et la vitesse modérée des automobilistes rendent encore une fois le partage de l'espace public possible et relativement sécurisé (Figure 75).

Un projet de piste cyclable dans cette rue va cependant bientôt voir le jour (V. Loiseau, communication personnelle, 02 juin 2016), ce qui améliorera encore la sécurité et le confort des cyclistes permettant très probablement à ce tronçon d'être qualifié de très satisfaisant, et qui pourra aussi améliorer la jonction avec le morceau de piste cyclable de la route du Condroz.

Notons finalement que bien que l'éclairage urbain n'ait pas été étudié dans le cadre de cette étude, le manque d'éclairage dans le bas de ce tronçon a quand même été relevé comme très problématique par les cyclistes interrogés.

C'est à peu près aux deux tiers de la rue de la Belle-Jardinière que le relief redevient plus clément.



Figure 74. Tronçon 19



Figure 75. Tronçon 20

21. ROND-POINT DU SART TILMAN

Aucun aménagement ne permet de faire le tour du rond-point de façon sécurisée, ce qui est problématique car la circulation y est dense aux heures de pointe, et relativement rapide en dehors de ces heures. Le trottoir entre la rue de la Belle-Jardinière et la rue du Sart Tilman est toutefois assez large que pour y passer à vélo à côté des piétons, mais sans indication contraire, cela n'est normalement pas autorisé (Figure 76).

22. RUE DU SART TILMAN

Aucun aménagement n'est réalisé dans la rue du Sart Tilman. Même si la circulation y est relativement lente, elle reste importante aux heures de pointe et beaucoup de voitures garées sur les côtés impliquent des manœuvres constantes (présence d'une école primaire) créant tout de même de l'insécurité et un partage difficile et inconfortable de la route (Figure 77).

23. ARRIVÉE DANS LE DOMAINE UNIVERSITAIRE

Le cycliste arrive finalement dans le domaine universitaire, soit via la rue de l'Aunaie, soit via la fin de la rue du Sart Tilman. La circulation peu dense et peu rapide permet un partage de l'espace public avec les voitures et les bus, même si des aménagements cyclables seraient appréciés. Il en va de même à l'intérieur du domaine, où l'espace public doit souvent être partagé, même si de plus en plus de cheminements doux voient le jour (Figure 78).

Notons qu'en raison de l'inconfort et de l'insécurité de ces trois derniers tronçons (21, 22, et 23) et des difficultés liées à leur réaménagement, cet itinéraire n'est pas conseillé par l'ULg, qui a prévu la réalisation d'un cheminement par l'arrière des homes étudiants (V. Loiseau, communication personnelle, 02 juin 2016), raison pour laquelle nous n'avons pas détaillé d'éventuelles solutions.



Figure 76. Tronçon 21



Figure 77. Tronçon 22



Figure 78. Tronçon 23

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Au final, nous constatons que le trajet n'est pas très loin d'être globalement satisfaisant. Quelques nœuds posent toutefois de sérieux problèmes qu'il est impératif de résoudre pour garantir un cheminement continu entre le centre-ville et le Sart Tilman, et quelques tronçons mériteraient un réaménagement en site propre, à la fois à l'écart des circulations automobile et piétonne. On peut toutefois apprécier les interventions de l'ULg, qui agit là où elle en a la possibilité, et qui interagit avec la Ville pour demander des aménagements particuliers là où elle n'est pas propriétaire des voiries et terrains.

De façon générale, en plus de la sécurité routière, deux points nous paraissent importants à gérer pour permettre un cheminement efficace et attractif. Ces points ont été identifiés à la lumière de l'itinéraire présenté ci-dessus mais sont valables pour n'importe quel trajet.

Le premier point est la problématique des carrefours et des feux rouges, présents en grand nombre sur l'itinéraire étudié. L'absence ou la réduction du nombre de feux sur des pistes dédiées aux vélos ou l'autorisation de passer au rouge (Bodeux, 2016) permet au cycliste de pouvoir rouler sans s'arrêter ce qui accroît considérablement le gain de temps, un point important pour le cyclisme utilitaire et pour promouvoir le vélo par rapport aux modes de transport motorisés.

Le deuxième point est la problématique du partage de l'espace public entre les piétons et les cyclistes. Si des chemins de type RAVeL offrent des qualités paysagères appréciables et des promenades agréables, ils restent peu adaptés au cyclisme utilitaire : le partage de l'espace est inconfortable voire dangereux, ou oblige le cycliste à rouler au maximum à la vitesse d'un joggeur, ôtant ainsi tout l'intérêt d'être à vélo. Un cycliste un petit peu expérimenté préférera d'ailleurs rouler à côté des voitures plutôt qu'à côté des piétons, car en zone urbaine sa vitesse est souvent plus proche de ces premières que de ces derniers. De plus, être obligé de rouler tantôt avec les voitures, tantôt avec les piétons, est peu agréable pour le cycliste qui doit en permanence adapter sa vitesse. Le cycliste n'est pas plus un automobiliste qu'un piéton, et la meilleure solution nous paraît donc un cheminement à vélo en site propre, mais lorsque ce n'est pas possible, il faudra veiller à prévoir des espaces assez larges que pour pouvoir accueillir plusieurs types d'usager.

4. DISCUSSION

Dans cette partie, nous discutons des principaux résultats présentés dans les chapitres précédents. La discussion s'organise en plusieurs parties qui mettent l'accent sur un sujet ou l'autre en particulier, mais le but reste de croiser ces différents résultats entres eux, et avec la partie théorique. En insistant ainsi sur les résultats les plus importants de ce travail, nous tentons de donner des réponses aux questions de recherche posées au début de la partie pratique.

POTENTIEL DU VÉLO EN FONCTION DES PARCOURS RÉSIDENCE-ULG

Pour rappel, au total 70 % des répondants habitent à moins de 12 km du campus qu'ils fréquentent le plus souvent, dont 29 % entre 8 et 12 km, 18 % entre 4 et 8 km, 18 % entre 1 et 4 km, et 5 % à moins de 1 km (Figure 29, p. 63).

Les classes de distances utilisées ci-dessus avaient été établies sur base de la revue de la littérature, qui suggérait qu'en dessous de 1 km, les usagers avaient plutôt tendance à marcher, que la limite pour le vélo classique était autour de 8 km, et que le vélo électrique permettait en moyenne des trajets 1,5 fois plus long qu'à vélo classique (donc 12 km au maximum).

Or lorsqu'on compare la part modale du vélo selon la distance résidence-ULg (Figure 36, p. 67), on constate que la limite au-delà de laquelle le vélo classique est nettement moins utilisé semble se situer autour de 4 km tandis que le vélo reste autant utilisé entre 4 et 8 km qu'entre 8 et 12 km. La limite de 4 km correspond en réalité au rayon au-delà duquel la topographie devient contraignante, et c'est d'ailleurs également à partir de cette distance que la part modale du vélo électrique devient beaucoup plus importante. En dessous de 1 km, la part modale du vélo est moindre qu'entre 1 et 4 km, mais reste supérieure à la part modale qu'il représente pour les distances supérieures à 4 km.

Dans le cas spécifique de l'ULg, les distances limites de l'utilisation du vélo peuvent être redéfinies comme suit :

- 0 à 4 km : grand potentiel d'utilisation du vélo classique,
- 4 à 12 km : potentiel d'utilisation du vélo classique plus restreint à cause du relief, mais potentiel important pour le vélo électrique,
- plus de 12 km : potentiel très restreint pour l'utilisation du vélo.

La Figure 79, analogue à la Figure 29 (p. 63), présente les distances résidence-ULg selon ces nouvelles catégories.

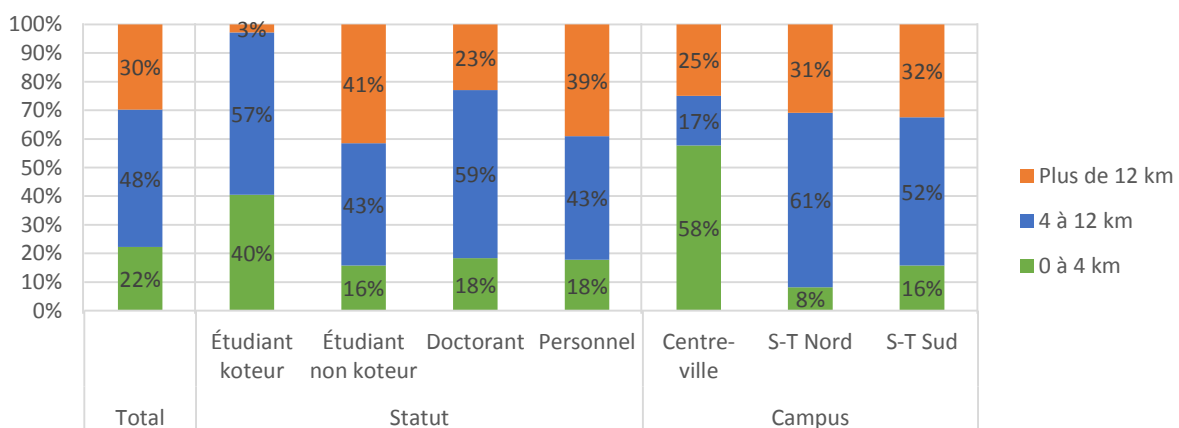


Figure 79. Distances résidence-ULg selon le statut et selon le campus fréquenté

En considérant à la fois la distance et le relief, on conclut donc qu'un nombre important de personnes pourraient se rendre à l'ULg à vélo. Le potentiel d'utilisation du vélo électrique est approximativement deux fois plus élevé que celui du vélo classique, mais un nombre important de personnes restent susceptibles d'utiliser le vélo classique comme mode de transport, tout particulièrement les personnes se rendant au centre-ville.

SATISFACTION DES MODES DE TRANSPORT

Pour rappel, les modes de transport actifs, et tout particulièrement le vélo, sont vus par les répondants comme nettement plus satisfaisants que les modes de transport motorisés, voiture y compris (Figure 38 et Figure 39, p. 69).

Bien sûr, divers facteurs peuvent expliquer cette (in)satisfaction. On peut notamment imaginer que beaucoup de cyclistes le sont par choix, et il est donc normal qu'ils en soient satisfaits, là où les usagers du bus par exemple le sont peut-être beaucoup plus souvent par obligation. L'insatisfaction liée à la voiture, au bus ou au train quant à elle n'est pas nécessairement liée au mode de transport-même, mais à d'autres facteurs tels que le manque de parkings, des horaires mal adaptés ou non respectés, un manque de confort, etc. (voir l'enquête Cemul-ULg pour plus d'information à ce propos).

Parmi les modes de transport motorisés, la voiture reste cependant le mode de transport le plus satisfaisant. L'enquête Cemul-ULg étudie l'évolution du mode de transport des étudiants au cours de leurs études, et montre en effet un report modal significatif vers la voiture : 24 % des répondants affirment avoir changé de mode de transport au cours de leurs études, parmi ceux-ci, 69 % ont opté pour la voiture (58 % comme conducteur et 11 % comme passager), et ce report modal a principalement lieu depuis le bus, qui est quant à lui de loin le mode de transport le plus insatisfaisant. Au vu des différences des parts modales entre étudiants et membres du personnel (Figure 80, p. 138), cette désaffection vis-à-vis du bus vers la voiture semble encore s'amplifier lors du passage dans le monde professionnel. Toujours selon l'enquête Cemul-ULg, le report modal vers le vélo au cours des études est quant à lui insignifiant.

Les conditions de mobilité actuelles font donc de la voiture le mode de transport le plus attractif, tendance qu'il faut absolument inverser si l'on désire réduire la part modale de la voiture, et qu'il serait possible de changer au vu de la satisfaction beaucoup plus importante apportée par les modes de transport actifs.

De plus, bien que très attractive par rapport aux autres modes de transport, nous avons vu que la voiture obtenait un NPS négatif, tout comme le train et le bus (le *Net Promoter Score*, un indicateur de la satisfaction et de la fidélité des usagers expliqué p. 68). Un NPS négatif traduit que si un autre mode de transport répondant aux besoins des usagers du la voiture, du bus ou du train est vu comme plus satisfaisant, ces usagers seraient susceptibles de changer de mode de transport.

Ces résultats montrent à notre avis qu'il y a bel et bien une place pour le vélo – et tout particulièrement pour le vélo électrique – sur le marché du transport à Liège, et notamment pour la communauté universitaire. Au vu du nombre de personnes habitant à une distance de l'ULg parcourable à vélo, si les différents freins à l'utilisation du vélo pouvaient être rencontrés, le report modal pourrait être significatif.

DÉTERMINANTS DE L'UTILISATION DU VÉLO

Nous avons pu constater que le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière étaient les freins les plus importants à l'utilisation du vélo comme mode de transport, qu'il soit classique ou électrique.

De façon générale, l'importance accordée à de nombreux déterminants est moindre si on considère le vélo électrique au lieu du vélo classique. Au vu de la revue de la littérature, nous pouvions en effet nous attendre à de tels résultats en ce qui concerne le relief, l'encombrement, l'effort, la météo, les douches, la complexité, ou encore la vitesse, car la réduction de l'effort à fournir à vélo électrique permet de mitiger ces freins. Ces résultats sont par contre un peu plus surprenants en ce qui concerne les pistes cyclables, l'insécurité ou le trafic, puisque la revue de la littérature ne relève aucune amélioration de ces déterminants par le vélo électrique, voire même un risque plus important en ce qui concerne l'insécurité. Notre première hypothèse par rapport à cela est que pour certaines personnes, d'autres déterminants tels que le prix du vélo électrique deviennent plus importants par rapport à la présence de pistes cyclables ou la sécurité. Une deuxième hypothèse pourrait être qu'après avoir complété la question pour le vélo classique, certains répondants ont eu une certaine lassitude à compléter avec le même sérieux la question pour le vélo électrique. Conformément à la revue de la littérature, d'autres déterminants, comme le parking et le prix d'achat, sont par contre plus importants pour le vélo électrique que pour le vélo classique.

Finalement, la majorité des freins sont perçus comme plus importants par les femmes que par les hommes, ce qui est également cohérent par rapport à la revue de la littérature.

Pour promouvoir l'utilisation du vélo, la priorité doit absolument être l'aménagement d'infrastructures sécurisées là où elles ne sont pas encore présentes sur les campus et sur les différents accès. Le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière pour les cyclistes sont en effet des problèmes indéniables en région liégeoise, qui figurent non seulement parmi les freins les plus cités, mais sont aussi encore largement débattus par les répondants dans leurs commentaires.

Afin d'améliorer la sécurité, une campagne de sensibilisation pour rendre les automobilistes plus conscients de la présence des cyclistes dans la circulation et pour apprendre à s'y adapter pourrait également être utile, tandis que des cours de conduite dans le trafic pourraient être proposés aux cyclistes afin de les rendre plus confiants (mais toujours prudents), et diminuer leur sentiment d'insécurité. De tels cours sont d'ailleurs prévus dans le plan cyclable de la Ville (Ville de Liège, 2011).

Le problème du relief, frein le plus important à l'utilisation du vélo classique, semble dans une grande mesure pouvoir être surmonté par l'utilisation du vélo électrique.

Par contre pour encourager plus de personnes à utiliser le vélo électrique, son prix doit être rendu plus abordable d'une façon ou d'une autre, puisque le coût arrive en 3^{ème} position des freins les plus importants à son utilisation, et qu'il a en plus tendance à être légèrement sous-estimé.

En réponse à ce problème, les systèmes de prêt ou de location sont une solution à développer. Comme nous l'avons déjà mentionné dans la revue de la littérature, ils permettent en effet de surmonter la barrière du prix en le répartissant dans le temps et sur de nombreux utilisateurs et d'introduire ce mode de transport à de nouveaux utilisateurs qui n'auraient autrement pas réalisé cet investissement, ce qui est confirmé par le succès des systèmes de prêt ou de location existant à Liège et à l'ULg.

À l'ULg, 4 vélos électriques sont prêtés gratuitement aux membres du personnel pour une durée de 4 semaines (ULg, 2016b). Le prêt a débuté en octobre 2014 et le succès est au rendez-vous puisque la liste d'attente actuelle est de 7 mois (M. Jadoul, communication personnelle, 2 mai 2016). Dans le cadre du projet « Wallonie Cyclable », la Ville de Liège a lancé en 2015 un projet de prêt de vélos électriques : pendant 2 mois, 240 personnes ont pu bénéficier d'un vélo électrique gratuitement. Au terme de ces deux mois 70 % des participants avaient indiqué souhaiter continuer à utiliser le vélo pour leurs déplacements. Au vu de ce succès, le projet a été relancé en 2016

(Direction générale Mobilité et Voies hydrauliques, 2016). Pour promouvoir le vélo électrique, de telles initiatives paraissent donc particulièrement efficaces et doivent continuer à se développer, et surtout être communiquées plus largement.

Un système d'achat groupé de vélos électriques par l'intermédiaire de l'université pourrait aussi permettre de réduire l'investissement nécessaire pour en acquérir. Une autre possibilité pouvant aider à surmonter la barrière du prix du vélo électrique serait encore une sensibilisation sur le coût annuel de l'utilisation de celui-ci par rapport aux autres modes de transport, ce qui sera discuté au point suivant.

Finalement, les autres déterminants ne doivent pas être oubliés, la majorité de ceux-ci étant en effet cités par encore 20 % à 50 % des répondants, et une réflexion doit être menée afin de trouver comment efficacement les rencontrer. S'il est difficile d'intervenir sur des déterminants tels que le matériel que les répondants ont à transporter, ou la distance qu'ils ont à parcourir entre leur résidence et le campus, l'ULg a les moyens pour intervenir sur d'autres. Par exemple, les changements de site qu'un étudiant doit effectuer sur sa journée (comptés dans la complexité du trajet) découragent fortement l'utilisation du vélo, et la planification des horaires et des lieux de cours à l'université pourrait sans doute davantage tenir compte de cet élément, même si cela s'avère très compliqué. Toutefois, agir sur ces déterminants peut être fait dans un second temps, le plus important pour initier le report modal étant la création d'itinéraires sécurisés vers et depuis l'ULg.

PERCEPTION DES DÉTERMINANTS

Au contraire de ce qui a été vu dans la revue de la littérature (qui montrait une tendance à fortement sous-estimer le temps des trajets en voiture par rapport aux autres modes de transport), les temps de trajet semblent en moyenne être très bien évalués quel que soit le mode de transport. La distance tend par contre à être légèrement surestimée, surtout par les étudiants.

On constate par contre une perception très erronée du temps de pluie, surestimé par une grande majorité des répondants. Par ailleurs, la météo pluvieuse est citée comme un frein important par près de la moitié des répondants. Il est donc fort probable que ce frein perdrait énormément d'importance si une perception plus correcte était partagée par les répondants. Bien que le ciel soit souvent menaçant en Belgique, ce n'est que 7 % du temps qu'il pleut réellement, ce qui correspond grossièrement à un trajet sous la pluie une fois sur 15 (la probabilité d'être mouillé augmentant évidemment avec la durée totale du trajet), ce qui peut éventuellement être évité en prenant le bus à ce moment-là, ou en décalant l'heure du trajet. Notons toutefois que si seule la pluie a été prise en considération, le froid peut également être un frein, comme l'ont souligné plusieurs répondants dans leurs commentaires.

