



BIVV-IBSR

NEW URBAN MOBILITY
RISQUES ET PERCEPTION DES RISQUES LIÉS AUX NOUVEAUX ENGINS DE
DÉPLACEMENT ÉLECTRIQUES.

New Urban Mobility

Risques et perception des risques liés aux nouveaux engins de déplacement électriques.

D/2017/0779/53

Auteur: Dugernier Gregory

Editeur responsable : Karin Genoe

Editeur : Institut Belge pour la Sécurité Routière – Département Public Affairs, Innovation & Regulatory

Date de publication : 19/06/2017

Avec le soutien financier et logistique de AG Insurance à qui nous adressons nos plus sincères remerciements.



Table des matières

1 INTRODUCTION	4
1.1 TYPES D'ENGINS ÉTUDIÉS	5
2 PARTIE 1: PROFIL ET EXPERIENCE D'UTILISATEURS RÉGULIERS D'ENGINS DE DÉPLACEMENT ELECTRIQUES	7
2.1 INTRODUCTION.....	7
2.2 MÉTHODOLOGIE	7
2.3 RÉSULTATS	7
2.3.1 Résultats généraux.....	7
2.3.2 Gyropodes	12
2.3.3 Monoroue électrique	14
2.3.4 Hoverboard.....	18
2.3.5 Trottinette électrique	20
2.4 CONCLUSION	23
2.5 QUESTIONS RELATIVES AUX ASSURANCES	24
2.5.1 Introduction.....	24
2.5.2 Résultats.....	24
2.5.3 Discussion et conclusion.....	30
3 PARTIE 2 : COURBE D'APPRENTISSAGE ET MANŒUVRABILITÉ INHERENTE.....	31
3.1 INTRODUCTION.....	31
3.2 MÉTHODOLOGIE	31
3.3 RÉSULTATS	32
3.3.1 Parcours d'obstacles.....	32
3.3.2 Conclusion.....	38
3.3.3 Débriefing et table de discussion	39
3.4 CONCLUSION	40
PARTIE 3 : CONNAISSANCE DES RÉGLEMENTATIONS ET PERCEPTION DES RISQUES PAR LES AUTRES USAGERS DE LA ROUTE.....	43
3.5 INTRODUCTION.....	43
3.6 MÉTHODOLOGIE	43
3.7 RÉSULTATS	44
3.7.1 Catégorie 1 : Intérêt personnel.....	44

3.7.2	Catégorie 2 : Légitimité perçue	46
3.7.3	Catégorie 3 : Danger ressenti	47
3.7.4	Catégorie 4 : Avis sur la réglementation.....	49
3.7.5	Corrélations entre catégories	51
3.8	CONCLUSION	53
4	CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS.....	55
	ANNEXE 1: QUESTIONNAIRE PARTIE 1.....	57
	ANNEXE 2 : RÉSULTATS QUESTIONNAIRE PARTIE 3	58

1 INTRODUCTION

Les engins de déplacement électriques tels que les monoroues électriques ou les gyroskates, aussi appelés hoverboards, gagnent en popularité dans les grandes villes d'Europe. Ils sont compacts, rapides, peu sensibles aux embouteillages et ne consomment pas d'énergie fossile. Grâce à toutes ces qualités, ils représentent une formidable opportunité de repenser les déplacements en milieu urbain en devenant un nouveau mode de mobilité à part entière. Leur taille les rend, de plus, aisément compatibles avec d'autres moyens de déplacement comme les transports publics. Ils pourraient donc par exemple servir à parcourir les quelques kilomètres jusqu'à la gare la plus proche ou relier un arrêt de métro au lieu de travail.

Toutefois, la présence de nouveaux types de véhicules sur la voie publique entraîne des questions sur la sécurité, à la fois pour les autres usagers et pour les personnes qui les utilisent. Dans l'hypothèse où ces engins viendraient à se populariser sur nos routes, nous devons d'ores et déjà réfléchir aux risques que ces derniers peuvent représenter.

L'arrêté royal du 13 février 2007 relatif aux engins de déplacement, récemment amendé pour inclure les monocycles électriques, définit les engins de déplacement électriques comme *« tout véhicule à moteur qui ne peut, par construction et par la seule puissance de son moteur, dépasser sur une route en palier la vitesse de 18km/h. »*. L'article 7bis du code de la route précise aussi :

- *« Les utilisateurs d'engins de déplacement qui se déplacent sans excéder l'allure du pas sont assimilés aux piétons. »*
- *« Les utilisateurs d'engins de déplacement qui se déplacent plus vite qu'à l'allure du pas sont assimilés aux cyclistes. »*

En fonction de leur vitesse, les utilisateurs sont donc tenus de respecter la législation en vigueur pour la catégorie d'usagers à laquelle ils sont assimilés, que ce soit, par exemple, pour la place sur la chaussée, l'éclairage, l'éventuel port du casque ou le respect de la signalisation. Enfin, les engins de déplacement électriques sont considérés comme des engins automoteurs dans le sens de la loi du 21 novembre 1989 relative à l'assurance obligatoire de la responsabilité en matière de véhicules automoteurs, ce qui implique que ces derniers doivent être proprement assurés pour être autorisés sur la route. Il nous faut donc aussi nous demander si ces règles sont connues et appliquées par le grand public, mais aussi si elles sont adaptées à l'arrivée des nouvelles technologies sur le marché belge.

Pour tenter de répondre à toutes ces questions, nous avons organisé cette étude autour de trois grands axes approchant la problématique sous différents angles :

1. Déterminer le public-type des utilisateurs d'engins de déplacement : âge, sexe, mais aussi depuis quand ils ont adopté ces appareils dans leur quotidien et leurs habitudes de déplacement.
2. Mesurer les limitations intrinsèques de ces engins en termes de manœuvrabilité et leur capacité à passer les obstacles communément rencontrés sur nos routes. De plus quel est le temps nécessaire à un utilisateur novice pour exploiter les capacités de son véhicule de manière satisfaisante.
3. Comment ces engins sont perçus par les autres usagers de la route, que ce soit en termes de dangerosité, légitimité et de la réglementation les encadrant.

En abordant la problématique sous ces trois angles utilisateurs réguliers/nouveaux utilisateurs/autres usagers de la route, nous voulons obtenir une vision globale des dangers liés à l'apparition de ces engins sur nos routes et des enjeux pour assurer la sécurité de tous dans le futur.

1.1 Types d'engins étudiés

Les engins de déplacement électriques sont une famille de véhicules vaste et en constante expansion. Il nous serait donc difficile de tous les étudier en même temps. Nous avons de fait limité le cadre de l'étude à quatre engins. Notre choix s'est porté sur les gyropodes, les monoroues électriques, les gyroskates (hoverboard) et les trottinettes électriques. Les raisons de ce choix sont variées et sont explicités dans les paragraphes ci-dessous :

1. Gyropode

Arrivés sur le marché en 2001 par la marque Segway™, les gyropodes sont les premiers engins à introduire un système gyroscopique dans un véhicule électrique destiné aux particuliers. Encore aujourd'hui ils sont utilisés dans divers secteurs comme pour des visites guidées ou par des agents de sécurité. Les capteurs de l'appareil mesurent l'inclinaison de l'utilisateur et le déplacement de son centre de gravité pour déterminer la direction à suivre. L'équilibre est assuré selon le principe du pendule inversé. Son historique rend le gyropode pertinent à étudier, d'autant plus que de nouveaux modèles plus compacts et moins chers (voir Figure 1) voient le jour et pourraient populariser leur utilisation.



Figure 1 - Gyropode compact de la marque Ninebot™

2. Monoroue électrique

Les monoroues électriques, comme celle photographiée en Figure 2 sont récemment apparues dans les médias. Elles fonctionnent avec le même principe gyroscopique que les gyropodes. Cet engin sera probablement le moins connu des participants parmi notre sélection, mais la taille de la roue et sa chambre à air la rendent bien adaptée aux déplacements urbains, d'où son inclusion dans l'étude.



Figure 2 – Monoroue électrique de la marque Kingsong™

3. Hoverboard

Les hoverboards ont rapidement gagné en popularité ces dernières années et se trouvent aussi bien dans les magasins de sport que de jouets. Tout comme les monoroues, ils empruntent au gyroscope son système de balancier. Peut-être initialement pensé comme une source d'amusement plutôt que comme un moyen de déplacement, leur popularité auprès des adolescents notamment justifie d'étudier leurs performances.



Figure 3 - Hoverboard

4. Trottinette électrique

Enfin, les trottinettes électriques sont une version motorisée de leur homologue classique. Ce design familier peut les rendre attrayantes vis-à-vis d'un public en recherche d'une nouvelle manière de se déplacer sur de courtes ou moyennes distances, tout en souhaitant rester en terrain connu. Parmi le panel sélectionné, elles sont les seules à ne pas fonctionner avec un système gyroscopique. Les résultats obtenus pour la trottinette électrique serviront donc aussi de point de comparaison pour les gens moins habitués avec le comportement des autres appareils.



Figure 4 – Trottinette électrique

2 PARTIE 1 : PROFIL ET EXPERIENCE D'UTILISATEURS RÉGULIERS D'ENGINS DE DÉPLACEMENT ÉLECTRIQUES

2.1 Introduction

Cette première partie de l'étude se concentre plus particulièrement sur les usagers de la route ayant déjà adopté un ou plusieurs engins de déplacement électriques comme mode de déplacement. Le but est d'abord d'établir leurs profils et leurs habitudes de déplacement ainsi que leur expérience en termes de chutes et d'accidents, et la gravité de ces derniers, afin de mieux définir les dangers qu'ils rencontrent.

En effet, dépendant par exemple de la raison du déplacement, du lieu ou encore du nombre de personnes les accompagnant, les utilisateurs d'engins de déplacement électriques vont se retrouver face à des situations de roulage différentes, chacune d'elles présentant des risques différents.

Enfin, afin de mieux comprendre les préoccupations des utilisateurs concernant leur sécurité, nous nous sommes aussi intéressés à leur connaissance et attente en termes d'assurance à la personne et de leur engin.

La liste complète des questions est reprise en Annexe 1: Questionnaire partie 1.

2.2 Méthodologie

Un questionnaire en ligne a été rédigé en français, néerlandais et anglais puis diffusé via de multiples canaux de diffusion proches du public ciblé, c'est-à-dire les personnes utilisant un engin de déplacement électrique régulièrement. Les canaux de diffusion comprenaient forums, réseaux sociaux, newsletters de magasin de sport, etc. Les réponses étaient envoyées sur base volontaire.

Pour chaque type d'engin, le participant était amené à répondre à une série de questions sur ses habitudes de roulage (combien d'heures par semaine, but du déplacement, nombre de personne l'accompagnant, type d'environnement...) ainsi que son expérience en matière de chute, accident ou presque-accident. Enfin, le questionnaire se terminait par des questions concernant les assurances auxquelles ils avaient déjà souscrit ou souhaiteraient souscrire.

2.3 Résultats

2.3.1 Résultats généraux

Au total, 181 personnes ont répondu au questionnaire en ligne. Nous pouvons tout d'abord noter qu'une grande majorité des répondants utilisent des monoroues électriques (Voir Figure 5). Au total, 154 des 181 répondants disent utiliser une monoroue électrique au moins une fois par semaine. Il est à noter que certains participants utilisent plusieurs engins, d'où le fait que les chiffres de la Figure 5 dépassent les 181.

Ces valeurs ne représentent toutefois pas forcément les réelles proportions des utilisateurs réguliers. En effet, ces chiffres reflètent plutôt la population qui a vu et pris le temps de répondre à l'enquête. Une conclusion plus probable est donc que les utilisateurs de monoroues électriques forment une communauté plus active et attentive à leur sécurité. Le faible taux de réponse pour les autres types d'engins nous impose aussi de prendre les résultats obtenus avec recul car ils pourraient être facilement influencés par certaines valeurs aberrantes.

Parmi ces 181 réponses, 14 questionnaires n'ont pas été remplis entièrement mais les réponses partielles ont été jugées suffisamment pertinentes que pour être retenues. Ceci explique certaines inconsistances mineures dans les nombres totaux entre les questions.

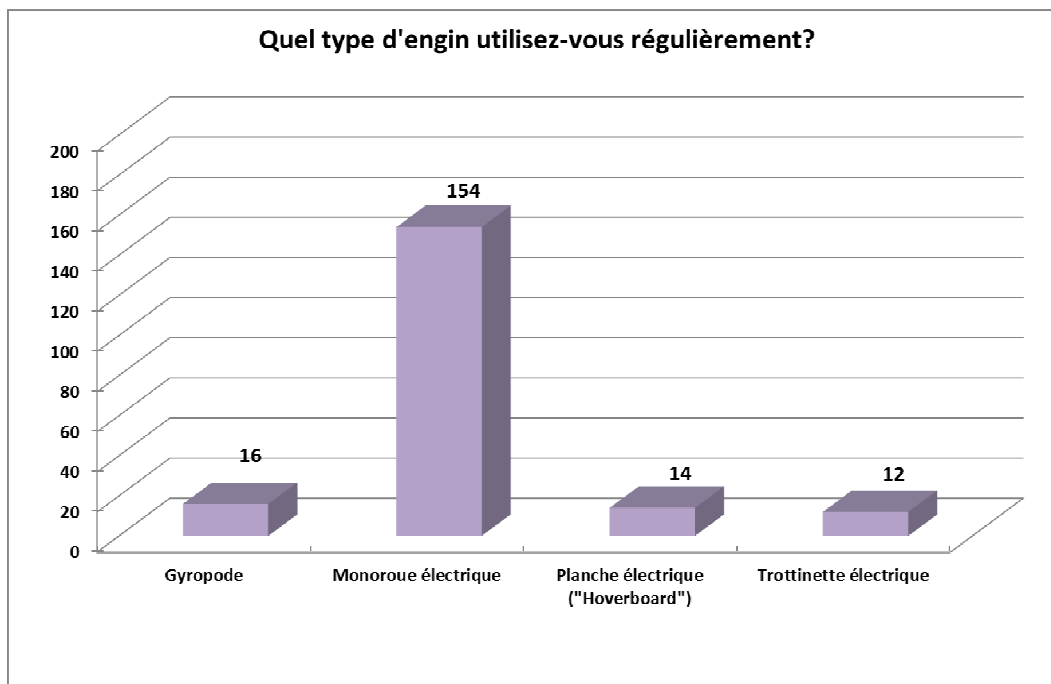


Figure 5 - Type d'engin utilisé

Le Tableau 1 reprend le genre et l'âge moyen parmi les répondants de l'étude. Nous constatons que les répondants sont en moyenne de sexe masculin (92%) et ont en moyenne 40 ans. Le Tableau 2 rentre un peu plus dans les détails en reprenant l'âge moyen en fonction du type d'engin utilisé. S'il faut garder en tête que les canaux de diffusion de l'étude, le nombre de répondants, ainsi que l'intérêt des volontaires, en fonction de leur âge, ont pu influencer les résultats à la hausse, nous pouvons toutefois noter une différence significative entre l'âge des utilisateurs de Hoverboard et ceux des trois autres engins étudiés, avec entre 6 et 10 ans d'écart. Ceci correspond à nos premières observations qualitatives qui mettaient en avant que là où les hoverboards étaient plutôt présentés comme des objets de loisir destinés à un public jeune, les autres engins étaient destinés à un public plus âgé en recherche d'alternative ou de complément à leur(s) mode(s) de transport habituel(s).