Dans la revue de la littérature, nous avons vu que les coûts et la perception des coûts des différents modes de transport ont une importance primordiale dans le choix du mode de transport. Dans les résultats de l'enquête, nous avons constaté que les prix d'un vélo ou d'un abonnement de bus sont en général mieux estimés que le coût d'une voiture, qui est fortement sous-estimé.

Nous avons également vu dans la revue de la littérature que la possession d'une voiture était négativement associée à l'utilisation du vélo (et des autres alternatives de transport) car une fois l'investissement pour la voiture réalisé, l'utilisateur a tendance à n'utiliser que ce mode de transport. On constate pourtant que rien que le prix du carburant compte pour 20 à 40 % du coût total de la voiture, et la somme dépensée pour le carburant par l'automobiliste moyen est supérieure au coût d'utilisation annuel du vélo (achat compris) ou du bus (voir p. 77 pour les hypothèses du calcul).

Même après l'investissement de l'achat d'une voiture, l'automobiliste a tout intérêt à utiliser un autre mode de transport quand il en a l'occasion.

Afin de convaincre les automobilistes de peu à peu abandonner leur voiture, l'augmentation des couts liés à celle-ci n'est peut-être pas nécessaire, mais simplement une plus grande sensibilisation face à son cout réel pourrait avoir un impact. De plus, augmenter les couts liés à la voiture est une politique longue et parfois difficile à mettre en place au vu de l'opposition qu'elle rencontre de la part des automobilistes et l'ULg a un rôle très limité à ce point de vue. Sensibiliser la population face au cout réel de la voiture est par contre une stratégie beaucoup plus facile et rapide à mettre en place, dont l'effet pourrait être similaire.

Le prix du vélo électrique est cité comme un frein majeur à son utilisation. En effet, il coute cher à l'achat, mais lorsque son cout (entretien et équipement compris) est rapporté à une année, il est « seulement » environ deux fois plus cher que le vélo classique ou le bus, et reste de l'ordre de dix fois moins cher que la voiture (voir p. 77 pour les hypothèses du calcul).

Par ailleurs, si l'usager peut bénéficier d'une indemnité vélo (0,21 €/km), un trajet de 16 km aller-retour (c'est-à-dire une distance tout à fait faisable à vélo électrique) réalisé 4 jours par semaine et 10 mois par an (ce qui permet d'éviter les jours les plus pluvieux ou les plus froids) permet de rembourser entièrement l'utilisation d'un vélo électrique (indemnités de 540 €/an), tandis que les kilomètres qui ne sont ainsi pas parcourus en voiture permettent d'économiser 225 €/an sur le carburant.

Afin de rencontrer les perceptions erronées de ces quelques déterminants (distance, météo et cout), un travail de communication pourrait être fait. Si cela ne semble pas être la priorité pour initier un report modal, au contraire de la construction de pistes cyclables et de l'amélioration de la sécurité routière, c'est une stratégie très peu couteuse, facile et rapide à mettre en place via le site web de l'ULg, l'intranet de l'ULg ou même les réseaux sociaux, et qui vaudrait donc peut-être la peine d'être développée.

IMAGE DES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

Comme nous l'avons vu dans la revue de la littérature, en plus de déterminants physiques tels que la distance ou le relief, économiques tels que les couts relatifs des différents modes de transport, ou personnels tels que l'attitude face au sport ou le but du trajet, la culture du vélo et son image au sein de la société ont également un rôle déterminant quant à l'utilisation du vélo comme mode de transport, notamment, percevoir le vélo comme commun dans la société influence positivement son utilisation.

Au vu de l'utilisation actuelle du vélo en Wallonie, il est licite de penser que la culture du vélo y est peu développée par rapport à chez certains de nos voisins, ce qui se traduirait en une image plus négative de ce mode de transport. L'image du vélo relayée par l'échantillon est pourtant relativement positive, ce qui peut témoigner d'un potentiel sous-exploité pour le vélo.

On constate toutefois que le vélo classique n'est pas considéré comme un mode de transport (mais uniquement comme un loisir) par encore 13 % des répondants. Le vélo électrique par contre est plus considéré que le vélo classique comme un mode de transport au même titre que la voiture ou le bus, ce qui montre qu'il a en effet bien sa place sur le marché du transport.

Sur la route, les cyclistes sont relativement bien considérés. Seuls 6 % des répondants pensent qu'ils ne devraient pas être là, tandis qu'un tiers pensent au contraire qu'ils devraient être favorisés. Chiffres positifs donc, mais toutefois plus bas que la moyenne européenne : selon Dekoster & Schollaert (1999), 73 % des Européens pensent que les cyclistes devraient bénéficier d'un traitement de faveur par rapport aux automobilistes.

Même si l'image relayée par l'échantillon pourrait être plus en faveur du vélo, elle est loin d'être négative. Tenter d'améliorer l'image du vélo, par exemple via des campagnes de sensibilisation, ne semble donc pas nécessaire, ce n'est en tout cas pas cette stratégie qui permettra d'initier un report modal, même si un peu de communication, notamment sur les caractéristiques du vélo électrique et les avantages qu'il offre, s'avère nécessaire.

PARKING VÉLO À DOMICILE

Autant il est important de multiplier les emplacements vélos sur les campus, autant des mesures doivent être prises afin de permettre à ceux qui le désirent de pouvoir ranger un vélo chez eux. 10 % de notre échantillon ne disposent en effet pas d'un espace sécurisé pour ranger un vélo à leur résidence et en souhaiteraient un.

Cela est d'autant plus important chez les koteurs, puisque c'est là que le manque de parking vélo est le plus grand, et que d'un point de vue géographique, ce sont les personnes les plus susceptibles de se déplacer à vélo. Dans le cas des koteurs, le pourcentage de personnes manquant d'un emplacement vélo et en souhaitant un grimpe à 19 %, ce qui correspond à un manque de 1500 emplacements vélos dans les kots liégeois.

À cette fin, un règlement urbanistique pourrait imposer la construction d'emplacements vélos sécurisés dans toute rénovation ou nouvelle construction, et des rangements sécurisés pourraient être disposés dans l'espace public à proximité des endroits où se concentrent les kots. Le plan cyclable de la ville en prévoit d'ailleurs à proximité des principaux arrêts de transports en commun, ainsi que dans les quartiers où l'habitat est le plus dense (Ville de Liège, 2011).

INCITANTS À L'UTILISATION DU VÉLO

Pour rappel, les mesures qui amèneraient au report modal le plus important sont l'aménagement de pistes cyclables, l'indemnité vélo et l'installation de parkings et de douches (Tableau 27, p. 86).

En ce qui concerne l'indemnité, elle est déjà proposée aux membres du personnel statutaire ou patrimoine au titre de 0,21 €/km à condition de parcourir une distance d'au moins 1 km et au moins 10 jours ouvrables par mois (ULg, 2014). Au vu du succès de cet incitant auprès des répondants dont l'efficacité est confirmée par le diagnostic des déplacements domicile-travail du SPF Mobilité et Transports (voir p. 23) (Pauwels & Andries, 2016), il serait probablement intéressant d'étendre sans condition l'indemnité à tout le personnel et aux doctorants, et surtout d'augmenter la communication à ce propos. Pour les étudiants, il est malheureusement difficile de concevoir la mise en place de ce système, mais d'autres types d'incitants financiers tels que des concours pourraient être imaginés.

Il est à noter également qu'aucune des mesures proposées ne semble inefficace. Toutefois comme nous l'avons vu dans la revue de la littérature, des stratégies globales sont généralement plus efficaces que des actions isolées, et pour un report modal significatif, c'est donc probablement toutes ces conditions qui sont à remplir. Cependant, comme mentionné déjà plusieurs fois, la priorité doit être donnée à la construction de pistes cyclables. Quelles que soient les stratégies implémentées, le report modal risque en effet de ne pas être initié tant que des itinéraires sécurisés vers et depuis l'ULg ne sont pas mis en place.

On a également constaté que l'efficacité des incitants est très nettement supérieure chez les usagers du bus que chez les automobilistes. Ce résultat n'est pas étonnant si on se rappelle la satisfaction relative au mode de transport utilisé et le NPS (le *Net Promoter Score*, un indicateur de la satisfaction et de la fidélité des usagers expliqué p. 68). Le bus est en effet un mode de

transport nettement moins apprécié que la voiture, et ses usagers sont donc plus susceptibles de changer leurs habitudes de transport lorsqu'un autre mode devient plus attractif.

S'il est évident qu'un report modal de la voiture vers le vélo serait positif à peu près à tous points de vue (ce que nous avons d'ailleurs montré au début de ce travail), la conclusion n'est a priori pas nécessairement aussi évidente dans le cas d'un report modal du bus vers le vélo électrique. C'est en partie pour cette raison que les impacts environnementaux du vélo électrique ont été étudiés dans la partie théorique de ce travail (voir p. 28), où nous avons constaté que le vélo électrique était en effet moins consommateur d'énergie et produisait moins d'émissions polluantes que le bus, quelles que soient les hypothèses prises en compte. Au niveau du coût pour la société, différentes sources montrent que le vélo est plus intéressant que le bus (voir p. 8 et Van Zeebroeck et al. (2014)). Si on ajoute à cela les avantages liés à la santé des usagers et à leur satisfaction, nous pouvons en conclure que le vélo, autant électrique que classique, est un mode de transport plus avantageux que le bus.

Au final, un report modal du bus vers le vélo n'est donc pas à exclure, surtout que le réseau TEC semble actuellement atteindre la saturation sur les lignes les plus fréquentées. Et comme nous l'avons vu dans la revue de la littérature, l'influence sociale joue un rôle majeur dans le choix d'un mode de transport, et un report modal depuis le bus pourrait donc initier un effet de masse et par la suite motiver les automobilistes.

Mais gardons en tête que favoriser un report modal vers le vélo depuis le bus ne doit pas être la priorité, puisque ce dernier n'est un mode de transport durable et efficace énergétiquement que s'il est employé par un grand nombre de personnes.

Pour parvenir à convaincre les automobilistes de se déplacer à vélo, il semble donc qu'il est nécessaire d'associer aux stratégies de promotion du vélo des stratégies de restriction de la voiture, telles qu'une augmentation du coût d'achat d'une voiture, du montant des taxes de circulation ou du prix des carburants (ou une sensibilisation à ces coûts), la suppression des parkings gratuits, une réduction de l'espace routier alloué à la voiture, des limitations de vitesse, la mise en place de péages urbains ou de taxes supplémentaires, etc.

L'importance d'associer des stratégies « *push and pull* » a été soulignée dans la littérature par de nombreux auteurs, et on constate en effet dans les résultats de l'enquête que l'augmentation des coûts liés à la voiture ou la croissance des embouteillages convaincrat le même nombre de personnes à se tourner vers le vélo que des stratégies de promotion de celui-ci.

Toutefois, avant de tenter de restreindre l'usage de la voiture, il est absolument nécessaire que chacun ait accès à une solution alternative, ce qui ne peut pas être assuré par le vélo seul. Des stratégies beaucoup plus globales comprenant par exemple une amélioration des transports en commun, de meilleures possibilités multimodales, etc. doivent aussi être mises en place. Cela est encore loin d'être le cas pour se rendre à l'ULg : prendre un vélo dans le train coûte cher, prendre un vélo autre que pliable dans le bus est interdit, aucun bus ne roule de nuit obligeant les personnes travaillant à horaires décalés à se déplacer en voiture, accéder au Sart Tilman en bus depuis Embourg ou Neupré n'est pas évident, etc.

Tenter de changer les habitudes d'une population est déjà extrêmement difficile, mais si la restriction de la voiture n'est pas accompagnée d'un investissement massif dans les solutions alternatives, elle n'a aucune chance d'être acceptée. Sans alternatives valables, le choix de la voiture resterait d'ailleurs une obligation pour un grand nombre de personnes, et la situation risquerait au contraire d'empirer (parking sauvage, congestion, ou encore perception négative des politiques de mobilité durable par la population).

DIFFÉRENCES SELON LES TYPES DE PROFIL

Dans l'analyse des résultats de l'enquête, différentes catégories de profils selon le sexe, selon le statut des répondants (étudiant, doctorant ou membre du personnel), selon la zone du campus principalement fréquentée (centre-ville, Sart Tilman Nord ou Sart Tilman Sud) ou encore selon leur mode de transport principal actuel (voiture ou bus, les deux modes les plus utilisés) ont été étudiées et nous avons constaté que les réponses au questionnaire variaient parfois fortement selon les catégories.

Ainsi, les hommes semblent être un public plus réceptif que les femmes. Ils accordent en général moins d'importance aux freins, et sont plus sensibles aux incitants.

En termes de statut, ce sont les doctorants qui semblent être le public le plus réceptif à l'utilisation du vélo. Ils habitent généralement plus près du campus que le personnel ou les étudiants non koteurs, représentent la catégorie la plus sensible aux incitants proposés, et ont une meilleure image du vélo en tant que mode de transport que les étudiants et les membres du personnel.

Les étudiants semblent moins intéressés par le vélo, mais sont pourtant un public avec un certain potentiel. La littérature nous annonce en effet qu'une population jeune est généralement associée à un plus haut taux de déplacement à vélo, et pourtant nous avons constaté que les étudiants étaient la catégorie présentant la plus petite part modale pour le vélo. Ce sont en général eux qui ont la moins bonne perception des déterminants, et simplement un travail de communication pourra peut-être aider à en convaincre certains. C'est aussi la catégorie qui se dit la plus influençable par ses proches, et une fois le report modal initié, c'est donc sans doute parmi eux que l'effet de masse pourrait prendre place le plus facilement. Les nouvelles générations d'étudiants adopteront d'autant plus facilement le vélo qu'ils verront des étudiants des années supérieures à vélo sur le campus.

Les membres du personnel semblent être le public le plus difficile à convaincre (ils sont beaucoup moins sensibles aux incitants proposés), notamment à cause d'un trajet plus complexe, un frein qu'ils citent en effet deux fois plus que les étudiants ou les doctorants et qu'ils illustrent largement dans leurs commentaires : enfants à conduire ou à aller chercher à l'école ou à diverses activités, courses à faire après le boulot ou sur le temps de midi, réunions en dehors du campus, etc.

On peut aussi mettre en évidence des différences selon la zone du campus fréquentée, qui s'expliquent en grande partie par l'aménagement du territoire et la topographie. Les personnes fréquentant le campus du centre-ville habitent généralement beaucoup plus près de celui-ci que les personnes fréquentant le Sart Tilman n'habitent tout près de leur destination, la densité de l'habitat étant beaucoup plus dense au centre-ville. Le relief, l'effort nécessaire et le manque de douches sont également des problèmes moins importants pour les personnes se rendant au centre-ville. Il y a donc a priori un potentiel plus important pour l'utilisation du vélo en ville, par contre c'est là que le manque de parkings vélos est le plus criant.

Finalement, les usagers du bus sont les personnes les moins satisfaites de leur mode de transport, et sont par conséquent plus facile à convaincre que les automobilistes car ils sont beaucoup plus sensibles aux incitants, ce qui a été largement discuté dans la partie précédente.

Dans la revue de la littérature, nous avons pointé que les stratégies mises en place pour promouvoir le vélo devaient bien entendu tenir compte du public visé, et qu'une politique différente était nécessaire pour s'adresser aux catégories identifiées. On remarque en effet une sensibilité à l'usage du vélo différente selon les catégories étudiées, et les stratégies devront donc être adaptées de façon à rencontrer au mieux les attentes du public visé.

DÉVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES ET COMMUNICATION

Comme souligné à de nombreuses reprises, le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière sont des freins majeurs à l'utilisation du vélo, raison pour laquelle un chapitre entier a été dédié à une étude des itinéraires vers l'ULg.

La première partie de ce chapitre a consisté en l'identification des axes principaux amenant au Sart Tilman (travail qui serait également à réaliser pour le centre-ville) et de leur fréquentation. Ce travail a permis de faire ressortir les axes sur lesquels la mise en place d'un itinéraire cyclable permettrait d'amener au plus grand report modal, à savoir les accès par la rue de la Belle-Jardinière dans un premier temps, puis les accès depuis Tilff, les accès par l'avenue du Centenaire et les accès depuis Seraing et Bonnelles. La plupart de ces axes présentent un dénivelé important, montrant encore une fois un potentiel plus important pour le vélo électrique que pour le vélo classique.

La seconde partie a consisté en l'analyse détaillée de la liaison centre-ville Sart Tilman, au travers de laquelle nous avons identifié divers problèmes. Les points les plus problématiques du trajet sont les carrefours et certaines routes devant être partagées avec les piétons.

Pour créer une mobilité attractive pour le cyclisme utilitaire, les cheminements doivent être sécurisés et permettre au cycliste de conserver sa vitesse sans devoir constamment freiner. Les carrefours sont des endroits problématiques car ils ralentissent fortement le cycliste en l'obligeant à s'arrêter et parce que, lorsqu'aucune traversée cyclable n'est prévue, ils génèrent une grande insécurité routière. Les chemins qui doivent être partagés avec les piétons sont problématiques surtout lorsqu'ils sont étroits car ils ne permettent pas un partage aisé de l'espace : ils obligent le cycliste à fortement diminuer sa vitesse et donnent lieu à des interactions inconfortables et dangereuses entre les cyclistes et piétons.

Avec un vélo électrique, ces problèmes s'amplifient. En effet, nous avons vu dans la revue de la littérature que le cycliste était en moyenne plus rapide à vélo électrique qu'à vélo classique, mais que le risque d'accident était plus important en raison de la vitesse plus élevée mais aussi en raison du poids du vélo et d'une maniabilité un peu plus limitée qu'un vélo classique. Devoir s'arrêter ou ralentir brusquement ou devoir contourner des piétons est donc rendu d'autant plus difficile et plus dangereux pour un cycliste à vélo électrique, et les nombreux carrefours et espaces partagés deviennent donc d'autant plus problématiques.

Enfin si l'ULg s'implique effectivement dans l'amélioration des cheminements cyclistes, une communication insuffisante autour des actions déjà réalisées et des cheminements existants les rend peu visibles. Comment celui qui passe tous les jours en bus ou en voiture par la route du Condroz peut-il se douter qu'un itinéraire cyclable déjà relativement sécurisé et en cours d'amélioration existe quelques dizaines de mètres plus loin par le bas d'Angleur et la rue de la Belle-Jardinière ? Sans une plus grande publicité autour des itinéraires vélos, il est normal que celui qui ne cherche pas par lui-même reste sous l'impression que rien n'est fait pour les cyclistes, et ait par conséquent un sentiment amplifié du manque de pistes cyclables et de l'insécurité routière.

Beaucoup plus de communication est donc nécessaire, mais pas seulement sur le réseau cyclable : par exemple, des douches sont déjà présentes dans plusieurs bâtiments mais, à notre connaissance, ne sont signalées nulle part. En plus de son implication dans l'amélioration des cheminements doux, l'ULg organise de nombreuses actions et met en place de nombreux incitants (indemnité vélo pour le personnel, atelier vélos aux grands amphes, prêt de vélos électriques pour le personnel, événement « le Printemps à vélo », bornes de recharge pour vélos électriques à la grande cafétéria, etc.), mais qui ont malheureusement peu de visibilité.