Sexe	Age moyen (ans)	# répondants (N)	% répondants
Homme	40	153	92%
Femme	36	14	8%
Total	40	167	100%

Tableau 1 – Age moyen et sexe des répondants

Engin	Age moyen (ans)	Count(N)
Gyropode	36	16
Monoroue électrique	41	154
Hoverboard	30	14
Trottinette électrique	39	12

Tableau 2 - Age moyen en fonction de l'engin utilisé

Ces observations sont de nouveau confirmées par les valeurs dans le Tableau 3 reprenant le prix moyen payé par les répondants pour leur engin et le prix que nous avons payé (HTVA) pour l'achat groupé du matériel nécessaire à cette étude. Nous voyons que les hoverboard sont substantiellement moins cher, entre 300 et 400€, là où les autres engins coûtent au minimum 900€ à 1000€. Le prix moyen pour les gyropodes est aussi élevé car plusieurs modèles sont repris dans cette catégorie, certains allant jusqu'à 3500€ là où d'autres ne coustaient que 650€.

	Prix moyen reporté (€)	Prix payé pour les engins utilisés lors de cette étude (€, HTVA)
Gyropode	1700	890
Monoroue électrique	1079	687
Hoverboard	404,67	286
Trottinette électrique	999,5	820

Tableau 3 - Prix des engins de déplacement électriques

La première partie du formulaire couvre les habitudes de déplacement des utilisateurs réguliers. Comme on peut le voir sur la Figure 6, ces dernières changent en fonction du type d'engin. Presque deux tiers des utilisateurs de gyropode, monoroue électrique et trottinette électrique l'utilisent pour effectuer leur déplacement domicile-travail, là où seul 14% des utilisateurs de hoverboard font de même. A l'inverse 86% des utilisateurs utilisent leur hoverboard pour le loisir, deux fois plus que le second choix le plus populaire, le déplacement personnel type shopping.

On peut aussi noter que les pourcentages totaux dépassent tous les 100%, indiquant que les répondants intègrent tous leurs engins de déplacement électrique dans plusieurs facettes de leur mobilité. Ceci s'illustre très fort pour la monoroue électrique où 45% des répondants utilisent leur roue à la fois pour le déplacement domicile-travail et leurs déplacements privés, 42% combinent l'aspect loisir et déplacement domicile-travail et 50% utilisent leur engin à la fois comme outil de loisir et pour leurs trajets personnels. Enfin, 29% des personnes utilisent leur monoroue pour ces trois activités.

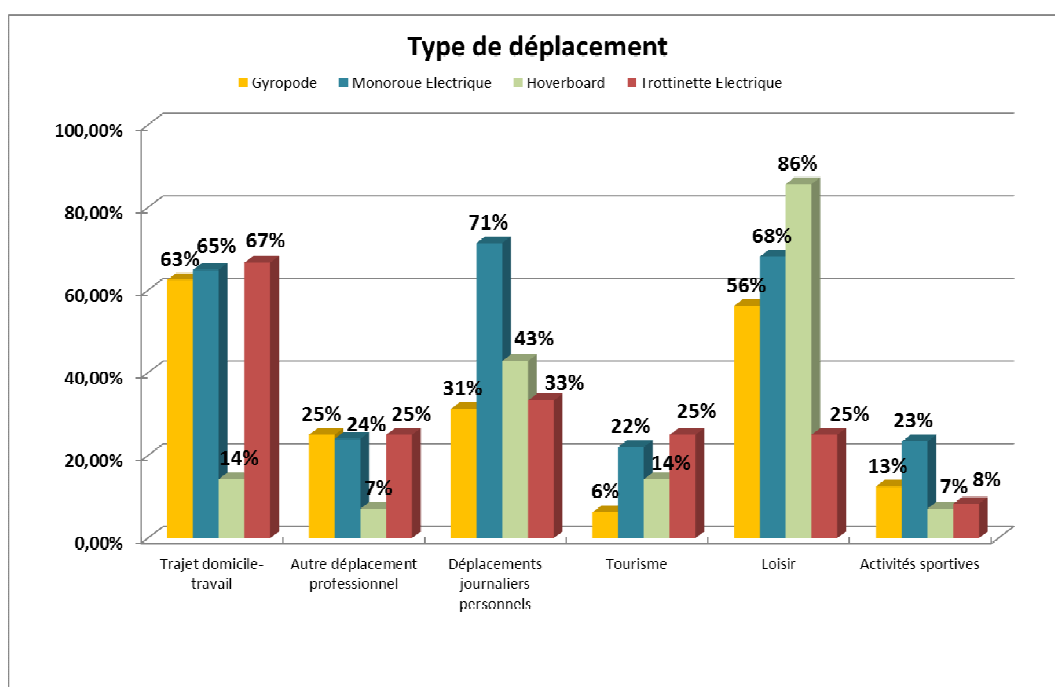


Figure 6 - Type de déplacement en fonction de l'engin utilisé

En complément aux résultats ci-dessus, la Figure 7 reprend le temps moyen passé chaque semaine pour chacune des activités. En moyenne, les utilisateurs consacrent donc une à trois heures chaque semaine par activité qu'ils pratiquent, indépendamment de la popularité de l'activité en question. Nous observons que la pratique de l'hoverboard en tant qu'activité sportive est significativement plus longue que pour toutes les autres occupations. Ceci s'explique par les chiffres d'un répondant particulièrement enthousiaste parmi le faible nombre de participants pratiquant le hoverboard de manière sportive.

Le Tableau 4 reprend le temps total moyen que passent les utilisateurs sur leur engin. Ces valeurs confirment les observations faites sur la Figure 6. Puisque le temps total moyen est dans la majorité des cas supérieur au temps moyen passé par activité, les répondants utilisent régulièrement leurs engins pour plusieurs types de déplacement. Les possesseurs de monoroue électrique sont ceux qui ont le plus intégré leur nouveau mode de déplacement dans tous les aspects de leur mobilité avec près de 6h d'utilisation hebdomadaire, ce qui correspond à plus de 100km parcourus chaque semaine à la vitesse maximale autorisée de 18km/h. L'estimation est ici à titre d'indication puisqu'un trajet réel comprend des moments plus lents et des arrêts, par exemple aux feux rouges.

Pour les analyses des résultats par type d'engin dans les sections suivantes, nous nous concentrerons donc sur les situations les plus communes puisqu'elles représentent celles avec le plus d'opportunités d'accidents.