CONCLUSION

Pollution, dépendance au pétrole, embouteillages, manque d'espace pour les parkings, etc. sont autant de raisons poussant la société actuelle à développer des solutions de mobilité alternatives à la voiture individuelle. Il est évidemment illusoire de vouloir bannir la voiture, mais est-elle vraiment nécessaire pour tout le monde et pour tous les trajets ? Parmi les nombreuses alternatives possibles, ce travail s'est intéressé à la possibilité d'un report modal vers les vélos classique et électrique, avec comme cas d'étude les déplacements résidence – lieu de cours/travail générés par l'Université de Liège.

La première partie de ce travail a analysé les problèmes de mobilité liés à l'utilisation de la voiture, la façon dont le vélo répond à ces problèmes, ainsi que les autres avantages du vélo. L'utilisation actuelle du vélo classique en tant que mode de transport ainsi que les facteurs et les stratégies qui la déterminent ont ensuite été détaillés. Finalement, nous avons étudié de plus près le vélo électrique, ses avantages et inconvénients par rapport à un vélo classique, et surtout sa place actuelle et future sur le marché du transport. Nous avons ainsi mis en évidence d'intéressantes problématiques, qui ont servi de base à l'élaboration de la partie pratique de ce travail, et ont permis de mieux cibler la recherche et d'éveiller diverses questions.

La deuxième partie de ce travail s'est orientée autour de trois questions de recherche :

- Dans quelle mesure le vélo est-il apprécié comme mode de transport par la population universitaire, quels sont les freins qui empêchent son utilisation, et comment ces freins sont-ils perçus ?
- Dans quelle mesure la situation géographique et topographique de la ville et les caractéristiques urbanistiques et architecturales des cheminements cyclables permettent-elles l'utilisation des vélos classique et électrique comme mode de transport pour le déplacement résidence-ULg ?
- Comment promouvoir l'utilisation du vélo pour le déplacement résidence-ULg ?

Des réponses à ces questions sont apportées par la consultation via une enquête de la population concernée, dont l'analyse des résultats constitue l'essentiel de la partie pratique de ce travail. Un chapitre orienté sur la description géographique des itinéraires et les caractéristiques des cheminements cyclables complète cette analyse.

Les résultats de l'enquête montrent notamment que le vélo, autant classique qu'électrique, est un mode plus apprécié par ses usagers que les modes de transport motorisés, mais que plusieurs freins majeurs empêchent actuellement un report modal plus important. Le manque de pistes cyclables et l'insécurité routière sont des freins considérables à l'utilisation du vélo, autant classique qu'électrique. Le relief, qui est le frein le plus important à l'utilisation du vélo classique, peut être surmonté par le vélo électrique, mais le prix de ce dernier restreint actuellement son adoption. L'image du vélo et les perceptions des freins ont également été étudiées, et révèlent dans certains cas des évaluations erronées. Tous les résultats ont été analysés selon le type de profil du répondant (sexe, statut, zone du campus fréquentée, mode de transport principal) et d'intéressantes différences ont été mises en évidence.

L'étude des parcours résidence-ULg a montré que, malgré la distance et le dénivelé, un nombre important de personnes sont susceptibles de se déplacer à vélo classique, mais que le potentiel du vélo électrique est deux fois plus important. Au total, 70 % des répondants habitent à une distance de l'ULg pouvant raisonnablement être parcourue à vélo, ce qui représente un potentiel énorme. L'étude des axes principalement empruntés pour se rendre au Sart Tilman montre que l'aménagement de l'itinéraire par la rue de la Belle-Jardinière (et bien sûr la garantie de l'accès à

cet axe) pourrait à lui seul déjà initier un report modal significatif, cet axe étant de loin le plus emprunté. L'étude approfondie de l'itinéraire centre-ville – Sart Tilman a notamment permis de mettre en évidence quelques points auxquels il convient de prêter attention lors de l'aménagement de cheminements cyclables (à savoir, la sécurité routière bien entendu, mais aussi le fait de permettre au cycliste de rouler vite en évitant par exemple de trop nombreux carrefours ou des espaces étroits partagés avec les piétons), particulièrement pour cet itinéraire mais aussi de façon générale.

Finalement, à la lumière des résultats et analyses, plusieurs pistes ont été lancées quant aux stratégies à mettre en place pour promouvoir l'utilisation du vélo. Dans un premier temps, il s'agit d'installer des cheminements cyclables sécurisés permettant à la population universitaire de disposer d'un parcours continu et sécurisé entre leur résidence et l'ULg, ce qui est une condition sans laquelle un report modal significatif vers le vélo ne pourra avoir lieu. La présence de parkings vélos sécurisés à domicile et à l'ULg doit également être garantie. Dans un second temps, installer des douches dans les bâtiments, rendre le prix du vélo électrique plus accessible (via des subsides ou grâce à des systèmes de location), étendre l'indemnité vélo à tout le personnel et aux doctorants, ou encore organiser des campagnes de sensibilisation ou de communication diverses (par exemple pour conscientiser les automobilistes, pour apprendre aux cyclistes à rouler de façon sécuritaire dans le trafic, pour répondre aux perceptions erronées de différents déterminants tels que les coûts des transports ou la météo, pour donner plus de visibilité aux aménagements existants, etc.) sont autant de stratégies que nous avons identifiées comme efficaces pour stimuler le report modal. Pour parvenir à convaincre les automobilistes de se déplacer à vélo (ou à utiliser un autre mode de transport alternatif), des stratégies de restriction de l'usage de la voiture semblent également nécessaires. De telles stratégies ne devraient toutefois pas être mises en place tant que l'accès à une solution alternative de qualité n'est pas garanti à tous.

Pour terminer, il nous semble important de souligner les limites de ce travail et quelques points que nous n'avons pas ou peu abordés mais qui mériteraient d'être développés dans de futurs travaux.

Ce travail ciblait le vélo en tant que mode de transport principal et unique. Cependant, combiner le vélo avec le train ou le bus permet de parcourir de plus longues distances et donc de toucher plus de potentiels utilisateurs. Pour prolonger cette étude, il serait intéressant d'étudier le vélo comme mode de transport dans une chaîne multimodale, ainsi que les façons de promouvoir l'intermodalité.

Le cas d'étude choisi pour ce travail se limitait au déplacement résidence-ULg. D'autres trajets sont toutefois générés par l'université, notamment pour se rendre d'un cours à un autre ou sur le temps de midi, et beaucoup d'autres trajets réalisés quotidiennement n'ont aucun rapport avec celle-ci (autres pôles d'éducation et de travail, courses, sport, sorties, etc.). Les stratégies pour promouvoir l'usage du vélo pour ces trajets ne sont pas nécessairement identiques à celles que nous avons proposées. Par exemple, un système de location de vélos avec des bornes de dépôts réparties sur les campus et autres points stratégiques de la ville est une solution qui pourrait être intéressante pour ces trajets et qui mériterait d'être approfondie.

Les stratégies visant à promouvoir l'utilisation du vélo présentées dans ce travail ont généralement un lien direct avec les freins rencontrés. Des stratégies plus globales mériteraient cependant la même attention, notamment concernant la structure de la ville et l'aménagement du territoire. Prévenir l'étalement urbain, favoriser la mixité des fonctions, augmenter l'offre de logements autour des campus, etc. sont des stratégies qui permettent entre autres de réduire les distances parcourues quotidiennement et peuvent donc encourager l'usage du vélo pour ces trajets.

Enfin, rappelons que les financements nécessaires pour mettre en place les stratégies que nous proposons n'ont pas du tout été étudiés dans ce travail.

En conclusion, si nous constatons que la topographie de la ville de Liège n'est pas en faveur du vélo, et que les conditions de mobilité actuelles encouragent peu son utilisation, les freins à l'usage du vélo ne sont pas insurmontables. Et si quels que soient les incitants et stratégies mis en place ou la qualité des infrastructures, le vélo reste un mode de transport inadapté pour certaines personnes ou certains trajets, son potentiel demeure toutefois très sous-exploité à Liège, où l'usage du vélo électrique, dont le marché est en pleine croissance, pourrait être appelé à un avenir très prometteur.

Bien sûr, un report modal vers le vélo ne se fera pas du jour au lendemain, des sites propres pour le vélo, des parkings ou des douches ne peuvent pas si facilement être installés n'importe où, et changer les habitudes d'une population n'est pas évident. Mais une ville évolue, et au travers des rénovations et des nouvelles constructions de voiries, d'espaces publics et de bâtiments, il est important de penser à la place du vélo et de continuer à le promouvoir.

Il est donc essentiel de continuer les recherches, et surtout de mettre en œuvre les stratégies de promotion du vélo qu'elles permettent de définir.

RÉFÉRENCES

- Adams, J., & Hillman, M. (2001). The risk compensation theory and bicycle helmets. *Injury Prevention*, 7(2), 89-91. <http://doi.org/10.1136/ip.7.2.89>
- Ahrens, G., Becker, U., Böhmer, T., Richter, F., & Wittwer, R. (2013). Potential of cycling to reduce emissions in road transport. In: *Report UBA-FB 001731 on behalf of the German Federal Environment Agency*.
- Alrutz, D. (2013). Anforderungen von Pedelecs an die kommunale Radverkehrsinfrastruktur PGV – Wegweisend für den Radverkehr Themenübersicht Rasante Entwicklung der Verkaufszahlen.
- Association AVEM. (2010). *Vélo électrique - Fonctionnement - Comment ça marche ?* Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse http://www.avem.fr/velo_electrique_comment_ca_marche.html
- Astegiano, P., Tampère, C. M. J., & Beckx, C. (2015). A Preliminary Analysis Over the Factors Related with the Possession of an Electric Bike. *Transportation Research Procedia*, 10, 393-402. <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.089>
- Bachand-Marleau, J., Lee, B.H.Y., & El-Geneidy, A.M. (2012). Better understanding of factors influencing likelihood of using shared bicycle systems and frequency of use. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2314. http://dx.doi.org/10.3141/2314-09_66-1
- Bai, L., Liu, P., Chen, Y. G., Zhang, X., & Wang, W. (2013). Comparative analysis of the safety effects of electric bikes at signalized intersections. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 20, 48–54.
- Bain & Company. (s.d.). *Measuring your Net Promoter Score*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.netpromotersystem.com/about/measuring-your-net-promoter-score.aspx>
- Balsas, C. J. L. (2003). Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, 10(1), 35-49. [http://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00028-8](http://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00028-8)
- Barata, E., Cruz, L., & Ferreira, J. (2011). Parking at the UC campus: problems and solutions. *Cities*, 28, 406–413.
- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C.L., Ainsworth, B.E., Sallis, J.F., & Pratt, M. (2009). The international prevalence study on physical activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 21. <http://dx.doi.org/10.1186/1479-5868-6-21>
- Bhatia, R., & Wier, M. (2011). "Safety in Numbers" re-examined: can we make valid or practical inferences from available evidence? *Accident Analysis & Prevention*, 43, 235–240. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.015>
- Bianchet, B. (2014). Enquête Cemul-ULg : Mobilité des étudiants de l'Université de Liège, Principaux résultats. Consulté le 29 février 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/c_5813799/fr/enquete-cemul-etudiants-ulg-synthese-resultats
- Bike Europe. (2013). *Europe's E-Bike Imports Indicate Market Size*. Consulté le 14 avril 2016 à l'adresse <http://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2013/8/europes-e-bike-imports-indicate-market-size-10110166>
- Boarnet, M., & Crane, R. (2001). The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(9), 823-845. [http://doi.org/10.1016/S0965-8564\(00\)00019-7](http://doi.org/10.1016/S0965-8564(00)00019-7)
- Bodeux, P. (2016, 06 janvier). Liège: les cyclistes vont pouvoir passer au rouge. *Le Soir*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://mobile.lesoir.be/1087336/article/actualite/regions/liege/2016-01-07/liege-cyclistes-vont-pouvoir-passer-au-rouge>
- Broach, J., Dill, J., & Gliebe, J. (2012). Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46, 1730–1740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2012.07.005>
- Buehler, R. (2012). Determinants of bicycle commuting in the Washington, DC region: The role of bicycle parking, cyclist showers, and free car parking at work. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17, 525–531. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2012.06.003>

- Cabinet Office. (2009). An analysis of urban transport, in Unit. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.cabinetoffice.gov.uk/media/308292/urbantransportanalysis.pdf>
- Cass, N., & Faulconbridge, J. (2016). Commuting practices: New insights into modal shift from theories of social practice. *Transport Policy*, 45, 1-14. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.08.002>
- Cavill, N., Kahlmeier, S., & Racioppi, F. (2006). Physical activity and health in Europe: evidence for action. World Health Organization.
- Cervero, R. (2002). Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7, 265–284. [http://dx.doi.org/10.1016/S1361-9209\(01\)00024-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1361-9209(01)00024-4)
- Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*, 15, 354–367.
- Cherry, C. R. & Cervero, R. (2007). Use characteristics and mode choice behavior of electric bike users in China. *Transport Policy*, 14, 247–257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.005>
- Cherry, C. R. (2007). Electric Bike Use in China and Their Impacts on the Environment, Safety, Mobility and Accessibility. UC Berkeley Center for Future Urban transport, Working Paper, UCB-ITS-VWP-207-3. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://escholarship.org/uc/item/8bn7v9jm>
- Cherry, C. R., & He, M. (2010). Alternative methods of measuring operating speed of electric and traditional bikes in China—implications for travel demand models. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8, 1424–1436.
- Cherry, C. R., Weinert, J. X., & Xinmiao, Y. (2009). Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(5), 281-290. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2008.11.003>
- Cherry, C. R., Yang, H., Jones, L. R., & He, M. (2016). Dynamics of electric bike ownership and use in Kunming, China. *Transport Policy*, 45, 127-135. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.09.007>
- China's e-bike Committee. (2015). China's e-bikes Increases Tenfold in Ten Years Up to 200 Million. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://www.cebike.com/news/html/201501/2015011910382241.htm>
- Chodorge, J. (2012, 21 décembre). *L'utilisation d'une voiture coûte en moyenne 215 € par mois*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://blog.covivo.eu/cout-utilisation-voiture/>
- CHR Metals. (2008). World Lead: Recent Developments in China's E-Bike Market. Report. May 2, 2008.
- Clarke, A. (2000). Bicycling, pathway to the future—TRB Millennium papers: committee on bicycling. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://www.nationalacademies.org/trb/publications/millennium/00011.pdf>
- CNLIC. (2013). Chinese Light Industry Yearbook (2010-2013). China National Light Industry Association, Beijing, China.
- Code de la Route.be. (2007). *Les engins de déplacement*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.code-de-la-route.be/actualite/1260-engins-de-deplacement->
- Cole-Hunter, T., Donaire-Gonzalez, D., Curto, A., Ambros, A., Valentin, A., Garcia-Aymerich, J., Martínez, D., Braun, L.M., Mendez, M., Jerrett, M., Rodriguez, D., de Nazelle, A., & Nieuwenhuijsen, M. (2015). Objective correlates and determinants of bicycle commuting propensity in an urban environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 132-143. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2015.07.004>
- COLIBI & COLIPED. (2014). European Bicycle Market, 2014 Edition, Industry & Market Profile (2013 Statistics). COLIBI – European Bicycle Manufacturers Organization; COLIPED – Association of the European Two-Wheeler Parts' and Accessories' Industry. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://raivereniging.nl/ecm/?id=workspace://SpacesStore/2dcf4ea4-c647-4303-95a8-ac0045f8448b>
- Cools, M. & Creemers, L. (2013). The dual role of weather forecasts on changes in activity-travel behavior. *Journal of Transport Geography*, 28, 167–175.
- Cools, M. (2015). *Transport et mobilité urbaine*. Notes de cours non publiées, ULg Faculté des Sciences Appliquées, année académique 2015-2016.
- Cools, M. et al. (2010). Changes in Travel Behavior in Response to Weather Conditions: Do Type of Weather and Trip Purpose Matter? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2157, 22–28.

- Cooper, A., Page, A., Foster, L., & Qahwaji, D. (2003). Commuting to school: are children who walk more physically active? *American Journal of Preventive Medicine*, 25(4), 273–276.
- Cornelis, E., Hubert, M., Huynen, P., Lebrun, K., Patriarche, G., De Witte, A., ... Walle, F. (2012). *La Mobilité en Belgique en 2010 : Résultats de l'Enquête BELDAM*. Consulté à l'adresse http://www.mobilit.fgov.be/Applications/Internet/beldamwww.nsf/Rapport_final.pdf?Openfileresource
- Courard, L. (2015). *Maintenance, restauration et protection des constructions*. Notes de cours non publiées, ULg Faculté des Sciences Appliquées, année académique 2015-2016.
- Creemers, L., Wets, G. & Cools, M. (2015). Meteorological variation in daily travel behaviour: evidence from revealed preference data from the Netherlands. *Theoretical and Applied Climatology*, 120(1–2), 183–194.
- Cuignet, F. (2015). Le Casque, Oui. Obligatoire, Non ! *GRACQ Mag*, 16(Printemps 2015), 13-17. Consulté à l'adresse http://www.gracq.org/sites/default/files/le_casque_oui_lobligation_non_gracq_mag_16.pdf
- Cyclable. (2013). *Quel est le coût d'utilisation d'un vélo électrique ?* Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.cyclable.com/blog/2013/11/06/quel-cout-dutilisation-dun-velo-electrique/>
- D.A.S. Protection Juridique. (2015, juin). Le point au sujet des vélos électriques. *D.A.S. Journal*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse http://www.das.be/C12575670042A839/_/3E92CD0597FBD414C1257E7C003CA0D6?OpenDocument
- Dargay, J., & Hanly, M. (2007). Volatility of car ownership, commuting mode and time in the UK. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(10), 934–948.
- De Mareschal, E. (2014, 25 janvier). *Utiliser un véhicule représente un coût de 3300 euros par an*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.lefigaro.fr/conso/2014/01/25/05007-20140125ARTFIG00275-utiliser-un-vehicule-represente-un-cout-de-3300-euros-par-an.php>
- De Waard, D. (2013). *Natuurlijk Fietsen (Naturalistic Cycling)*. Groningen University, Groningen.
- Decathlon. (s.d. a). *Vélo de ville [Catalogue en ligne]*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.decathlon.be/C-409900-velo-de-ville>
- Decathlon. (s.d. b). *Vélo électrique [Catalogue en ligne]*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.decathlon.be/C-733379-velo-electrique>
- Dekker, P.W.K. (2013). *Electrification of Road Transport – An Analysis of the Economic Performance of Electric Two-Wheelers*. MSc. Thesis Utrecht University. Utrecht, The Netherlands.
- Dekoster, J., Schollaert, U. (1999). *Cycling: The Way Ahead for Towns and Cities*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.
- DH.be. (2016, 23 février). *Voici le coût réel par mois d'une voiture en Belgique (INFOGRAPHIE)*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.dhnet.be/conso/auto-moto/voici-le-cout-reel-par-mois-d-une-voiture-en-belgique-infographie-56cb6c6d357013d19597bba6>
- Dickinson, J.E., Kingham, S., Copsey, S., & Pearlman Hougie, D.J. (2003). Employer travel plans, cycling and gender: will travel plan measures improve the outlook for cycling to work in the UK? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 8, 53–67.
- Dill, J., & Rose, G. (2012). Electric bikes and transportation policy: insights from early adopters. *Transportation Research Record*, 2314, 1–6. <http://dx.doi.org/10.3141/2314-01>
- Direction générale Mobilité et Voies hydrauliques. (2016). *Wallonie cyclable : Découvrez la Wallonie autrement !* Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://mobilite.wallonie.be/home/politiques-de-mobilite/wallonie-cyclable/les-communes-pilotes/liege.html>
- Direction générale Statistique – Statistics Belgium. (2014). *Chiffres Clés : Aperçu Statistique de la Belgique*. Bruxelles : SPF Économie, P.M.E., Classes moyennes et Énergie.
- Dober, R. (2000). *Campus Landscape*, Wiley, New York.
- Dozza, M., Bianchi Piccinini, G. F., & Werneke, J. (2015). Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.003>
- Durkin, E. (2013). *City Council Votes To Ban Motorized Bicycles*. New York Daily News.
- ECOX.fr. (s.d.). *Comment choisir son vélo électrique?* Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.ecox.fr/dossiers-velo-electrique/comment-choisir-son-velo-electrique>

- European Commission (2012a). EU Transport in Figures: Statistical pocketbook 2012. EC – European Commission. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2012/pocketbook2012.pdf>
- European Commission (2012b). Road Transport – A Change of Gear. EC – European Commission. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse http://ec.europa.eu/transport/modes/road/doc/broch-road-transport_en.pdf
- Evans, L. (2004). Traffic Safety. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Field, T., Diego, M. & Sanders, C. (2001a). Exercise is positively related to adolescents' relationships and academics. *Adolescence*, 36(141), 105–110.
- Field, T., Diego, M., & Sanders, C. (2001b). Adolescent depression and risk factors. *Adolescence*, 36(143), 491–498.
- Figueroa, M., Lah, O., Fulton, L. M., McKinnon, A., & Tiwari, G. (2014). Energy for Transport. *Annual Review of Environment and Resources*, 39(1), 295–325. <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-031913-100450>
- Fortier, M. (2015, 1 décembre). L'Australie songe à renoncer au casque de vélo obligatoire. *Le Devoir*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.ledevoir.com/non-classe/456703/l-australie-songe-a-renoncer-au-casque-de-velo-obligatoire>
- Frank, L.D., Andresen, M.A., & Schmid, T.L. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 87–96.
- Franke, T., & Krems, J.F., (2013). Interacting with limited mobility resources: psychological range levels in electric vehicle use. *Transportation Research. Part A: Policy and Practice*, 48, 109–122.
- Furie, G.L., & Desai, M.M. (2012). Active transportation and cardiovascular disease risk factors in U.S. adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 43, 621–628. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2012.06.034>
- Fürst, E. (2014). Making the way to the university environmentally sustainable: a segmentation approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31, 1–12.
- Gee, G.C., & Takeuchi, D.T. (2004). Traffic stress, vehicular burden and wellbeing: a multilevel analysis. *Social Science & Medicine*, 59(2), 405–414.
- Gojanovic, B., Welker, J., Iglesias, K., Daucourt, C., & Gremion, G. (2011). Electric bicycles as a new active transportation modality to promote health. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 43(11), 2204–2210.
- Groupe de Recherche et d'Action des Cyclistes Quotidiens (GRACQ). (s.d.). *Rouler sous la pluie*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.gracq.org/rouler-sous-la-pluie>
- Habibian, M., & Kermanshah, M. (2013). Coping with congestion: understanding the role of simultaneous transportation demand management policies on commuters. *Transport Policy* 30, 229–237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.09.009>
- Hammer, S., Kamal-Chaoui, L., Robert, A., & Plouin, M. (2011). Cities and Green Growth: A Conceptual Framework. OECD Regional Development Working Papers 2011/08, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5kg0tflmzx34-en>
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1423–1434. <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>
- Haworth, N. (2012). Powered two wheelers in a changing world – challenges and opportunities. *Accident Analysis & Prevention*, 44, 12–18.
- Heebøll, J. (2007). *Knowledge based entrepreneurship*. Notes de cours non publiées, Danmarks Tekniske Universitet, année académique 2014-2015.
- Heinen, E., van Wee, B., & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: an overview of the literature. *Transport Reviews*, 30(1), 59–96.
- Hendriksen, I., Engbers, L., Schrijver, J., van Gijlswijk, R., Weltevreden, J., & Wilting, J. (2008). Elektrisch Fietsen: Marktonderzoek en verkenning toekomstmogelijkheden. Report KvL/B&G/2008.067. TNO Kwaliteit van Leven. Leiden, The Netherlands. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse [http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Rapport %20KvL-B&G-2008-067 %20compleet.pdf](http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Rapport%20KvL-B&G-2008-067%20compleet.pdf)

- Héran, F. (2012). *Vélo et politique globale de déplacements durables*. Consulté à le 11 avril 2016 l'adresse <http://www.predit.prd.fr/predit4/documentFo.fo?cmd=visualize&inCde=42666>
- Hertel, O., Hvidberg, M., Ketzel, M., Storm, L., & Stausgaard, L. (2008). A proper choice of route significantly reduces air pollution exposure—a study on bicycle and bus trips in urban streets. *Science of the Total Environment*, 389, 58–70.
- Holland Bikes. (s.d. a). *Combien coûte un vélo électrique ? La réponse en 6 points !* Consulté le 14 avril 2016 à l'adresse <http://www.hollandbikes.com/cout-utilisation-velo-electrique.htm>
- Holland Bikes. (s.d. b). *Pourquoi de telles différences de prix entre les vélos électriques?* Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.hollandbikes.com/differences-prix-velos-electriques.htm>
- Holland Bikes. (s.d. c). *6 Points clés et conseils pour choisir son vélo électrique*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.hollandbikes.com/6-points-cles-et-conseils-pour-choisir-son-velo-electrique.htm>
- Hu, F., Lv, D., Zhu, J., & Fang, J., 2014. Related risk factors for injury severity of e-bike and bicycle crashes in Hefei. *Traffic Injury Prevention*, 15(3), 319–323.
- Hubert, J.-P., & Toint, P. (2002). *La Mobilité Quotidienne des Belges*. Presses universitaires de Namur, Namur.
- IEA (International Energy Agency). (2009). *Transport, Energy and CO2: Moving Toward Sustainability*. Paris, France.
- IEA (International Energy Agency). (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris, France.
- IEA (International Energy Agency). (2012). *CO2 Emissions from Fuel Combustion – Highlights*. Paris, France.
- Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD). (2004). *Plan de transport d'entreprise du Sart Tilman : Analyse des résultats des enquêtes mobilité menées auprès du personnel, des étudiants, des patients et des visiteurs*. Consulté le 12 mai 2016 à l'adresse http://appli.mobilite.wallonie.be/opencms/export/sites/be.wallonie.mobilite/fr/planification_realisations/pde/pmza/PMZA_Initiatives_documents/pmza_Sart_Tilman_resultats_enquete.pdf
- Institut Royal Météorologique (IRM). (s.d.). *Caractéristiques de quelques paramètres climatiques*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse http://www.meteo.be/meteo/view/fr/360361-Parametres.html#ppt_7369966
- Institut Royal Météorologique. (s.d.). *Climatogrammes*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/6042865-Climats+dans+le+monde.html>
- Int Panis, L., de Geus, B., Vandenbulcke, G., Willems, H., Degraeuwe, B., Bleux, N., Mishra, V., Thomas, I., & Meeusen, R. (2010). Exposure to particulate matter in traffic: a comparison of cyclists and car passengers. *Atmospheric Environment*, 44, 2263–2270.
- Jacobsen, P.L. (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, 9, 205–209.
- Jamerson, F.E., & Benjamin, E. (2013). *Electric Bikes Worldwide Reports—Light Electric Vehicles/EV Technology*. Electric Battery Bicycle Company, Naples, Florida.
- James, P., Banay, R. F., Hart, J. E., & Laden, F. (2015). A Review of the Health Benefits of Greenness. *Current Epidemiology Reports*, 2(2), 131-142. <http://doi.org/10.1007/s40471-015-0043-7>
- Ji, S., Cherry, C. R., Han, L. D., & Jordan, D. A. (2014). Electric bike sharing: simulation of user demand and system availability. *Journal of Cleaner Production*, 85, 250-257. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.024>
- Ji, S., Cherry, C.R., Bechle, M.J., Wu, Y., Marshall, J.D. (2012). Electric vehicles in China: emissions and health impacts. *Environmental Science & Technology*, 46, 2018–2024.
- Johnson, M., & Rose, G. (2013). *Electric Bikes – Cycling in the New World City: An Investigation of Australian Electric Bicycle Owners and the Decision Making Process for Purchase*. Australasian Transport Research Forum 2013, 2–4 October 2013. Brisbane, Australia.
- Kaczynski, A., Bopp, M., Wittman, P. (2012). To drive or not to drive: factors differentiating active versus non-active commuters. *Journal of Health Behavior and Public Health*, 2.
- Kahn Ribeiro, S., & Kobayashi, S. (2007). Transport and its infrastructure. In B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, & L.A. Meyer (Eds.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY : Cambridge University Press.

- Kairos Wirkungsforschung und Entwicklung. (2010). Landrad – Neue Mobilität für die Alltagsmobilität in Vorarlberg. Endbericht, Bregenz. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse http://landrad.at/fileadmin/downloads/110103_bericht_landrad.pdf
- Kim, J.K., Kim, S., Ulfarsson, G.F., & Porrello, L.A. (2007). Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 238–251.
- Kingham, S., Dickinson, J., & Copsey, S. (2001). Travelling to work: will people move out of their cars. *Transport Policy*, 8, 151–160.
- km10.be. (s.d.). City Bike. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.km10.be/F/citybike>
- Kooijman, J.D.G., Meijaard, J.P., Papadopoulos, J.M., Ruina, A., & Schwab, A.L. (2011). A bicycle can be self-stable without gyroscopic or caster effects. *Science*, 332(6027), 339–342.
- Langford, B. C., Chen, J., & Cherry, C. R. (2015). Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 220-226. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.016>
- Le Moniteur Automobile.be. (2016a). *Taxe de circulation annuelle Région Wallonne et Bruxelles*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.moniteurautomobile.be/conseils-financiers/taxe-de-mise-en-circulation-et-taxe-annuelle/taxe-de-circulation-annuelle.html>
- Le Moniteur Automobile.be. (2016b). *Taxe de mise en circulation Bruxelles et Wallonie*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.moniteurautomobile.be/conseils-financiers/tmc-bruxelles-et-wallonie/taxe-mise-en-circulation-bruxelles-wallonie.html>
- Le Point. (2015, 18 juin). Le coût annuel d'une voiture a augmenté en 2014 (étude). Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse http://www.lepoint.fr/automobile/actualites/le-cout-annuel-d-une-voiture-a-augmente-en-2014-etude-18-06-2015-1937767_683.php
- Le Vif/L'Express. (2016, 22 mars). De plus en plus d'embouteillages à Bruxelles, Liège et Charleroi. *Le Vif/L'Express*. Consulté le 14 avril 2016 à l'adresse http://www.levif.be/actualite/belgique/de-plus-en-plus-d-embouteillages-a-bruxelles-liege-et-charleroi/article-normal-480973.html#cxrecs_s
- Lee, A. C. K., & Maheswaran, R. (2010). The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of Public Health*, 33, 212–222. <http://doi.org/10.1093/pubmed/fdq068>
- Lepage, M. (2016, 25 février). *Tout savoir sur le mix énergétique belge*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://www.choisir-mon-energie.be/2016/02/25/mix-energetique-belge/>
- Li, G., Braver, E.R., & Chen, L.H. (2003). Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 35(2), 227–235.
- Lin, S., He, M., Tan, Y., & He, M. (2008). Comparison study on operating speeds of electric-bicycle and bicycle: experience from field investigation in Kunming. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2048(1), 52–59.
- Liu, W., Sang, J., Chen, L., Tian, J., Zhang, H., & Olvera Palma, G. (2015). Life cycle assessment of lead-acid batteries used in electric bicycles in China. *Journal of Cleaner Production*, 108, Part A, 1149-1156. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.026>
- Louis, J., Brisswalter, J., Morio, C., Barla, C., & Temprado, J.-J. (2012). The electrically assisted bicycle: an alternative way to promote physical activity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 91, 931-940.
- Macarthur, J., & Kobel, N. (2014). Regulations of E-bikes in North America. National Institute for Transportation and Communities.
- MacArthur, J., Dill, J., & Person, M. (2014). E-Bikes in the North America: Results from an Online Survey. Report Numer 14-4885. 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 12–16 January 2014. Washington, DC, USA.
- Marique, A.-F. & Reiter, S. (2012). A method for evaluating transport energy consumption in suburban areas. *Environmental Impact Assessment Review*, 33, 1-6.
- Mindell, J. (2001). Lessons from tobacco control for advocates of healthy transport. *Journal of Public Health Medicine*, 23(2), 91–97.

- Montgomery, B.N. (2010). Cycling trends and fate in the face of bus rapid transit: case study of Jinan, Shandong Province, China. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2193, 28–36.
- Moudon, A.V., Lee, C., Cheadle, A.D., Collier, C.W., Johnson, D., Schmid, T.L., & Weather, R.D. (2005). Cycling and the built environment, a US perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10, 245–261.
- Mulalic, I. (2015). *Transport Economics*. Notes de cours non publiées, Danmarks Tekniske Universitet, année académique 2014-2015.
- Mullan, E. (2001). Do you think that your local area is a good place for young people to grow up? The effects of traffic and car parking on young people's views. *Health & Place*, 9, 351–360.
- Nankervis, M. (1999). The effect of weather and climate on bicycle commuting. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33, 417–431.
- Net Promoter Network. (s.d.). *The Net Promoter Score: Leading Growth Indicator*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <https://www.netpromoter.com/know/>
- Newman, P.W.G., & Kenworthy, J.R. (2006). Urban design to reduce automobile dependence. *Opolis*, 2(1), 35-52.
- Noël, N. (2003). *Formes Urbaines, Aménagements Routiers et Usage de la Bicyclette*. Ph.D. Thesis, Université Laval, Québec (Canada).
- NYC Environmental Protection. (s.d.). *Air Pollution*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.nyc.gov/html/dep/html/air/index.shtml>
- NYCeWheels. (s.d.) *Energy Efficient Electric Bikes*. Consulté le 14 avril 2016 à l'adresse <http://www.nycewheels.com/energy-efficient-electric-bike.html>
- OECD. (s.d.). *List of OECD Member countries - Ratification of the Convention on the OECD*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.oecd.org/about/membersandpartners/list-oecd-member-countries.htm>
- Oja, P., Vuori, I., & Paronen, O. (1998). Daily walking and cycling to work: their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Education and Counseling*, 33, S87–S94.
- Parkin, J., & Rotheram, J. (2010). Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. *Transport Policy*, 17(5), 335–341.
- Parkin, J., Wardman, M., & Page, M. (2007). Models of perceived cycling risk and route acceptability. *Accident Analysis and Prevention*, 39(2), 364–371
- Pate, R., Pratt, M., Blair, S., Haskell, W., Macera, C., Bouchard, C., Buchner, D.M., Ettinger, W., Heath, W., King, A., Kriska, A., Leon, A., Marcus, B., Morris, J., Paffenbarger, M.D., Patrick, K., Pollock, M., Rippe, J., Sallis, J.F., & Wilmore, J. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the centers for disease control and prevention and the American college of sports medicine. *Journal of the American Medical Association*, 273(5), 402–407.
- Pauwels, C., & Andries, P. (2016). *Diagnostic des Déplacements Domicile - Lieu de Travail 2014*. Bruxelles : SPF Mobilité et Transports.
- Plaut, P.O. (2005). Non-motorized commuting in the US. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10, 347–356.
- Police Centrex Circulation Routière. (s.d.). *Vélo électrique*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.lokalepolitie.be/centrex/fr/faq/code-de-la-route/velo-electrique.html>
- Popovich, N., Gordon, E., Shao, Z., Xing, Y., Wang, Y., & Handy, S. (2014). Experiences of electric bicycle users in the Sacramento, California area. *Travel Behaviour and Society*, 1(2), 37-44. <http://doi.org/10.1016/j.tbs.2013.10.006>
- Potter, S., & Skinner, M. (2000). On transport integration: a contribution to better understanding. *Futures*, 32, 275–287.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2006). Why Canadians cycle more than Americans: a comparative analysis of bicycling trends and policies. *Transport Policy*, 13, 265–279.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4), 495–528.

- Pucher, J., & Dijkstra, L. (2003). Promoting safe walking and cycling to improve public health: lessons from the Netherlands and Germany. *Public Health Matters*, 93(9), 1509–1516.
- Pucher, J., Buehler, R., & Seinen, M. (2011). Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(6), 451–475.
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. *Preventive Medicine*, 50, 106–125.
- Pucher, J., Komanoff, C., & Schimek, P. (1999). Bicycling renaissance in North America? Recent trends and alternatives policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33, 625–654.
- Richardson, A.J. (2000). Seasonal and Weather Impacts on Urban Cycling Trips. TUTI Report 1–2000. The Urban Transport Institute, Victoria, Australia
- Rietveld, P. (2001). Biking and Walking: the Position of Non-motorized Transport Modes in Transport Systems. *Tinbergen Institute Discussion Paper TI 2001-111/3*.
- Rietveld, P., & Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38, 531–550.
- Robinson, D. L. (2006). No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets. *British Medical Journal*, 332(7543), 722–725. Consulté à l'adresse <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1410838/>
- Rodriguez, D.A., Joo, J. (2004). The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9, 151–173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2003.11.001>
- Roetynck, A. (2010). *PRESTO Cycling Policy Guide : Electric Bicycles*. Consulté à l'adresse https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_electric_bicycles_en.pdf
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations* [1ère édition]. New York : Free Press of Glencoe.
- Rose, G. (2012). E-bikes and urban transportation: emerging issues and unresolved questions. *Transportation*, 39, 81–96.
- Rotaris, L., & Danielis, R. (2015). Commuting to college: The effectiveness and social efficiency of transportation demand management policies. *Transport Policy*, 44, 158–168. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.08.001>
- Saelens, B.E., Sallis, J.F., & Frank, L.D. (2003). Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of Behavioral Medicine*, 25(2), 80–91.
- Santos, G., Maoh, H., Potoglou, D., & von Brunn, T. (2013). Factors influencing modal split of commuting journeys in medium-size European cities. *Journal of Transport Geography*, 30, 127–137. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.04.005>
- Scheepers, E., Wendel-Vos, W., van Kempen, E., Panis, L.I., Maas, J., Stipdonk, H., & Schuit, J. (2013). Personal and environmental characteristics associated with choice of active transport modes versus car use for different trip purposes of trips up to 7.5 km in The Netherlands. *PLoS ONE*, 8(9), e73105. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073105>
- Schepers, J. P., Fishman, E., den Hertog, P., Wolt, K. K., & Schwab, A. L. (2014). The safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 174–180. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.010>
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J., & Gehlert, T. (2015). The German Naturalistic Cycling Study – Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles. *Safety Science*. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.027>
- Schoner, J. E., Cao, J., & Levinson, D. M. (2015). Catalysts and magnets: Built environment and bicycle commuting. *Journal of Transport Geography*, 47, 100–108. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.07.007>
- Seebauer, S., Kufleitner, A., & Kulmer, V. (2011). The situational dependency of action models: determinants of bicycle use for shopping trips. 9th Biennial Conference on Environmental Psychology, September 26–28, 2011, Eindhoven.