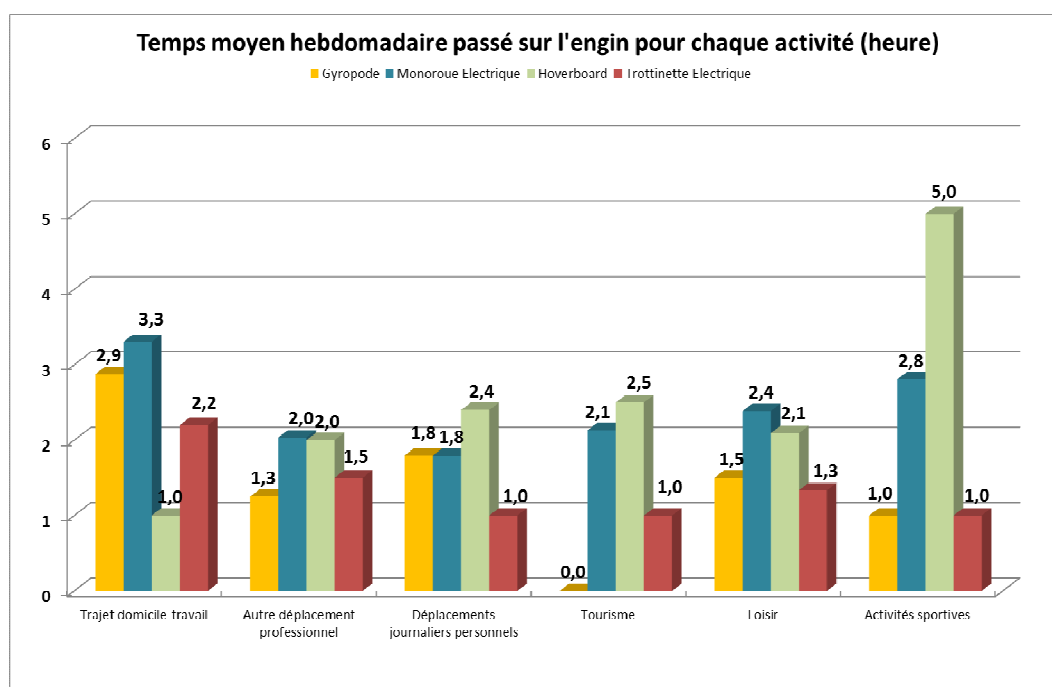


Figure 7 - Temps passé sur chaque engin par semaine par les personnes pratiquant l'activité citée (h)

	Temps moyen total par semaine (h)	Distance 15km/h (km)	Distance 18km/h (km)
Gyropode	3,57	53,55	64,26
Monoroue électrique	5,97	89,55	107,46
Hoverboard	3,86	57,9	69,48
Trottinette électrique	3,23	48,45	58,14

Tableau 4 - Temps moyen total passé sur chaque engin par semaine (h) ainsi que la distance correspondante pour une vitesse moyenne de 15 ou 18km/h

L'analyse plus détaillée du nombre de chutes et d'accidents se fera dans les sections suivantes. Dans un premier temps nous allons nous consacrer à la gravité de ces derniers. A la question « Quel est l'accident ou chute la plus sévère que vous ayez-eu ? », la vaste majorité des participants ont répondu qu'ils n'avaient jamais eu besoin d'intervention médicale (voir Figure 8). Les monoroues électriques et les hoverboard apparaissent comme les engins les moins stables avec seulement 24% et 21% de répondants n'ayant reporté aucune chute ou accident, bien en deçà des gyropodes (80%) et trottinettes électriques (56%). Plus d'un tiers des utilisateurs de monoroue et de hoverboard rapportent s'être déjà blessés superficiellement (égratignures...) avec leur engin, ce qui est plus que la proportion de personnes qui s'en est tirée sans aucun dommage (28% pour les monoroues, 29% pour les hoverboard). Point intéressant, parmi les gens qui ont fait une chute ou un accident en gyropode, aucun n'a reporté de blessure corporelle ou de dommage matériel. De plus, seuls 25% des utilisateurs de trottinettes électriques qui ont perdu le contrôle de leur appareil ont été, dans le pire des cas, superficiellement blessés ; les 75% restants s'en sont sortis sans le moindre dommage. Seuls 7 cas d'accidents ou chutes demandant une intervention médicale ont été signalés, aucun n'a nécessité d'hospitalisation.

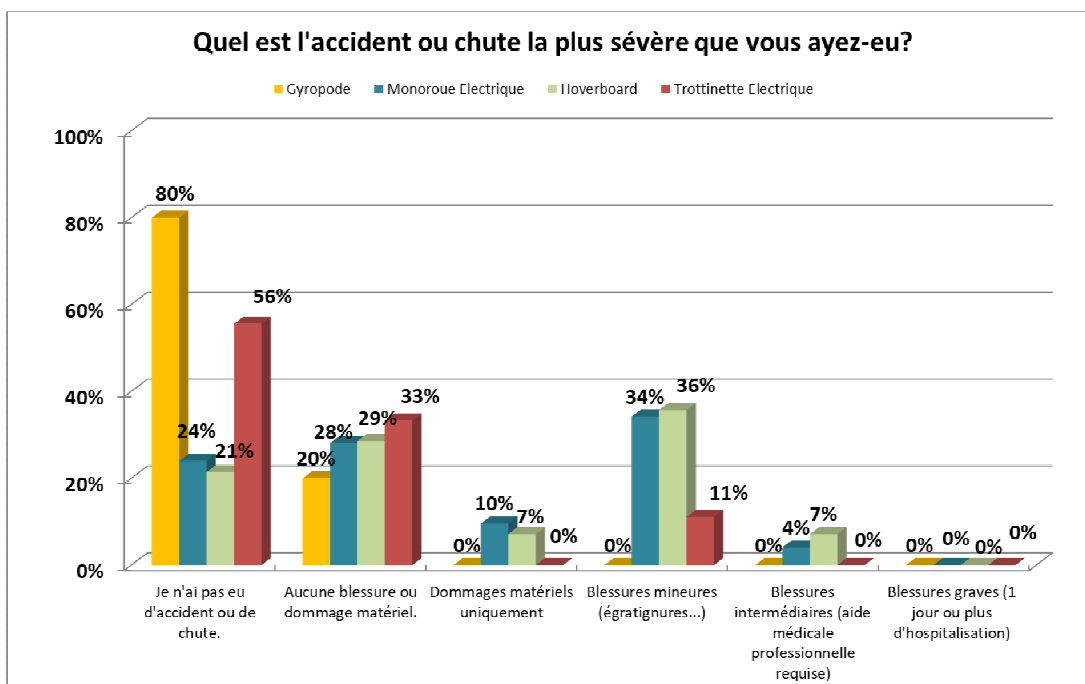


Figure 8 - Gravité des accidents

2.3.2 Gyropodes

Le gyropode, plus connu sous son nom commercial de Segway™, a ouvert la voie aux autres engins de déplacement électriques utilisant un principe gyroscopique comme méthode de stabilisation et propulsion. Parmi les quatre engins que nous avons étudiés, la monoroue électrique et le hoverboard utilisent le même système. Le fonctionnement est relativement simple : le gyropode est doté de senseurs gyroscopiques et d'inclinaison qui détectent et compensent les mouvements du corps. Autrement dit, en bougeant son centre de masse vers l'avant ou vers l'arrière, le conducteur pousse le moteur à compenser le déséquilibre en allant dans la même direction. L'appareil va donc avancer, s'arrêter ou reculer en fonction de l'inclinaison.