- Shannon, T., Giles-Corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T., & Bull, F. (2006). Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. *Transport Policy*, 13(3), 240-253. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.11.002>
- Shoup, D. (1997). The high cost of free parking. *Journal of Planning Education and Research*, 17(1), 3–20.
- Sibelga. (2016). *Que consomme un ordinateur ? Quelle quantité de CO2 cela représente-t-il ?* Consulté le 05 juin 2016 à l'adresse <http://www.energuide.be/fr/questions-reponses/que-consomme-un-ordinateur-quelle-quantite-de-co2-cela-represente-t-il/54/>
- Simons, M., Van Es, E., & Hendriksen, I. (2009). Electrically assisted cycling: a new mode for meeting physical activity guidelines. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(11), 2097–2102.
- SocialdataAustralia (2000). Potential Analysis 'Perth'. Department of Transport, Western Australia, Perth.
- SPF Mobilité et Transports. (s.d.). *Distances routières parcourues*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/circulation_et_transport/circulation/distances/
- Spurling, N., McMeekin, A., Shove, E., Southerton, D., & Welch, D. (2013). Interventions in practice-re-framing policy approaches to consumer behaviour. Sustainable Practices Research Group Report, September 2013.
- SurveyMonkey. (s.d.). Sondage Net Promoter Score (NPS). Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <https://fr.surveymonkey.com/mp/net-promoter-score/>
- Sustainable Cities International. (2012). *Indicators for Sustainability : How cities are monitoring and evaluating their success*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://sustainablecities.net/wp-content/uploads/2015/10/indicators-for-sustainability-intl-case-studies-final.pdf>
- TEC. (2016). *Vous voyagez beaucoup avec le TEC ? Optez pour l'abonnement !* Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <https://www.infotec.be/fr-be/acheteruntitre/titresettarifs/abonnements.aspx>
- Technical and Environmental Administration, Traffic Department. (2013). *Copenhagen City of Cyclists: Bicycle Account 2012*. Copenhagen : City of Copenhagen.
- Thai, A., McKendry, I., & Brauer, M. (2008). Particulate matter exposure along designated bicycle routes in Vancouver, British Columbia. *Science of the Total Environment*, 405, 26–35.
- Theurel, J., Theurel, A., & Lepers, R. (2012). Physiological and cognitive responses when riding an electrically assisted bicycle versus a classical bicycle. *Ergonomics* 55(7), 773–781.
- Timmermans, J-M., Lataire, P., Maggetto, G., & Cappelle, J. (2003). De elektrische fiets als duurzame mobiliteit in steden. Unknown Journal <https://cris.cumulus.vub.ac.be/portal/en/publications/de-elektrische-fiets-als-duurzame-mobiliteit-in-steden%286283a5db-a4ff-41a9-9c7c-88c118ba114c%29.html>
- Tolley, R. (1996). Green campuses: cutting the environmental cost of commuting. *Journal of Transport Geography*, 4(3), 213–217.
- Topographic-map.com. (s.d.). Liège. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <http://fr-be.topographic-map.com/places/Li%C3%A8ge-6937/>
- U.S. Department of Health and Human Services (1996). Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf>
- United Cities and Local Governments, & Cities for Mobility. (2009). *Agenda 21 for Urban Mobility*. Stuttgart : City of Stuttgart.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division. (2015). *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables*. New York : United Nations.
- Université de Liège (ULg). (2013). *Ville de Liège*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/a_14197/fr/ville-de-liege
- Université de Liège (ULg). (2014). *Incitants financiers*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/c_3347421/fr/incitants-financiers
- Université de Liège (ULg). (2015). *Centre-ville*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/a_16386/centre-ville
- Université de Liège (ULg). (2016a). *Sart Tilman*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/a_16385/fr/SartTilman

- Université de Liège (ULg). (2016b). *Se déplacer*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/c_2995759/fr/accueil
- Université de Liège (ULg). (s.d. a). *Accès et plans*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/c_5876778/fr/acces-et-plans
- Université de Liège (ULg). (s.d. b). *Campus de Liège - Centre-ville*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse https://www.ulg.ac.be/cms/c_5876704/fr/campus-de-liege-centre-ville
- Université de Liège (ULg). (s.d. c). *Campus de Liège - Sart Tilman*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse [https://www.ulg.ac.be/cms/c_5876706/fr/campus-de-liege-Sart Tilman](https://www.ulg.ac.be/cms/c_5876706/fr/campus-de-liege-Sart_Tilman)
- Van Boggelen, O., Van Oijen, J., & Lankhuijzen, R. (2013). *Feiten Over de Elektrische Fietsberaad*, Utrecht.
- van der Kuip, T., Huang, L., & Cherry, C. (2013). Health hazards of China's lead-acid battery industry: a review of its market drivers, production processes, and health impacts. *Environmental Health*, 12(1), 1–10.
- Van Dessel, G. (2011). *Net Promoter Score*. Consulté le 01 juin 2016 à l'adresse <https://fr.checkmarket.com/blog/votre-net-promoter-score/>
- Van Malderen, L., Jourquin, B., Thomas, I., Vanoutrive, T., Verhetsel, A., & Witlox, F. (2009). Mobility policies of the companies located in Belgium: are there success stories? In: *Proceedings of the BIVIC-GIBET Transport Research Day, third ed., Belgium, May 27, 2009*, Brussels, Vrije Universiteit Brussel (VUB).
- van Wee, B., & Nijland, H. (2007). Health benefits of cycling. In: *CVS 2007, 34th ed., Belgium November 22–23, 2007*, Antwerpen, Cultureel Congresscentrum Elzenveld.
- Van Zeebroeck, B., Charles, J., & Holf, E. (2014). *Évaluation économique de la pratique du vélo en Wallonie*. Namur : SPW Direction Générale Opérationnelle de la Mobilité et des Voies Hydrauliques.
- Vandenbulcke, G., Dujardin, C., Thomas, I., Geus, B. de, Degraeuwe, B., Meeusen, R., & Panis, L. I. (2011). Cycle commuting in Belgium: Spatial determinants and 're-cycling' strategies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(2), 118-137. <http://doi.org/10.1016/j.tra.2010.11.004>
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., de Geus, B., Degraeuwe, B., Torfs, R., Meeusen, R., & Int Panis, L. (2009). Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium. *Transport Policy*, 16(2), 77–87. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.tranpol.2009.03.004>
- Vélo Electrique Attitude. (s.d.). *Guide d'achat d'un vélo électrique*. Consulté le 11 avril 2016 à l'adresse <http://www.velo-electrique-attitude.com/content/7-guide-achat-velo-electrique-comparatif>
- Verhetsel, A., Thomas, I., Van Hecke, E., & Beelen, M. (2007). Monografie van het Woonwerkverkeer in België. Belgian Science Policy and FPS Mobility and Transports, Brussels.
- Ville de Liège. (2011). *Plan communal cyclable 2012-2015*. Consulté le 22 mai à l'adresse <http://www.liege.be/telechargements/pdf/mobilite-1/velo/pcc-synthese-presentation-site-internet.pdf>
- Vlakveld, W. P., Twisk, D., Christoph, M., Boele, M., Sikkema, R., Remy, R., & Schwab, A. L. (2015). Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 97-106. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.018>
- Wahlgren, L., & Schantz, P. (2012). Exploring bikeability in a metropolitan setting: stimulating and hindering factors in commuting route environments. *BMC Public Health*, 12, 168. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-12-168>
- Wardman, M., Tight, M., & Page, M. (2007). Factors influencing the propensity to cycle to work. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41, 339–350.
- Weber, T., Scaramuzza, G., & Schmitt, K.-U. (2014). Evaluation of e-bike accidents in Switzerland. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 47-52. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2014.07.020>
- Weerts, D. (1992). Bicycling and the university—a fertile combination for the nurturing of bicycle-friendly communities. In: Boivin, R., Pronovost, J. (Eds.), *The Bicycle: Global Perspectives*, Velo Quebec Publications, Montreal.
- Wei, V. (2013). China 2012: E-Bike Industry Modernizing Rapidly. BikeEurope.com. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://www.bike-eu.com/Sales-Trends/Market-Report/2013/4/Chinas-E-bike-Industry-Modernizing-Rapidly-1165111W>

- Weinert, J., & VanGelder, E. (2009). Light Traction: Batteries. In *Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*, 292-301. Amsterdam: Elsevier. Consulté à l'adresse <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444527455003749>
- Weinert, J.X., Burke, A.F., Wei, X. (2007a). Lead-acid and lithium-ion batteries for the Chinese electric bike market and implications on future technology advancement. *Journal of Power Sources*, 172, 938–945.
- Weinert, J.X., Ma, C., & Cherry, C.R. (2007b). The transition to electric bikes in China: history and key reasons for rapid growth. *Transportation*, 34(3), 301–318.
- Weinert, J.X., Ma, C., Yang, X., & Cherry, C.R. (2007c). Electric two-wheelers in China: effect on travel behavior, mode shift, and user safety – perceptions in a medium-sized city. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2038, 62–68.
- Weinert, J.X., Ogden, J., Sperling, D., & Burke, A.. (2008). The future of electric two-wheelers and electric vehicles in China. *Energy Policy* 36(7), 2544–2555.
- Weiss, M., Dekker, P., Moro, A., Scholz, H., & Patel, M. K. (2015). On the electrification of road transportation – A review of the environmental, economic, and social performance of electric two-wheelers. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 348-366. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2015.09.007>
- Whitmarsh, L., & Kohler, J. (2010). Climate change and cars in the EU: the roles of auto firms, consumers, and policy in responding to global environmental change. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(3), 427–441. <http://dx.doi.org/10.1093/cjres/rsq008>
- Wilkinson, B. 1(997). Nonmotorized transportation: the forgotten modes. *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, 553, 87–93.
- Winters, M., Davidson, G., Kao, D., & Teschke, K. (2010). Motivators and deterrents of bicycling: comparing influences on decisions to ride. *Transportation*, 38(1), 153-168. <http://doi.org/10.1007/s11116-010-9284-y>
- Wolf, A., & Seebauer, S. (2014). Technology adoption of electric bicycles: A survey among early adopters. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, 196-211. <http://doi.org/10.1016/j.tra.2014.08.007>
- Woodcock, J., Banister, D., Edwards, P., Prentice, A.M., & Roberts, I. (2007). Energy and transport. *The Lancet*, 370, 1078–1088.
- World Health Organization. (2009). *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*. Geneva.
- World Health Organization. (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva.
- Worldometers. (2016). *Bicycles produced*. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse <http://www.worldometers.info/bicycles/>
- Xing, Y., Handy, S.L., & Mokhtarian, P.L. (2010). Factors associated with proportions and miles of bicycling for transportation and recreation in six small US cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15, 73–81.
- Yang, C.-J. (2010). Launching strategy for electric vehicles: Lessons from China and Taiwan. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(5), 831-834. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.01.010>
- Yang, L., Hipp, J. A., Adlakha, D., Marx, C. M., Tabak, R. G., & Brownson, R. C. (2015). Choice of commuting mode among employees: Do home neighborhood environment, worksite neighborhood environment, and worksite policy and supports matter? *Journal of Transport & Health*, 2(2), 212-218. <http://doi.org/10.1016/j.jth.2015.02.003>
- Yang, L., Panter, J., Griffin, J., & Ogilvie, D. (2012). Associations between active commuting and physical activity in working adults: cross-sectional results from the Commuting and Health in Cambridge study. *Preventive Medicine* 55, 453–457.
- Yao, L., & Wu, C. (2012). Traffic safety for electric bike riders in China. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2314, 49–56.
- Zhen, D., Deng, Y., & Luo, Y. (2006). Rising of Electric Bicycle in China. *Journal of Iron and Steel Research, International*, 13, Supplement 1, 378-382. [http://doi.org/10.1016/S1006-706X\(08\)60213-7](http://doi.org/10.1016/S1006-706X(08)60213-7)
- Zweirad-Industrie-Verband. (2014). *Mitglieder & Kennzahlen. Jahresbericht*. Bad Soden a. Ts. Consulté le 22 mai 2016 à l'adresse http://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/ziv_jahresbericht_2014.pdf

ANNEXES

QUESTIONNAIRE : LE VÉLO À L'ULG

Remarques diverses :

- Les titres et les numéros de question n'apparaissaient pas sur la version en ligne.
- Toutes les réponses étaient obligatoires à l'exception de la question Q2.8 et de la partie 7.
- Les questions à entrée de texte comportaient une validation afin de s'assurer que le texte entré correspondait à ce qui était attendu (nombre, email valide, etc.)
- Les propositions aux questions Q5.5, Q5.6, Q5.7, Q8.1 et Q9.4 étaient présentées de façon aléatoire afin que l'ordre n'influence pas les réponses.
- Les branchements conditionnels étaient automatiques.

1. INTRODUCTION

Q1.1 Ce questionnaire est réalisé dans le cadre d'un TFE sur la mobilité et le vélo, et s'adresse aux étudiants et membres du personnel de l'ULg.

Le temps nécessaire pour y répondre est approximativement de 15 minutes (la barre de progression au-dessus de la page indique votre avancement).

Les réponses sont anonymes.

Nous vous remercions pour votre participation ainsi que pour le sérieux que vous apporterez à vos réponses.

Cliquez ci-dessous pour commencer.

2. PROFIL DU RÉPONDANT

Q2.1 Vous êtes :

- ☐ Un homme
- ☐ Une femme

Q2.2 Quel âge avez-vous ? _____

Q2.3 Vous êtes :

- ☐ Étudiant
- ☐ Doctorant
- ☐ Membre du personnel

Q2.4 Sur quelle zone du campus vous rendez-vous le plus souvent ?

- ☐ Sart Tilman Nord (grands amphis, Europe, droit, Montéfiore, physique, chimie, etc.)
- ☐ Sart Tilman Sud (CHU, vétérinaires, botanique, éducation physique)
- ☐ Centre-ville

Si Q2.3 = Étudiant

Q2.5 Dans quelle faculté étudiez-vous ?

- ☐ Philosophie et Lettres
- ☐ Droit, Science politique et Criminologie
- ☐ Sciences
- ☐ Médecine
- ☐ Sciences appliquées
- ☐ Médecine Vétérinaire

- Psychologie et Sciences de l'Éducation
- Sciences Sociales
- Architecture
- HEC - École de gestion

Si Q2.3 = Étudiant

Q2.6 Dans quel cycle êtes-vous ?

- Bachelier
- Master
- Erasmus

Si Q2.3 = Membre du personnel

Q2.7 Quel est votre diplôme le plus élevé ?

- Enseignement secondaire
- Bachelier (candidature)
- Master (licence)
- Post-master (licence complémentaire)
- Doctorat
- Autre (précisez) _____

Q2.8 Quel est votre lieu de résidence pendant la semaine ?

Note : cette donnée sera exclusivement utilisée dans le cadre de ce TFE et ne sera en aucun cas divulguée. Le but est de calculer le pourcentage de personnes habitant à une distance de l'Université pouvant être parcouru à vélo, ce qui requiert une adresse précise. La réponse à (l'entièreté de) cette question n'est cependant pas obligatoire.

Code postal : _____

Commune : _____

Rue : _____

Numéro : _____

Si Q2.3 = Étudiant

Q2.9 S'agit-il d'un kot ?

- Oui
- Non

3. MODES DE TRANSPORT

Q3.1 Dans votre vie de tous les jours, à quelle fréquence utilisez-vous les modes de transport suivants ?

	Tous les jours ou presque	Souvent (+ de 1 fois / semaine)	Parfois (- de 1 fois / semaine)	Rarement (- de 1 fois / mois)	Jamais (max. 1 fois / an)
Voiture (conducteur seul)	☐	☐	☐	☐	☐
Covoiturage (conducteur ou passager)	☐	☐	☐	☐	☐
Moto	☐	☐	☐	☐	☐
Bus (ou tram, métro)	☐	☐	☐	☐	☐
Train	☐	☐	☐	☐	☐

Marche (pendant plus de 10 minutes)	☐	☐	☐	☐	☐
Vélo classique	☐	☐	☐	☐	☐
Vélo pliable	☐	☐	☐	☐	☐
Vélo électrique	☐	☐	☐	☐	☐
Vélo électrique pliable	☐	☐	☐	☐	☐

Q3.2 Pour le déplacement "résidence - lieu de cours/travail", quel est votre mode de transport principal (celui avec lequel vous parcourez le plus grand nombre de km) ?

- | | |
|--|---|
| ☐ Voiture (conducteur seul) | ☐ Marche |
| ☐ Covoiturage (conducteur ou passager) | ☐ Vélo classique |
| ☐ Moto | ☐ Vélo pliable |
| ☐ Bus (ou tram, métro) | ☐ Vélo électrique |
| ☐ Train | ☐ Vélo électrique pliable |

Q3.3 Utilisez-vous d'autres modes de transport avant ou après votre mode de transport principal ?

Exemple : train jusqu'aux Guillemins puis bus jusqu'au Sart Tilman

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si Q3.3 = Oui

Q3.4 Lesquels ? (*Plusieurs réponses possibles*)

- | | |
|---|--|
| ☐ Voiture (conducteur seul) | ☐ Marche (pendant plus de 10 minutes) |
| ☐ Covoiturage (conducteur ou passager) | ☐ Vélo classique |
| ☐ Moto | ☐ Vélo pliable |
| ☐ Bus (ou tram, métro) | ☐ Vélo électrique |
| ☐ Train | ☐ Vélo électrique pliable |

Q3.5 Avez-vous :

	Oui, j'en suis propriétaire	Je peux facilement en emprunter un(e)	Non
Une voiture ?	☐	☐	☐
Un vélo classique ?	☐	☐	☐
Un vélo électrique ?	☐	☐	☐

4. SATISFACTION DES MODES DE TRANSPORT

Q4.1 Êtes-vous satisfait de votre mode de transport principal (= réponse à Q3.2) ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Q4.2 Dans quelle mesure recommanderiez-vous ce mode (= réponse à Q3.2) à un ami ou un collègue ?