Les gyropodes actuels prennent différentes formes. Si les plus anciens modèles possèdent un guidon pour tourner, les nouvelles versions plus compactes peuvent se contrôler uniquement avec les genoux.

Les gyropodes se croisent assez rarement en rue, leur utilisation se faisant plutôt dans le cadre professionnel (agent de sécurité par exemple). Toutefois les nouveaux modèles plus compacts et abordables financièrement se prêteront plus facilement à l'utilisation personnelle. Comme on peut le voir dans la Figure 9, quasiment la moitié des répondants (près de 44%) ont commencé à utiliser leur gyropode dans le mois précédent leur réponse. Ces résultats tendent à montrer que les gyropodes séduisent un public grandissant. Ce soudain intérêt pourrait s'expliquer par les nouveaux modèles évoqués précédemment qui sont beaucoup plus compatibles avec d'autres modes de déplacement comparés aux premières versions.

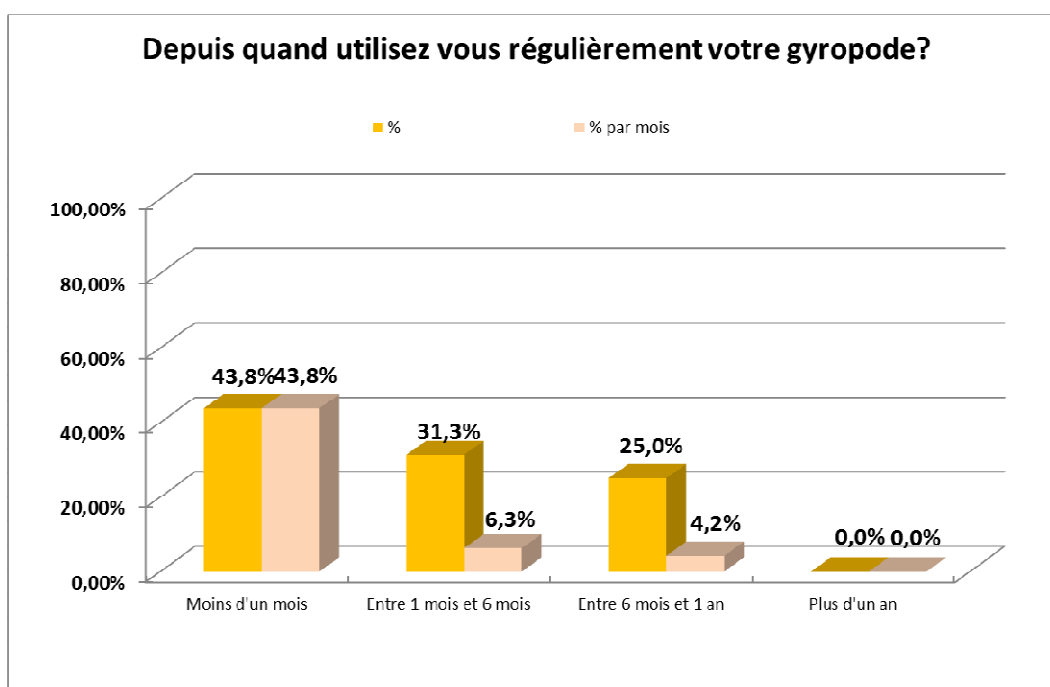


Figure 9 - Depuis quand utilisez-vous votre gyropode ? Total des réponses et moyenne par mois.

Les Figure 10 et Figure 11 couvrent les conditions de déplacement pour les trajets les plus populaires. Les trajets s'effectuent le plus souvent soit seul, soit en petit groupe d'une à trois personnes. Les environnements dans lesquels évoluent les utilisateurs sont variés, le plus souvent en ville, mais aussi en quartier résidentiel, en milieu rural ou sur zoning. Cela s'explique par le fait que les gyropodes sont utilisés à différents moments du trajet, par exemple pour se rendre à une gare de campagne, pour rejoindre la ville ou le zoning où se situe le lieu de travail.

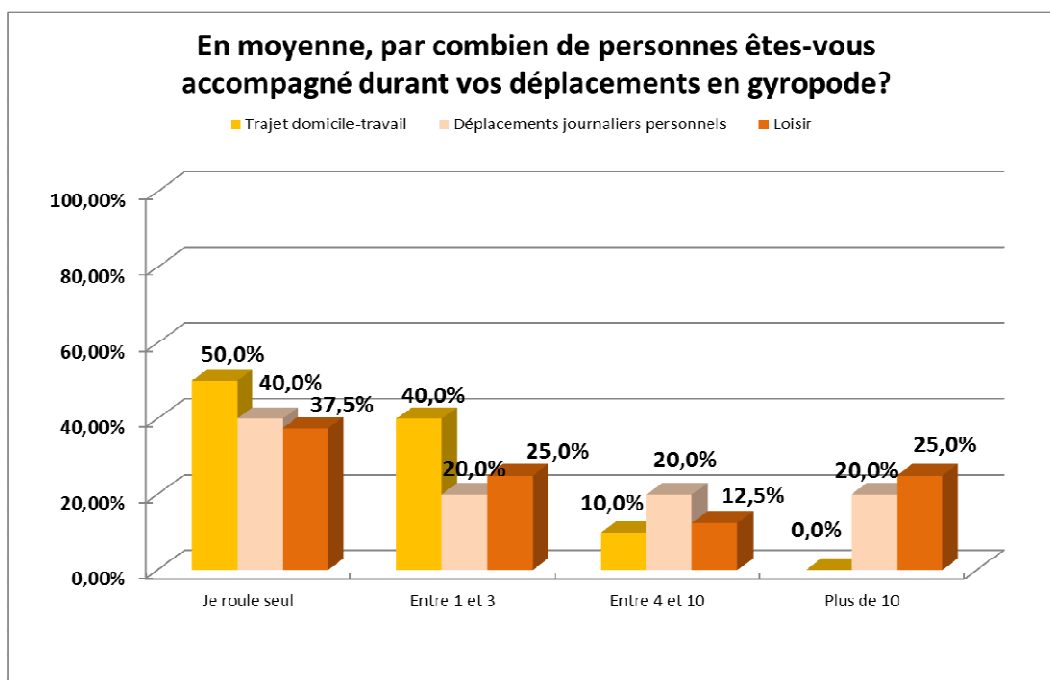


Figure 10 - En moyenne, par combien de personnes êtes-vous accompagné durant vos déplacements en gyropode?

Les déplacements pour le loisir s'effectuent plus volontiers en grand groupe et dans un contexte rural, voire en forêt en plus de la ville. Ces résultats dépeignent une utilisation assez variée des gyropodes, passant du trajet professionnel en zoning à la balade en forêt en famille.

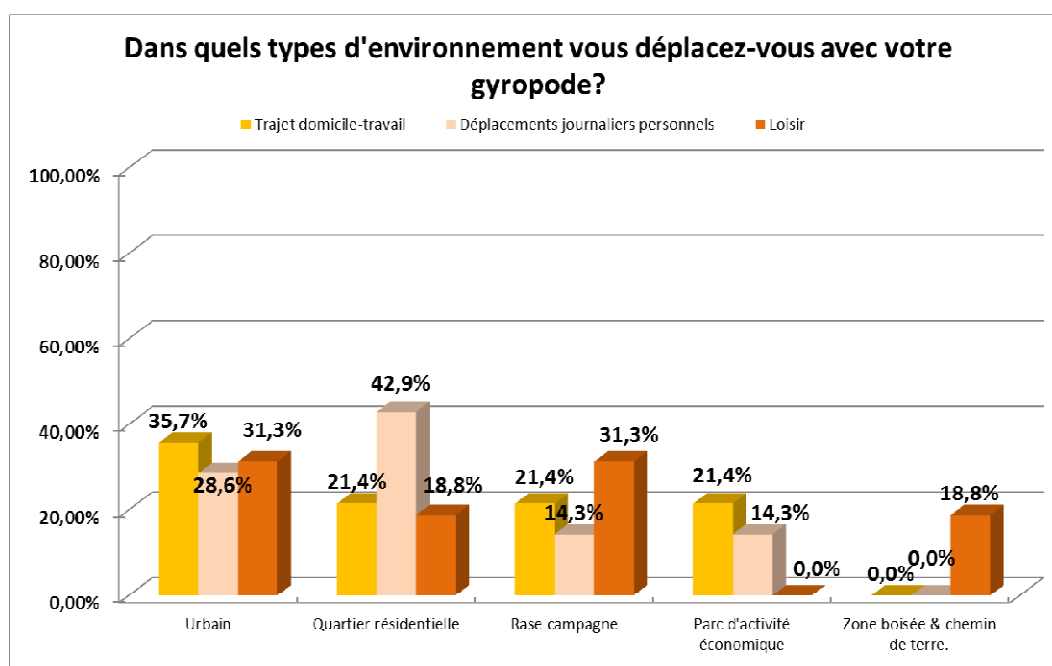


Figure 11 - Dans quel type d'environnement vous déplacez-vous avec votre gyropode ?

Le gyropode se présente comme un mode de transport sûr selon la Figure 8 puisque aucun incident reporté n'a entraîné de dégâts matériels ou corporels. Au total, 17 chutes ont été signalées soit près d'un quart des répondants (voir Tableau 5). Nous faisons ici la différence entre une chute, qui est une simple perte d'équilibre, avec un accident seul qui implique un impact avec l'infrastructure ou un véhicule garé. Cela démontre la simplicité de prise en main de l'engin. Notons toutefois que 9 presque-accidents ont suffisamment marqué les répondants pour qu'ils s'en rappellent encore au moment de l'enquête. Si aucun accident n'a été reporté, le risque persiste toutefois.

	Nombre(N)	Moyenne par participant
Presque-accident	9	0,56
Accident avec tierce partie	0	0
Accident seul	0	0
Chute	17	1,06
Total	26	

Tableau 5 - Chutes et accidents – Gyropode

2.3.3 Monoroue électrique

Les monoroues électriques font partie de la nouvelle génération d'engins de déplacement électriques. Le nombre important de réponses, toutes sur base volontaire, indique que les personnes qui l'ont adoptée ont l'air de se soucier de leur sécurité. Les résultats de cette section sont les plus statistiquement représentatifs et donc les plus indicatifs.

Nous pouvons tout d'abord noter que le nombre de personnes adoptant la monoroue chaque mois reste constant, voire même en légère augmentation de mois en mois sur l'année précédente. Près de 7,8% des répondants ont acheté leur monoroue électrique le mois précédant le questionnaire, ce qui est le plus haut taux d'adoption mensuel reporté. Sachant que le questionnaire a été publié entre septembre et décembre, il est à prévoir que ces chiffres vont croître avec le retour des beaux jours qui rendent leur utilisation plus agréable. Toutefois, contrairement à ce que l'on pourrait penser, les monoroues électriques ne sont pas arrivés depuis peu sur nos routes puisque deux tiers des répondants en possèdent une depuis au moins 6 mois.

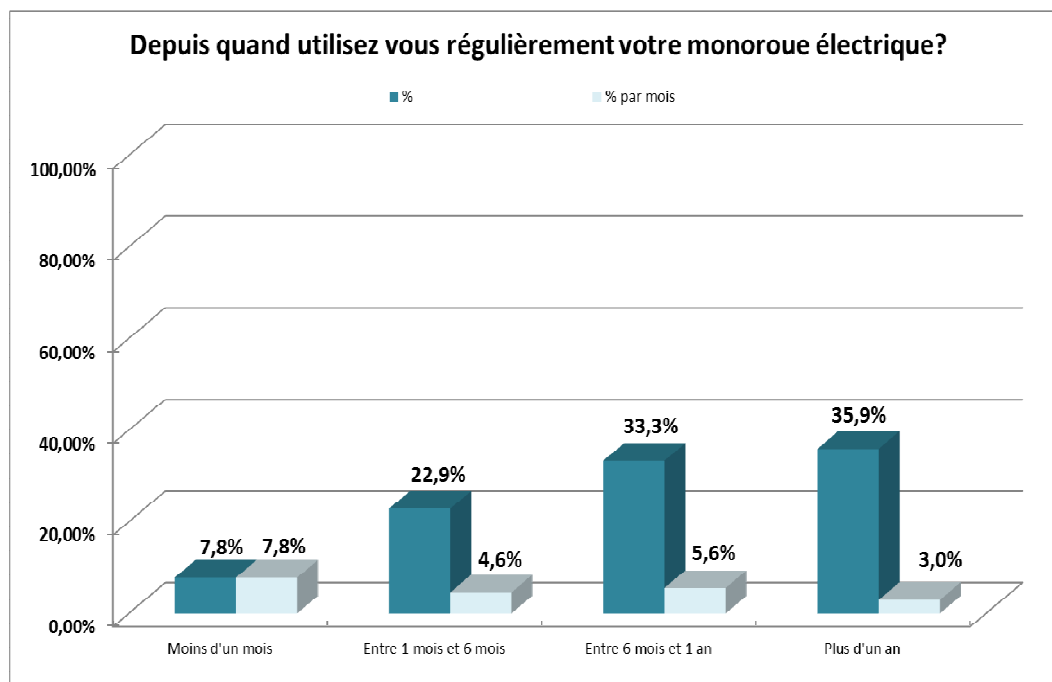


Figure 12 - Depuis quand utilisez-vous votre monoroue électrique ? Total des réponses et moyenne par mois.

Plus de trois-quarts des déplacements domicile-travail s'effectuent seul et majoritairement en milieu urbain. Notons tout de même qu'un quart des trajets se fait en quartier résidentiel, en se référant au Tableau 6, nous constatons qu'une grande partie des déplacements domicile-travail combine au moins deux, sinon plusieurs environnements. Ainsi, 80% des trajets qui s'effectuent en zone résidentielle et 60% des trajets en milieu rural comportent aussi une partie en milieu urbain.