0 = je déconseillerais, 10 = je recommanderais

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

5. IMAGE DES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

Si Q3.2 ≠ Vélo classique, Vélo pliable, Vélo électrique, Vélo électrique pliable

Q5.1 Avez-vous déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail (plus souvent ou occasionnellement) :

	Oui	Non
À vélo classique ?	☐	☐
À vélo électrique ?	☐	☐

Q5.2 Selon vous, le vélo *classique* est :

- ☐ Un mode de transport au même titre que la voiture, le bus etc
- ☐ Un mode de transport au même titre que la voiture, le bus etc, dans certaines villes mais pas à Liège
- ☐ Un mode de transport anecdotique
- ☐ N'est pas un mode de transport, mais uniquement un loisir ou un sport
- ☐ Sans avis

Q5.3 Selon vous, le vélo *électrique* est :

- ☐ Un mode de transport au même titre que la voiture, le bus etc
- ☐ Un mode de transport au même titre que la voiture, le bus etc, dans certaines villes mais pas à Liège
- ☐ Un mode de transport anecdotique
- ☐ N'est pas un mode de transport, mais uniquement un loisir ou un sport
- ☐ Sans avis

Q5.4 Sur la route, les cyclistes sont :

- ☐ Des usagers moins importants (ils ne devraient pas être là)
- ☐ Des usagers plus importants (il faut les favoriser)
- ☐ Des usagers au même titre que les automobilistes
- ☐ Sans avis

Q5.5 Qui sont les usagers potentiels du vélo *classique* ? (*Plusieurs réponses possibles*)

- ☐ Tout le monde
- ☐ Les sportifs
- ☐ Les personnes soucieuses de l'environnement
- ☐ Les personnes qui ne parcourent que de petits trajets
- ☐ Les personnes à faibles moyens
- ☐ Autre (précisez) : _____

Q5.6 Qui sont les usagers potentiels du vélo *électrique* ? (*Plusieurs réponses possibles*)

- ☐ Tout le monde
- ☐ Les personnes âgées
- ☐ Les personnes qui ont les moyens d'en acheter un
- ☐ Les personnes en mauvaise condition physique
- ☐ Les personnes parcourant de plus longs trajets
- ☐ Les personnes ayant de fortes montées sur leur trajet
- ☐ Autre (précisez) : _____

Q5.7 Êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

	Oui	Non	Je ne sais pas
Sur un vélo électrique, il faut pédaler pour avancer	☐	☐	☐
En faisant du vélo électrique, on fait du sport	☐	☐	☐
Utiliser un vélo électrique est « tricher » par rapport au vélo classique	☐	☐	☐
Au premier coup d'œil, on distingue facilement un vélo électrique d'un vélo classique	☐	☐	☐
La batterie d'un vélo électrique doit être rechargée après chaque trajet	☐	☐	☐
Si la batterie est plate, le vélo est inutilisable	☐	☐	☐
Le vélo électrique permet d'aller plus vite tout en faisant moins d'effort	☐	☐	☐
Par an, l'énergie utilisée pour recharger un vélo électrique est plus faible que pour recharger un ordinateur	☐	☐	☐

Q5.8 Selon vous, le risque d'avoir un accident à vélo électrique par rapport au vélo classique est :

- ☐ Plus élevé
- ☐ Identique
- ☐ Plus faible
- ☐ Je ne sais pas

Q5.9 Pour vous, la dénivellation de la côte du Sart Tilman (montée de la route du Condroz ou de la rue de la Belle-Jardinière) est :

	Infaisable	Difficile	Faisable	Facile	Je ne sais pas
À vélo classique	☐	☐	☐	☐	☐
À vélo électrique	☐	☐	☐	☐	☐

6. PERCEPTION DES DÉTERMINANTS

Q6.1 Que pensez-vous de cette affirmation ?

"En comptant le temps de recherche d'un parking ou d'attente du bus, le vélo est en moyenne plus rapide que la voiture ou le bus pour un trajet de moins de 5 km."

- ☐ C'est vrai
- ☐ C'est possible, je n'y avais jamais réfléchi
- ☐ C'est faux
- ☐ Je ne sais pas

Q6.2 Selon vous, en Belgique il pleut :

- ☐ 0 à 25 % du temps
- ☐ 25 à 50 % du temps
- ☐ 50 à 75 % du temps
- ☐ 75 à 100 % du temps

7. PERCEPTION DES DÉTERMINANTS (ESTIMATIONS)

Q7.1 Sur cette page nous vous demandons d'estimer des couts, des distances et des temps.

IMPORTANT : Aucun calcul ou recherche n'est requis !

Sans y réfléchir trop longtemps, indiquez simplement votre estimation personnelle ou un ordre de grandeur si vous n'avez aucune idée d'un nombre précis.

Si Q2.4 = Sart Tilman Nord

Q7.2 Combien de km estimez-vous qu'il y a entre votre résidence et les grands amphis ? _____

Si Q2.4 = Sart Tilman Sud

Q7.3 Combien de km estimez-vous qu'il y a entre votre résidence et le CHU ? _____

Si Q2.4 = Centre-ville

Q7.4 Combien de km estimez-vous qu'il y a entre votre résidence et la place du XX Août ? _____

Q7.5 À votre avis, combien de km y a-t-il entre le centre-ville (Pont d'Avroy) et le Sart Tilman (grands amphis) ? _____

Q7.6 À votre avis, combien de temps (en minutes) le trajet entre le centre-ville (Pont d'Avroy) et le Sart Tilman (grands amphis) prend-il :

En voiture ? _____

En bus ? _____

A vélo, dans le sens de la montée ? _____

A vélo, dans le sens de la descente ? _____

Q7.7 À votre avis, combien de jours de pluie y a-t-il par an en Belgique en moyenne ? _____

Q7.8 Sur une journée de pluie, combien d'heures estimez-vous qu'il pleut en moyenne ? _____

Q7.9 À votre avis, combien coûte (en €) :

Un vélo classique de qualité moyenne ? _____

Un vélo électrique de qualité moyenne ? _____

Un abonnement de bus pour 1 an ? _____

L'utilisation d'une voiture pendant 1 an (amortissement du prix d'achat, assurance, carburant, taxes, etc.) ? _____

8. IMPORTANCE ACCORDÉE AUX DÉTERMINANTS

Si Q3.2 ≠ Vélo classique, Vélo pliable, Vélo électrique, Vélo électrique pliable

Q8.1 Quelles sont les principales raisons pour lesquelles vous n'utilisez pas (ou pas plus souvent) comme mode de transport :

	Le vélo classique ?	Le vélo électrique ?
Distance trop importante	☐	☐
Relief trop contraignant	☐	☐
Vitesse pas assez rapide	☐	☐
Insécurité routière	☐	☐
Manque de parkings sécurisés	☐	☐
Météo trop pluvieuse	☐	☐

Manque de pistes cyclables	☐	☐
Trajet trop complexe (Exemples : changement de campus pendant la journée, arrêts pour faire des courses ou déposer des enfants, etc.)	☐	☐
Prix d'achat du vélo trop cher	☐	☐
Matériel/sacs encombrants à transporter	☐	☐
Manque de douches à l'ULg	☐	☐
Trop de pollution ou de bruit à cause du trafic	☐	☐
Effort physique nécessaire trop important	☐	☐
Autre (précisez) : _____	☐	☐

9. CONDITIONS POUR UN REPORT MODAL

Q9.1 Avez-vous la place pour ranger un vélo là où vous résidez pendant la semaine ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

Si Q9.1 = Oui

Q9.2 Cet emplacement est-il sécurisé ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

Si Q9.1 = Non ou Q9.2 = Non

Q9.3 Souhaiteriez-vous avoir un espace sécurisé pour ranger un vélo chez vous ?

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

Si Q3.2 ≠ Vélo classique, Vélo pliable, Vélo électrique, Vélo électrique pliable

Q9.4 Envisageriez-vous de vous déplacer plus souvent ou occasionnellement à vélo (classique, électrique ou pliable) :

	Oui	Non
Si les coûts associés à la voiture venaient à augmenter significativement ? (Exemples : parkings payants partout, prix du carburant, péages urbains, taxes, etc.)	☐	☐
S'il y avait encore plus d'embouteillages ?	☐	☐
S'il y avait des pistes cyclables sur votre trajet ?	☐	☐
S'il y avait plus de parkings et de douches à l'université ?	☐	☐
Si plusieurs de vos connaissances commençaient à utiliser le vélo comme mode de transport et vous le conseillaient ?	☐	☐
Si vous receviez des indemnités de 0.22 €/km ? (Pour idée, un aller-retour centre-ville – Sart Tilman 5 fois/semaine équivaut à des indemnités de 80 €/mois)	☐	☐

Si vous receviez une aide à l'achat d'un vélo ?	☐	☐
S'il y avait des stations de location de vélo à l'heure près de votre domicile et à l'université ?	☐	☐
Si vous pouviez prendre votre vélo dans les transports en commun ?	☐	☐

Si Q9.4 = Oui au moins 1 fois

Q9.5 Quel type de vélo choisiriez-vous ? (*Plusieurs réponses possibles*)

- ☐ Vélo classique
- ☐ Vélo pliable
- ☐ Vélo électrique
- ☐ Vélo électrique pliable

Si Q3.1 = Jamais pour Vélo électrique et Vélo électrique pliable

Q9.6 Avez-vous déjà essayé un vélo électrique ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si Q9.6 = Non

Q9.7 Cela vous intéresserait-il d'essayer un vélo électrique ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Q9.8 Saviez-vous qu'il était possible d'essayer un vélo électrique gratuitement ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

10. COMMENTAIRES

Si Q3.2 = Vélo classique, Vélo pliable, Vélo électrique, Vélo électrique pliable

Q10.1 En tant que cycliste, accepteriez-vous de participer à un entretien afin d'identifier votre trajet et ce que pourrait faire l'Université pour améliorer le confort et la sécurité sur celui-ci ?

- ☐ Oui, email : _____
- ☐ Non

Q10.2 Avez-vous des commentaires à ajouter concernant l'utilisation du vélo comme mode de transport à l'ULg ? _____

Q10.3 Si vous souhaitez recevoir les résultats et les conclusions de cette enquête, vous pouvez indiquer votre adresse email ci-dessous.

11. FIN

Un grand merci d'avoir pris le temps de participer à cette enquête !
Votre réponse a été enregistrée.

Si vous souhaitez plus d'informations sur la mobilité à l'ULg ou sur le vélo en général, n'hésitez pas à consulter les sites suivants :

http://www.ulg.ac.be/cms/c_2995759/fr/accueil

<http://www.liege.be/mobilite/velo>

<http://www.gracq.org/>

<http://www.maisondescyclistes.be/>

<http://www.provelo.org/fr>

RÉSULTATS SUPPLÉMENTAIRES

PROFIL DU RÉPONDANT

Les tableaux présentés ci-dessous complètent les comparaisons entre la population de l'ULg et notre échantillon présentées p. 59.

Étudiants		Population ULg		Échantillon		Taux de réponses (éch./pop.)
Total		20455	100 %	689	100 %	3,4 %
Sexe	Homme	8682	42 %	261	38 %	3,0 %
	Femme	11773	58 %	428	62 %	3,6 %
Faculté	Architecture	774	3,8 %	16	2,3 %	2,1 %
	Droit, Sc. politique et Criminologie	2106	10,3 %	42	6,1 %	2,0 %
	HEC - École de gestion	2912	14,2 %	59	8,6 %	2,0 %
	Médecine	4912	24,0 %	116	16,8 %	2,4 %
	Médecine Vétérinaire	1783	8,7 %	94	13,6 %	5,3 %
	Philosophie et Lettres	2753	13,5 %	112	16,3 %	4,1 %
	Psychologie et Sc. de l'Éducation	1915	9,4 %	55	8,0 %	2,9 %
	Sciences	1195	5,8 %	68	9,9 %	5,7 %
	Sciences appliquées	1374	6,7 %	101	14,7 %	7,4 %
	Sciences Sociales	731	3,6 %	26	3,8 %	3,6 %

Tableau 29. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe et faculté des étudiants

Doctorants		Population ULg		Échantillon		Taux de réponses (éch./pop.)
Total		1728	100 %	126	100 %	7,3 %
Sexe	Homme	940	54 %	60	48 %	6,4 %
	Femme	788	46 %	66	52 %	8,4 %

Tableau 30. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe des doctorants

Membres du personnel		Population ULg		Échantillon		Taux de réponses (éch./pop.)
Total		6846	100 %	391	100 %	5,7 %
Sexe	Homme	3712	54 %	180	46 %	4,8 %
	Femme	3134	46 %	211	54 %	6,7 %

Tableau 31. Comparaison entre échantillon et population réelle de l'ULg (F. Michel, communication personnelle, 16 avril 2016), sexe des membres du personnel

MODES DE TRANSPORT

Les graphiques présentés ci-dessous sont les comparaisons des parts modales des modes de transport principaux selon les types de profil, dont est tirée la Figure 37, p. 67. Rappelons que dû à un échantillon sans doute trop « pro-cyclistes » comme expliqué à divers endroits dans ce travail, ces résultats ne sont pas représentatifs de l'ULg en ce qui concerne la part modale de vélo. Si des conclusions veulent être tirées de ces graphiques, il sera nécessaire de redistribuer une partie de la part modale du vélo dans les autres modes de transport.

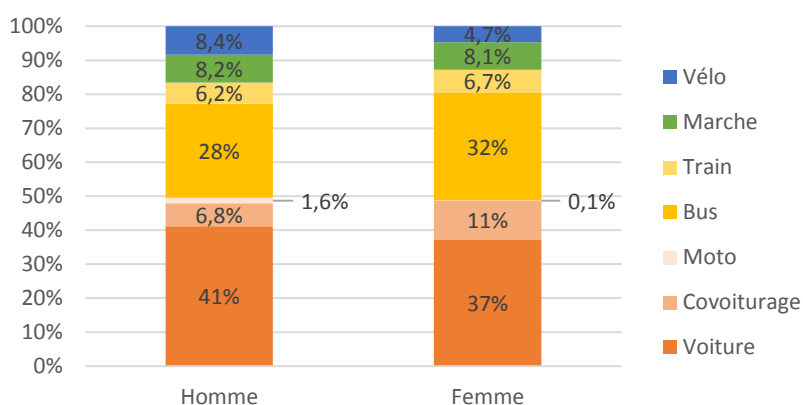


Figure 80. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le sexe

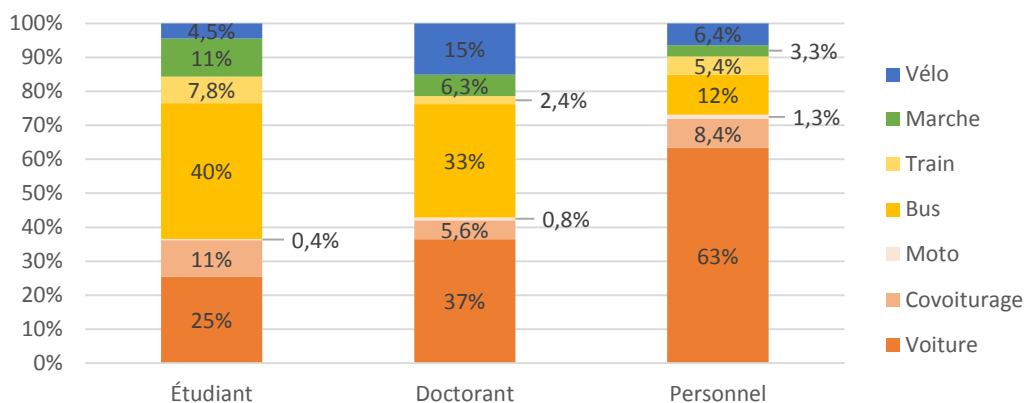


Figure 81. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le statut

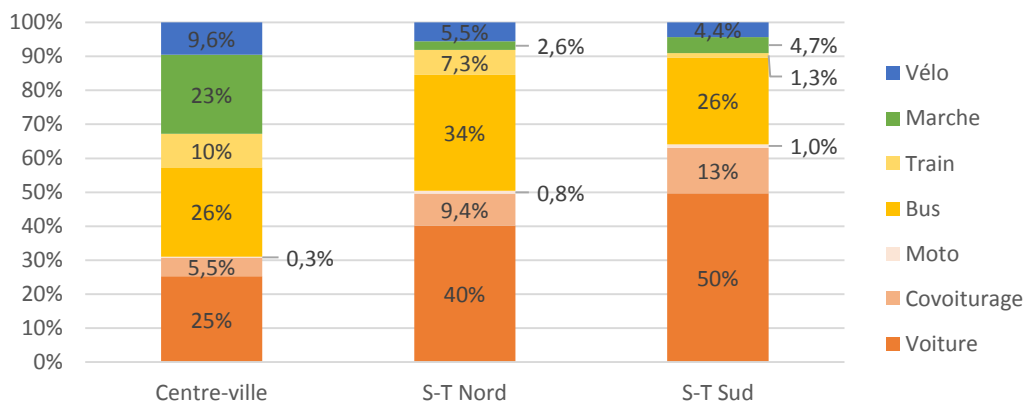


Figure 82. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon le campus

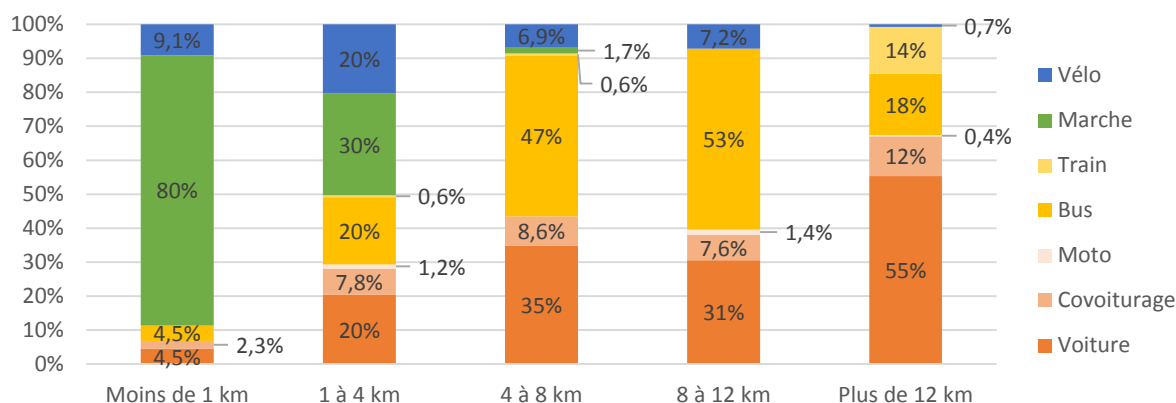


Figure 83. Mode de transport principal pour le déplacement résidence-ULg selon la distance

IMAGE DES VÉLOS CLASSIQUE ET ÉLECTRIQUE

Comme expliqué p. 80, les résultats présentés dans le travail sont obtenu sur base d'un échantillon ne prenant en compte que les personnes n'utilisant jamais le vélo comme mode de transport. Les résultats ci-dessous considèrent l'échantillon complet.

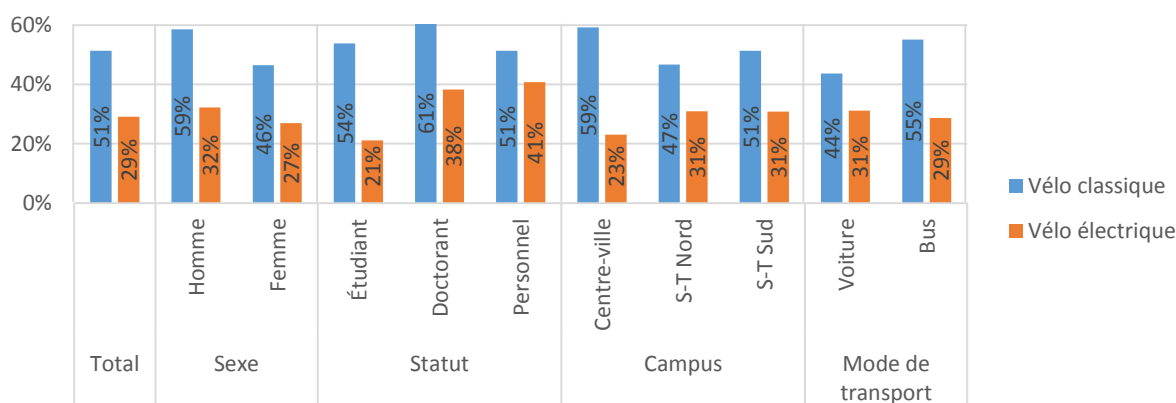


Figure 84. Proportion des répondants ayant déjà réfléchi à la possibilité d'aller aux cours ou au travail à vélo (échantillon complet)

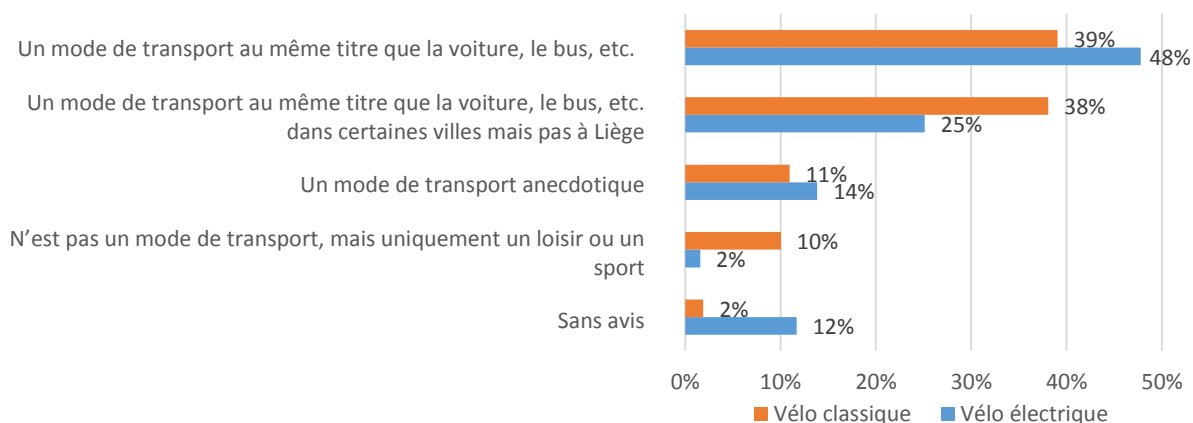


Figure 85. Image des vélos classique et électrique en tant que mode de transport (échantillon complet)

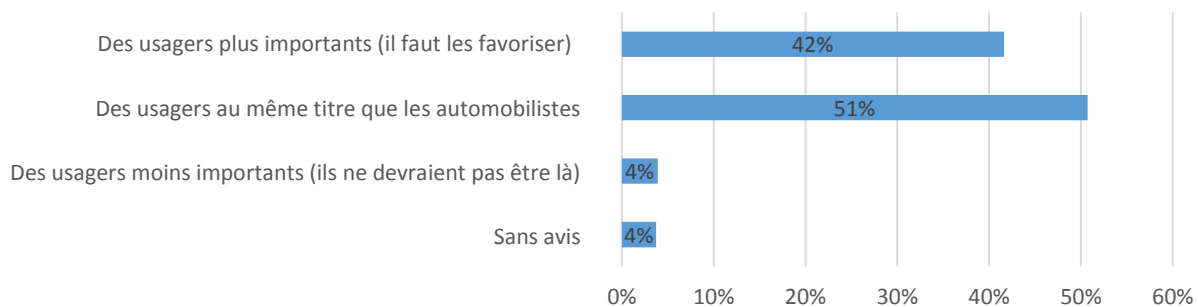


Figure 86. Image des cyclistes sur la route (échantillon complet)

Tout le monde	34 %
Les personnes qui ne parcourent que de petits trajets	57 %
Les personnes soucieuses de l'environnement	43 %
Les sportifs	38 %
Les personnes à faibles moyens	8 %
Autre	4 %

Tableau 32. Utilisateurs potentiels du vélo classique (échantillon complet)

Tout le monde	30 %
Les personnes ayant de fortes montées sur leur trajet	46 %
Les personnes qui ont les moyens d'en acheter un	45 %
Les personnes parcourant de plus longs trajets	32 %
Les personnes en moins bonne condition physique	29 %
Les personnes âgées	20 %
Autre	3 %

Tableau 33. Utilisateurs potentiels du vélo électrique (échantillon complet)

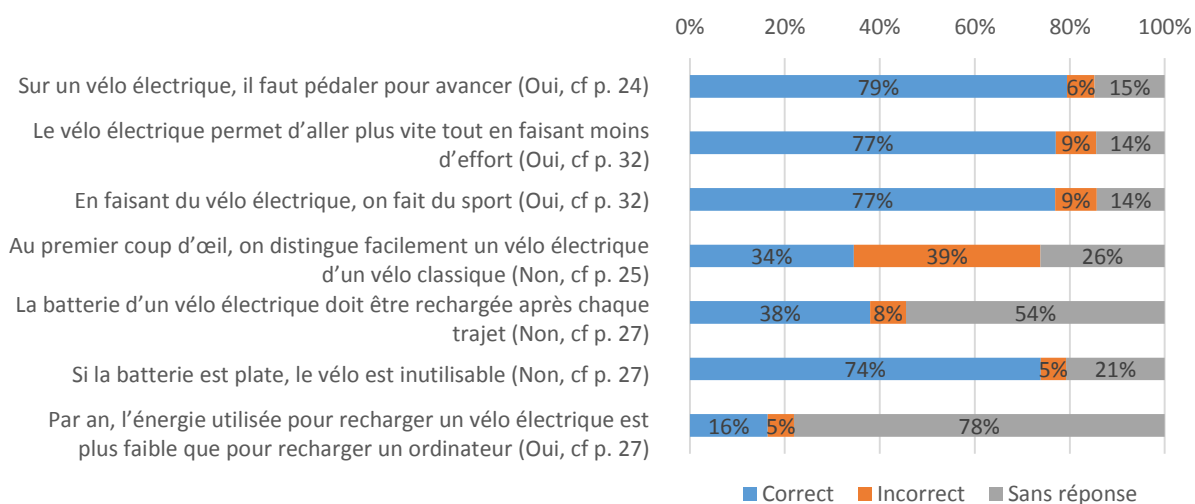


Figure 87. Évaluation des caractéristiques du vélo électrique (échantillon complet)

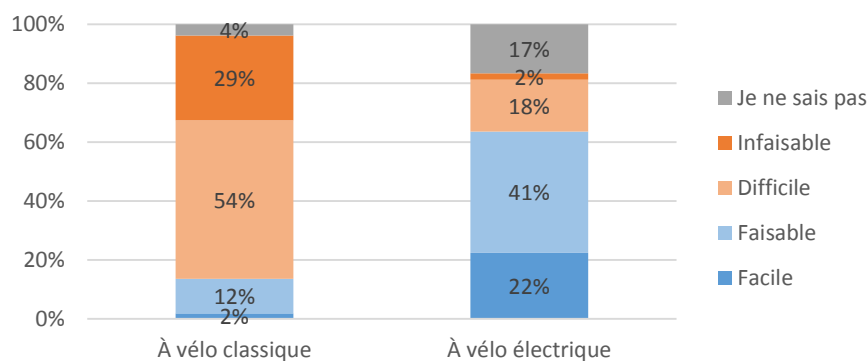


Figure 88. Évaluation de la difficulté la côte du Sart Tilman (échantillon complet)

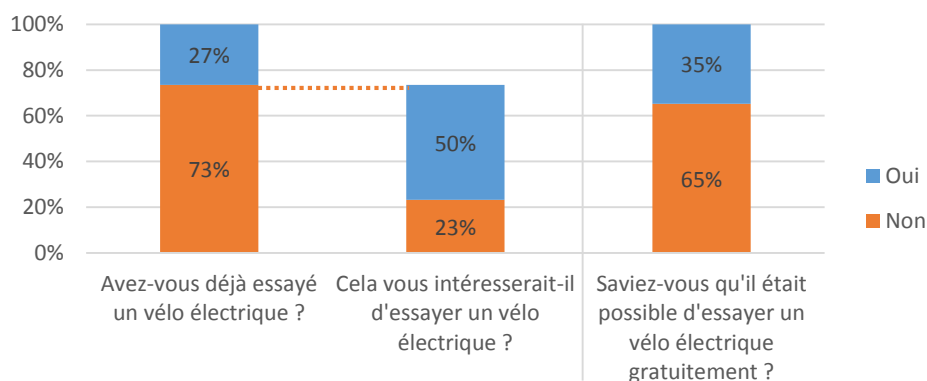


Figure 89. Questions relatives à l'essai du vélo électrique (échantillon complet)

DÉTERMINANTS DE L'UTILISATION DU VÉLO

Les graphiques présentés ci-dessous montrent de façon plus visuelle les résultats présentés dans le Tableau 11 et le Tableau 12, p. 71.

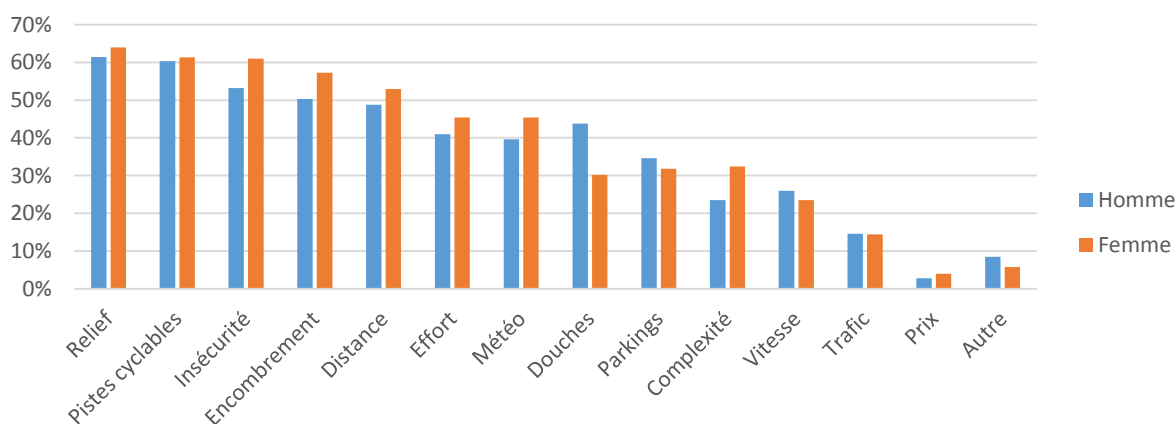


Figure 90. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le sexe

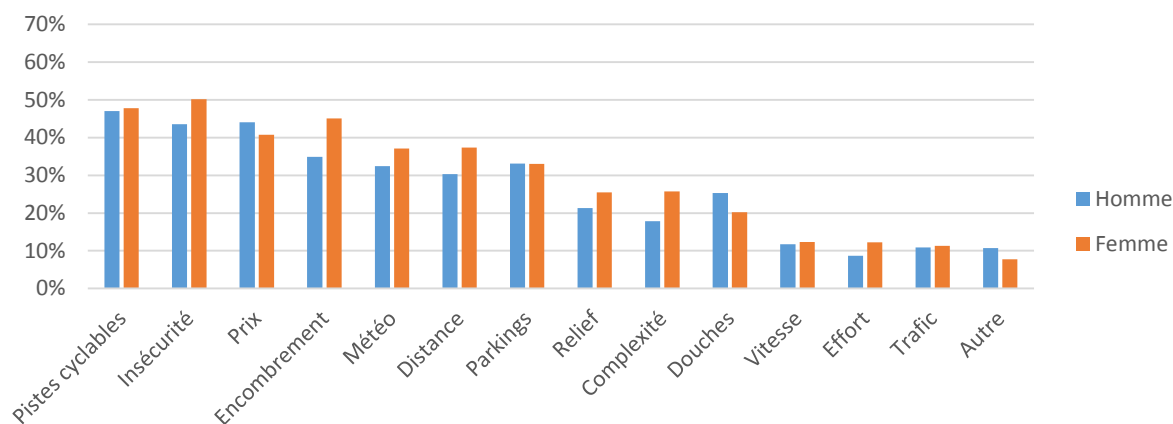


Figure 91. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le sexe

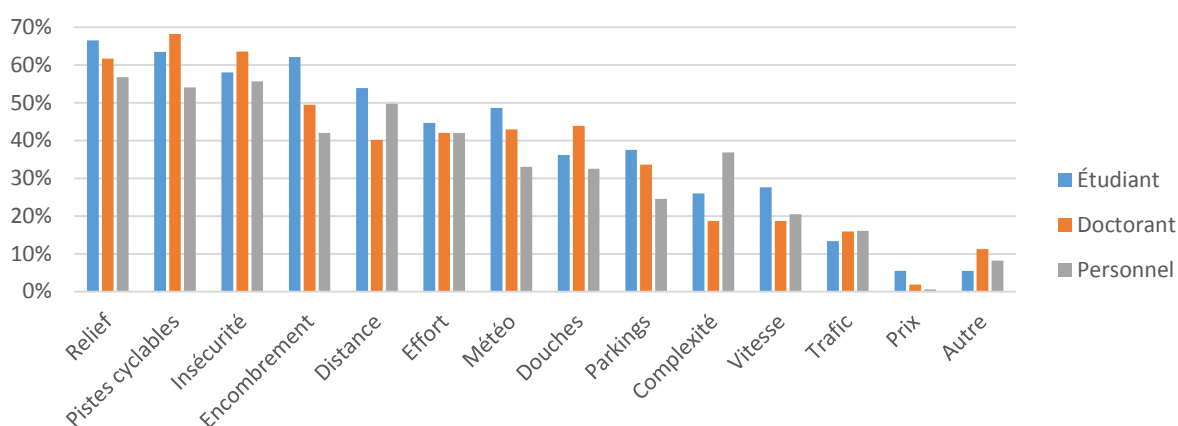


Figure 92. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le statut

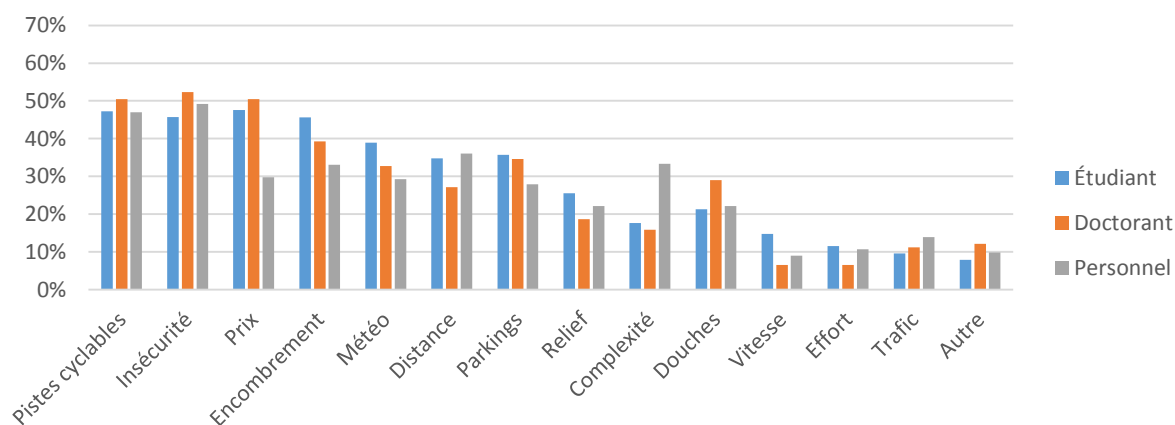


Figure 93. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le statut

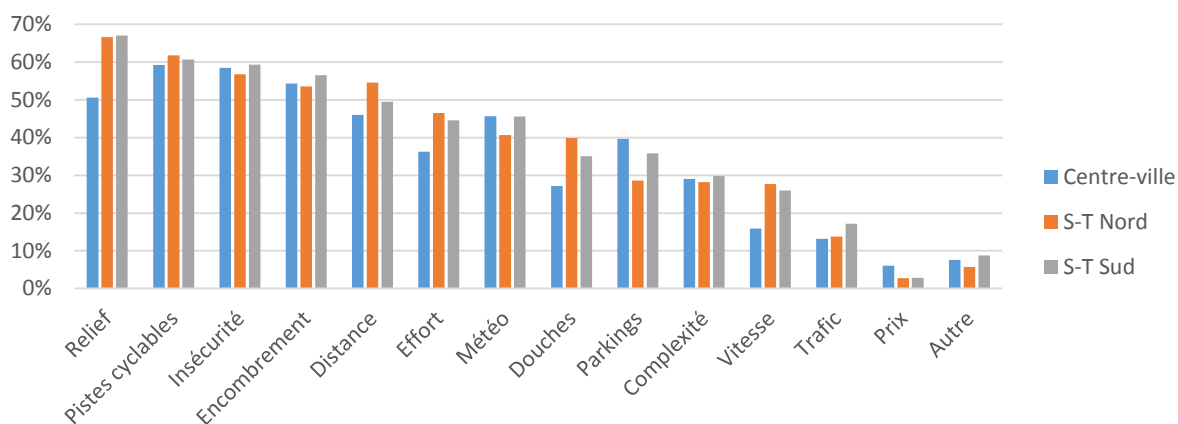


Figure 94. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le campus

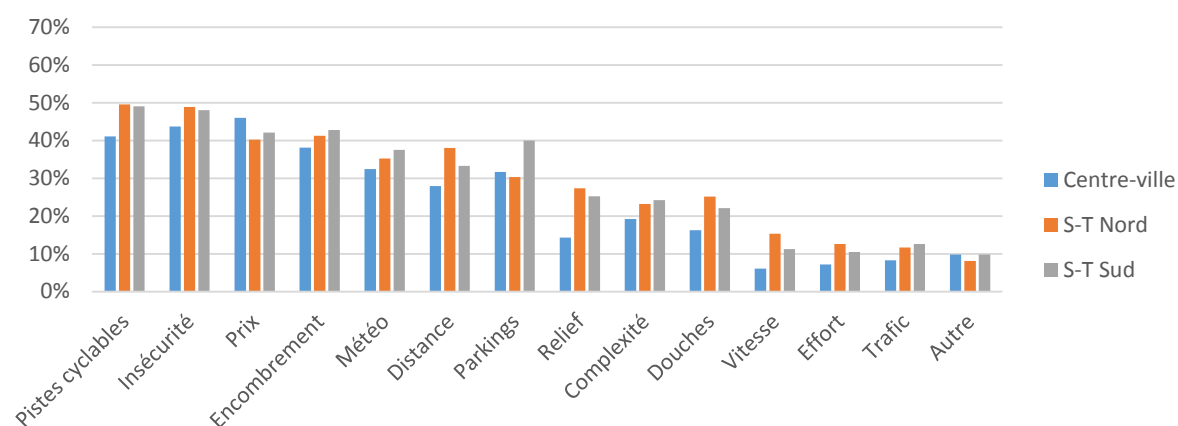


Figure 95. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le campus

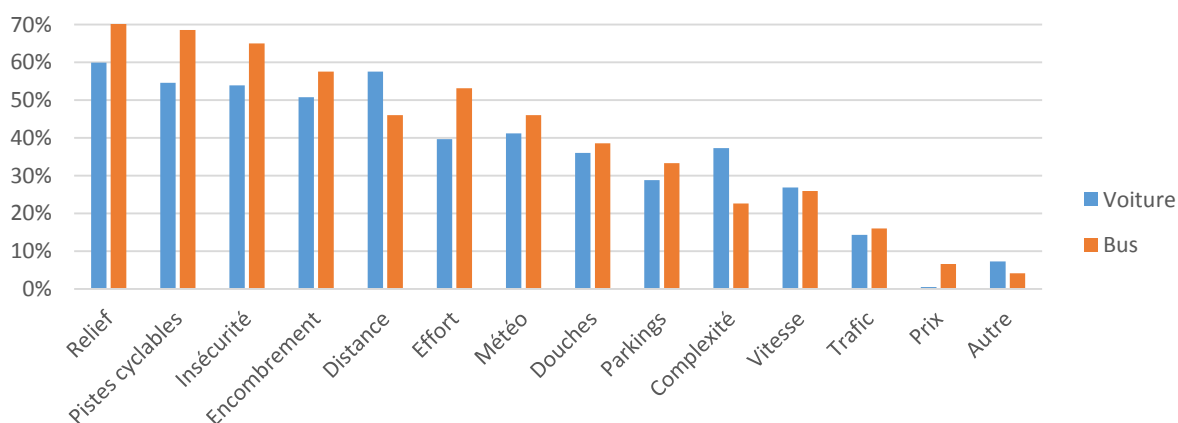


Figure 96. Freins à l'utilisation du vélo classique comme mode de transport selon le mode de transport principal