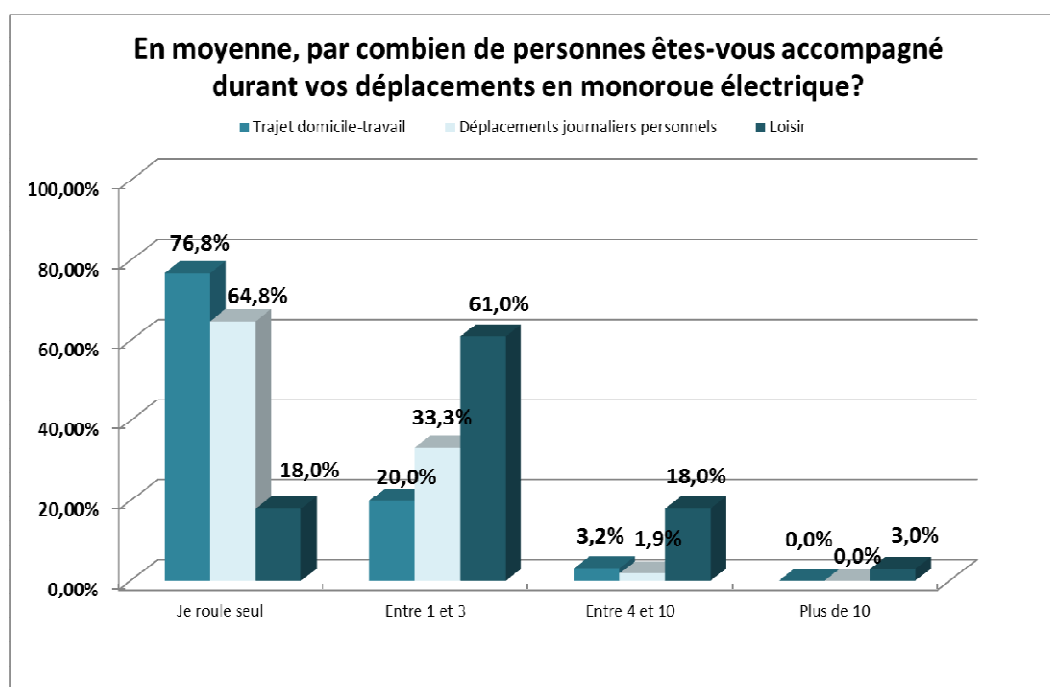


Figure 13 - En moyenne, par combien de personnes êtes-vous accompagné durant vos déplacements en monoroue électrique ?

Les mêmes observations peuvent être faites pour les déplacements personnels non liés au travail, à la différence près que ces derniers s'effectuent plus souvent en petits groupes (33% contre 20% pour le déplacement domicile-travail) et un peu plus en quartier résidentiel (36% contre 26%). Ces différences s'expliquent par la nature même du trajet et ne sont pas spécifiquement liées à l'appareil.

Concernant les sorties pour le loisir, on note directement qu'elles s'effectuent beaucoup plus rarement seul (18%) mais plutôt en groupe de 1 à 3 personnes (61% des réponses), voire 4 et plus (21%). Les environnements parcourus sont variés et s'effectuent aussi bien en ville (25,5%), que dans des quartiers résidentiels (24,3%) qu'à la campagne (25,5%), ou même en zone boisée (18,9%)

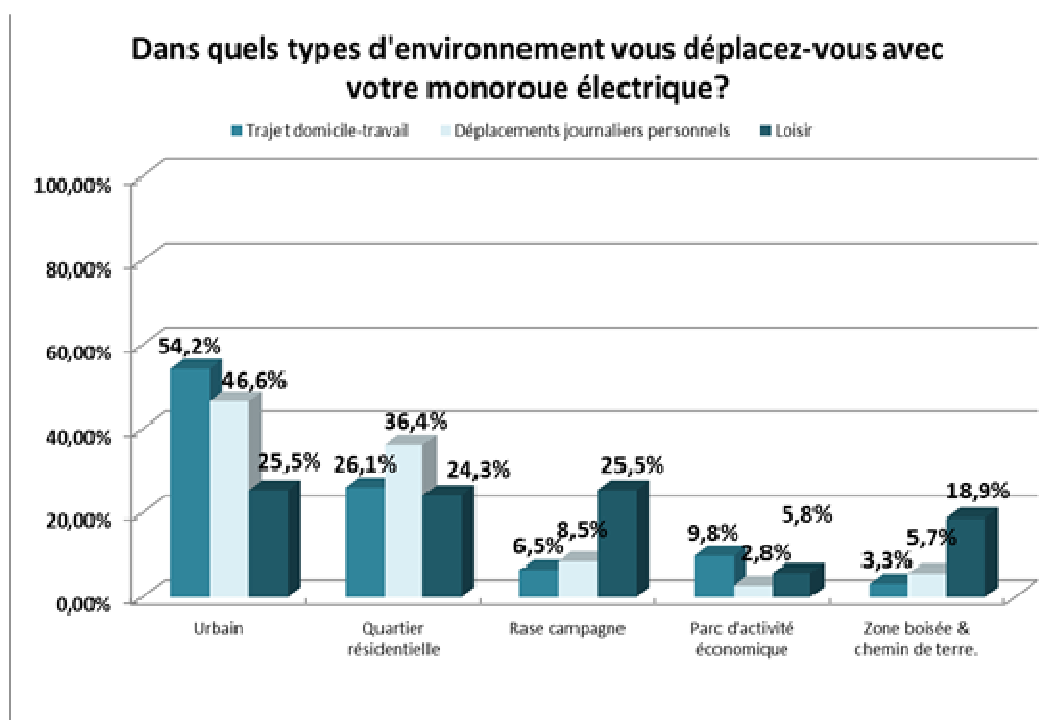


Figure 14 - Dans quel type d'environnement vous déplacez-vous avec votre monoroue électrique ?

Trajet domicile-travail	Urbain	Quartier résidentiel	Rase campagne	Parc d'activité économique
Quartier résidentiel	80%			
Rase campagne	60%	60%		
Parc d'activité économique	67%	60%	27%	
Zone boisée & chemin de terre.	100%	80%	40%	0%

Tableau 6 - Déplacement domicile-travail : trajets combinant plusieurs types d'environnement.

Nous voyons donc que la monoroue est utilisée pour des trajets complexes dans un grand nombre d'environnements et d'occasions différents. Ceci nous amène à conclure que la monoroue a réellement intégré les habitudes des répondants et s'utilisent de la même manière que d'autres solutions de mobilité douce.

Pour ce qui est de la sécurité de la monoroue électrique, 327 chutes et 248 presque-accidents ont été reportés, soit plus de 2 chutes et 1,5 presque-accident par personne. Au total, les répondants ont été impliqués dans environ 70 accidents, cependant 90% n'impliquaient pas une tierce partie mais seulement l'infrastructure routière. Ceci représente un accident pour deux répondants.

Comme nous l'avons vu dans la Figure 8, la gravité de ces incidents reste le plus souvent mineure, 37% des répondants ayant fait une chute ou un accident n'ont reporté aucune blessure et 44% seulement des égratignures superficielles. Cependant, malgré leurs faibles conséquences, le nombre de chutes et d'accidents seul reste élevé. La monoroue étant un engin difficile à maîtriser par les débutants, les chutes ne sont pas surprenantes. Les accidents seuls peuvent être symptomatiques d'une infrastructure

routière peu adaptée aux déplacements en monoroue. Il nous semble donc utile de se pencher sur cette problématique pour rendre la chaussée plus accessible aux engins de déplacement électriques, si besoin.

	Nombre (N)	Moyenne par participant
Presque-accident	248	1,61
Accident avec tierce partie	5	0,03
Accident seul	67	0,44
Chute	327	2,12
Total	647	

Tableau 7 - Chutes et accidents – Monoroue électrique

2.3.4 Hoverboard

Tout comme les gyropodes et les monoroues électriques, les hoverboards fonctionnent sur un principe gyroscopique : l'utilisateur se penche en avant ou en arrière pour choisir la direction. Contrairement aux gyroscopes classiques, les hoverboards ne disposent pas de guidon pour tourner. Ici, les deux moitiés de l'appareil tournent autour d'un axe latéral et le hoverboard change de direction en fonction de l'inclinaison des moitiés l'une par rapport à l'autre.