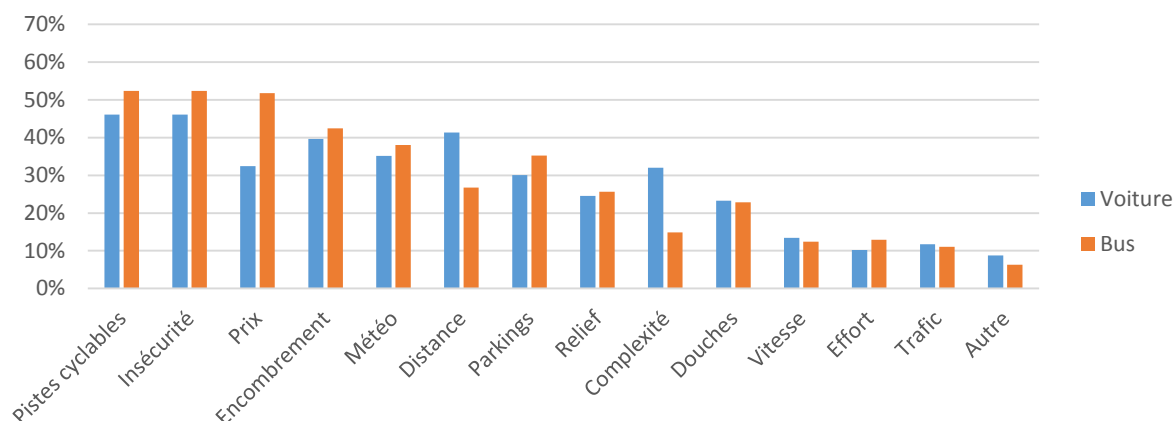


Figure 97. Freins à l'utilisation du vélo électrique comme mode de transport selon le mode de transport principal

POTENTIEL DE REPORT MODAL

Les graphiques présentés ci-dessous montrent de façon plus visuelle les résultats présentés dans le Tableau 27, p. 86.

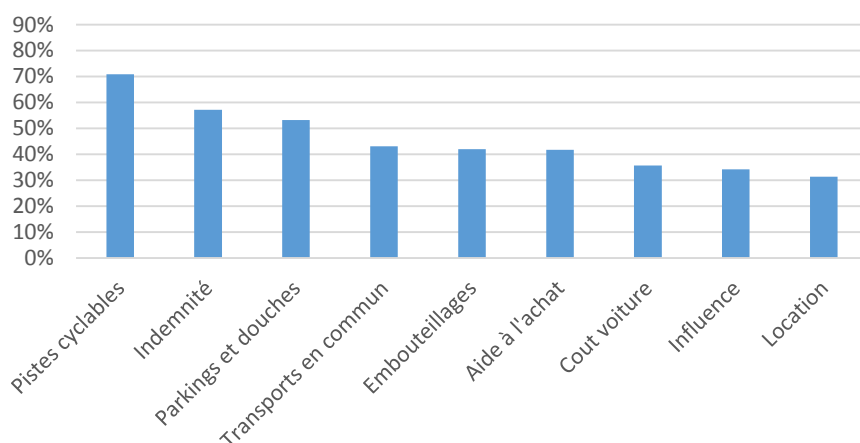


Figure 98. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions pour tout l'échantillon (en %)

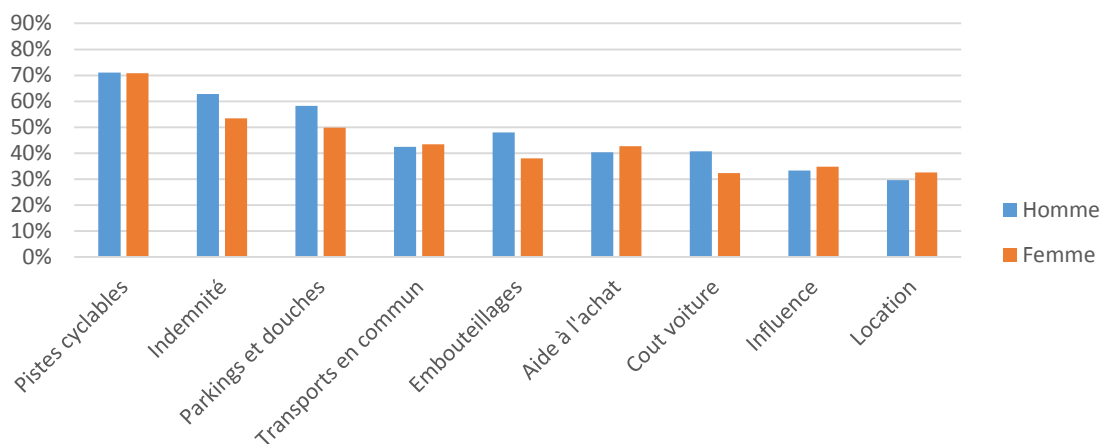


Figure 99. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le sexe (en %)

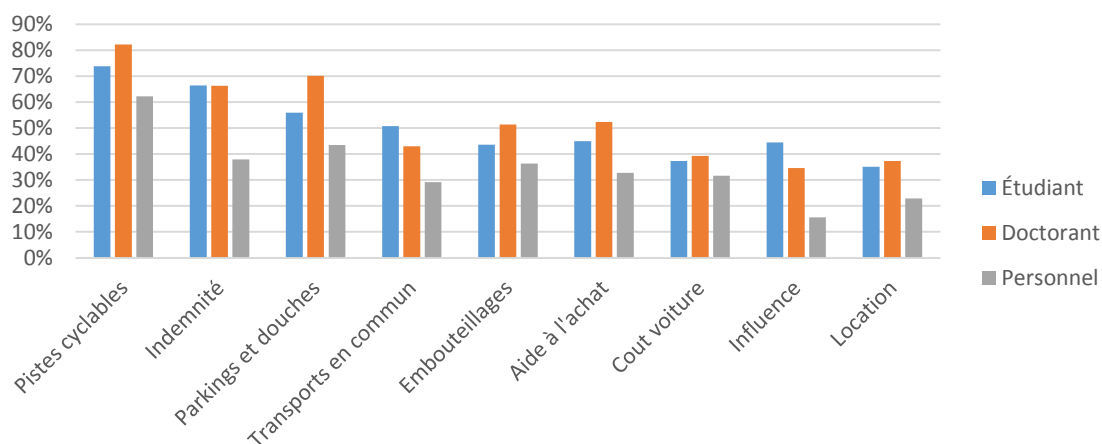


Figure 100. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le statut (en %)

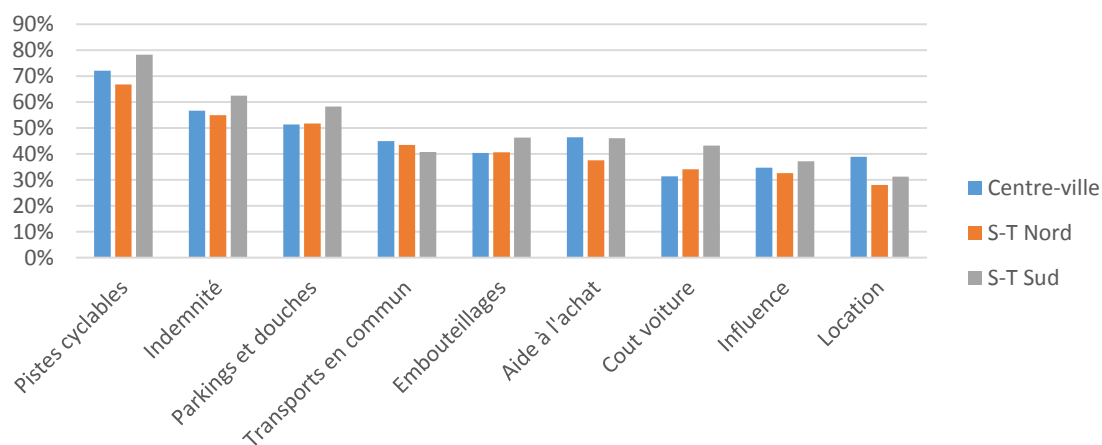


Figure 101. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le campus (en %)

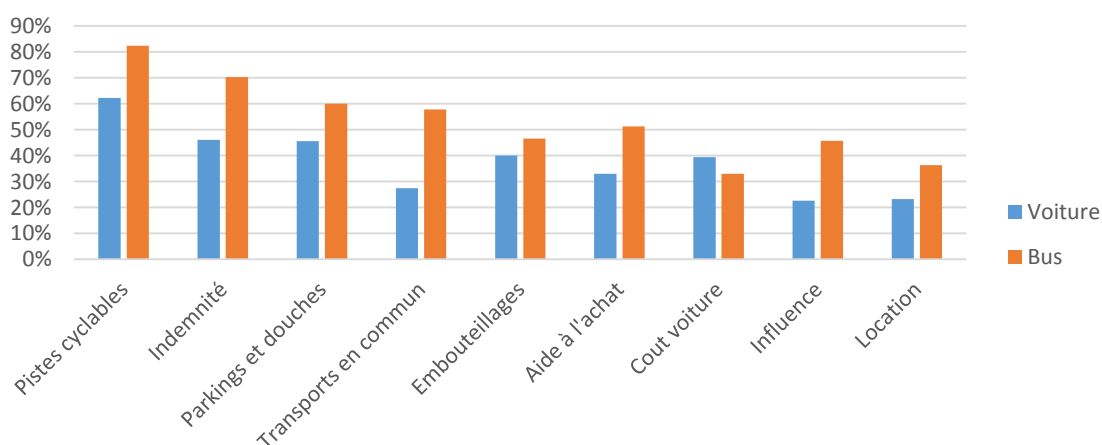


Figure 102. Proportion des répondants envisageant de se déplacer à vélo en fonction des conditions selon le mode de transport principal (en %)

Les graphiques présentés ci-dessous montrent de façon plus visuelle les résultats présentés dans le Tableau 28, p. 88.

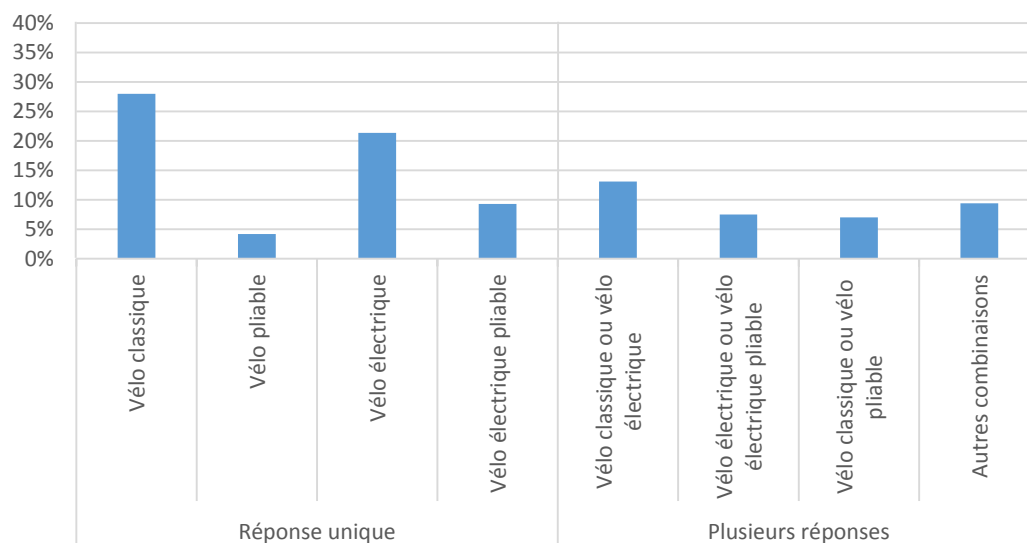


Figure 103. Choix du type de vélo pour tout l'échantillon (en %)

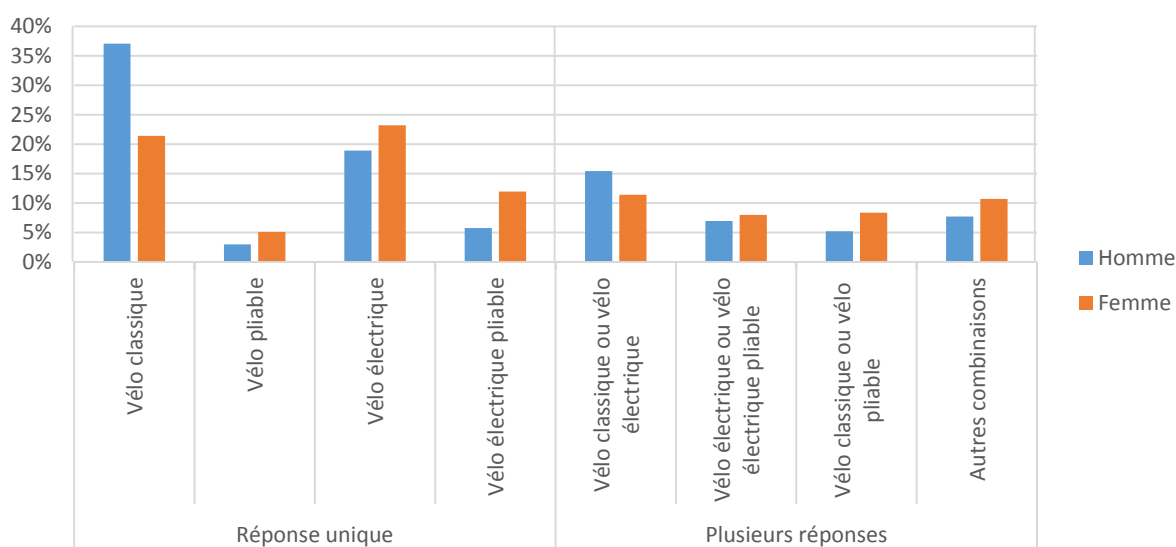


Figure 104. Choix du type de vélo selon le sexe (en %)

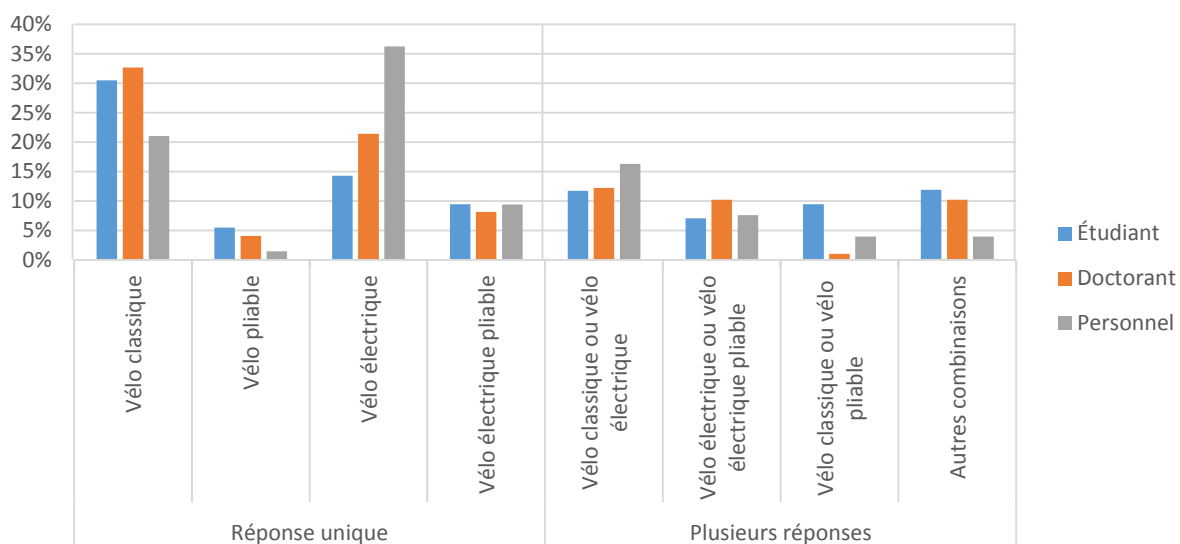


Figure 105. Choix du type de vélo selon le statut (en %)

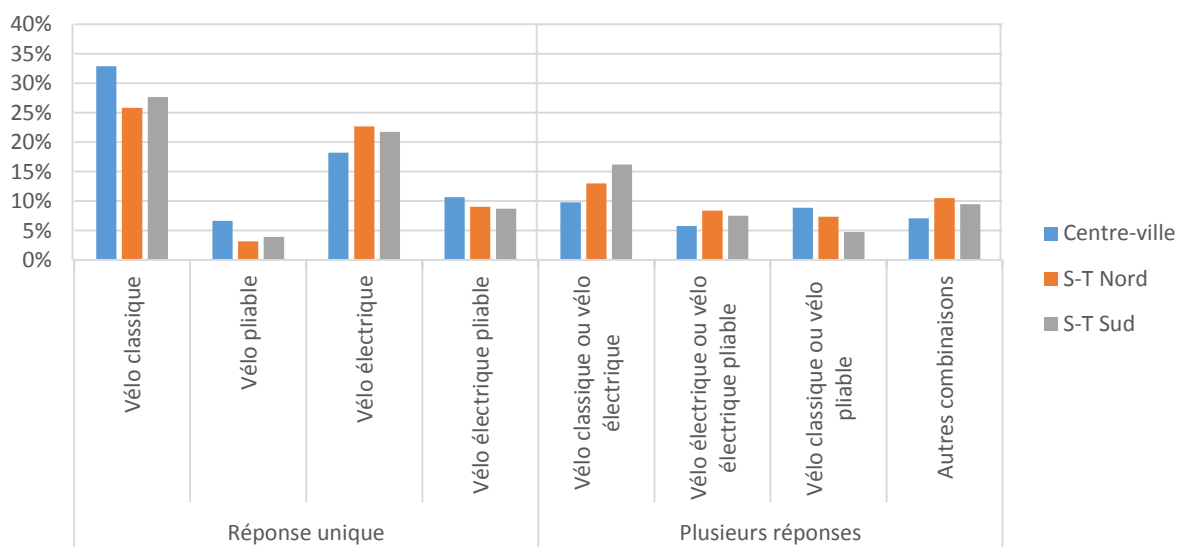


Figure 106. Choix du type de vélo selon le campus (en %)