Les hoverboards sont apparus il y a quelques années sur le marché et ont séduit un large public de par leur innovation et prix abordable comparé aux autres engins étudiés. Il faut compter environ 300€ à 400€ pour un hoverboard tandis que pour les autres appareils il faut compter environ 800€ pour un modèle milieu de gamme (voir Tableau 3). Plutôt destinées à un public jeune, ces planches électriques sont vendues plus comme un jouet qu'un réel moyen de se déplacer. Il n'empêche que leur présence sur nos routes est avérée et qu'il est donc nécessaire de les prendre en compte dans nos considérations de sécurité au même titre que les autres engins déjà cités dans cette étude.

Au cours de l'année 2016, plusieurs incidents liés à des problèmes de fiabilité de certains hoverboards, qui allaient jusqu'à prendre feu pendant la charge¹, ont été publiés dans les journaux. Ces déficiences, même si elles restent un point d'attention, ne font pas partie du cadre de cette étude qui se concentre plus spécifiquement aux risques liés au comportement, à l'apprentissage et à la manœuvrabilité.

Les résultats affichés sur la Figure 15 montrent une popularité fortement en croissance, avec une forte augmentation ces douze derniers mois. Hypothétiquement, il est possible que l'intérêt du public cible augmente par effet boule de neige dans le futur : au plus de personnes vont posséder ces engins, au plus ceux-ci vont avoir de la visibilité sur le marché, incitant plus de gens à vouloir les tester et les acheter.

¹ <http://www.lesoir.be/1260323/article/soirmag/actu-soirmag/2016-07-07/une-maison-incendiee-cause-d-un-hoverboard-video>

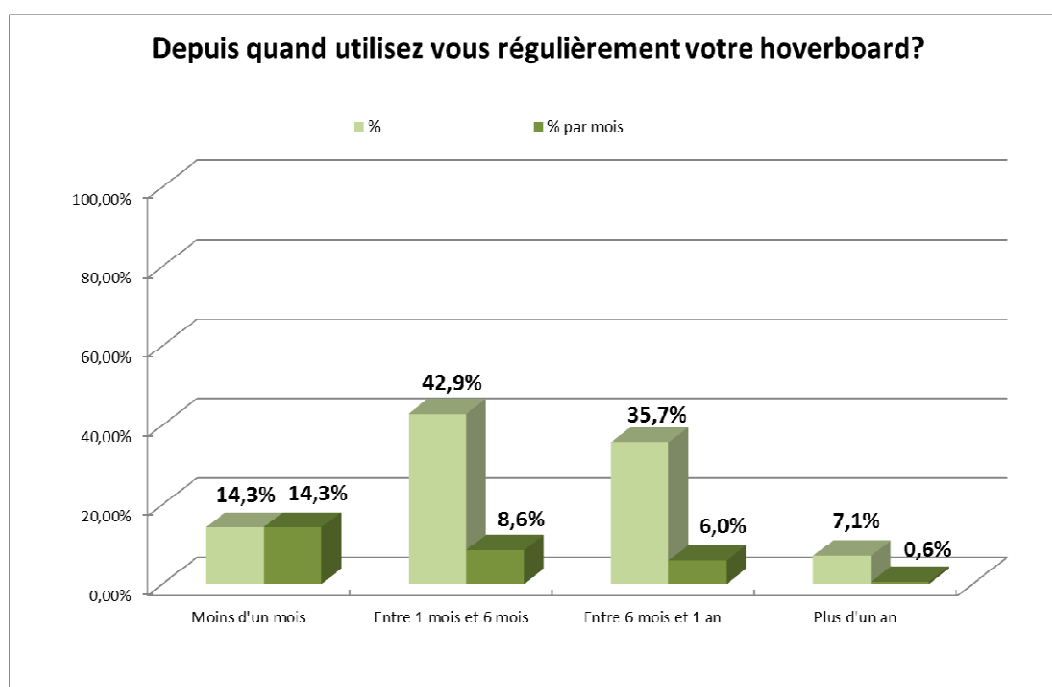


Figure 15 - Depuis quand utilisez-vous votre hoverboard ? Total des réponses et moyenne par mois.

Comme nous l'avons vu dans la section précédente sur la Figure 6, les hoverboards sont principalement utilisés pour le loisir, les déplacements personnels et l'activité sportive. Cela correspond à la manière dont ces appareils sont présentés en magasin. De fait, la pratique du hoverboard semble être une activité de nature plus sociale que pour les autres engins comme nous le montre la Figure 16. Au moins 85% des utilisations se font par groupes de petite à grande taille et dans des conditions très majoritairement urbaines ou suburbaines, voire dans un environnement rural. Dans tous les cas, cela semble exprimer la nécessité d'avoir une chaussée asphaltée de bonne qualité puisque les chemins de terre et zones boisées sont complètement ignorés (Figure 17).

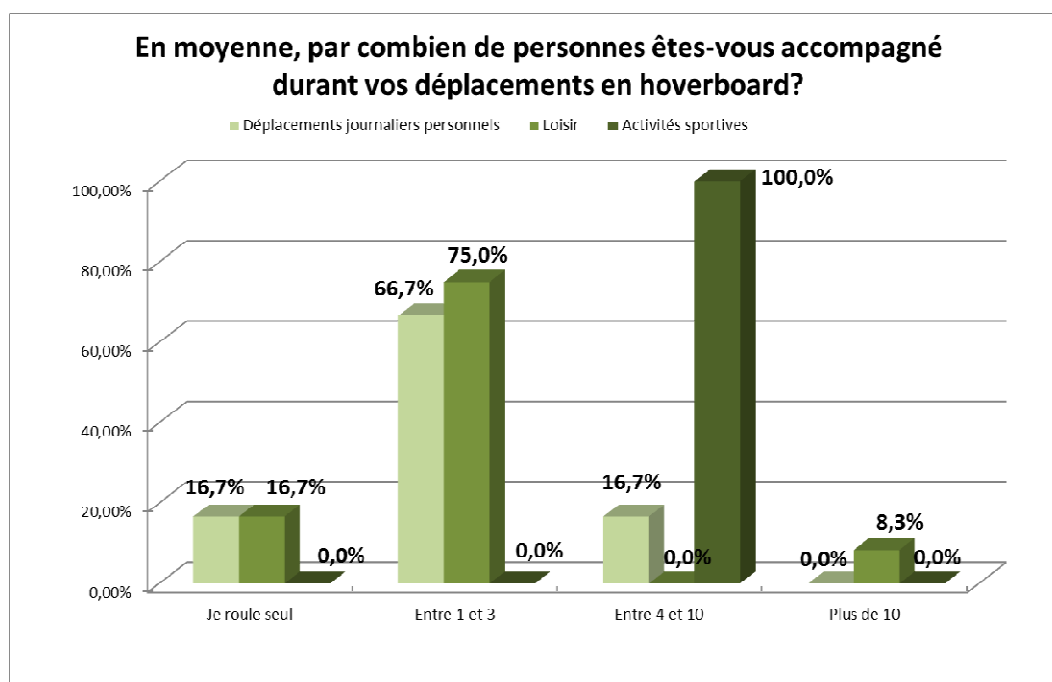


Figure 16 - En moyenne, par combien de personnes êtes-vous accompagné durant vos déplacements en hoverboard ?

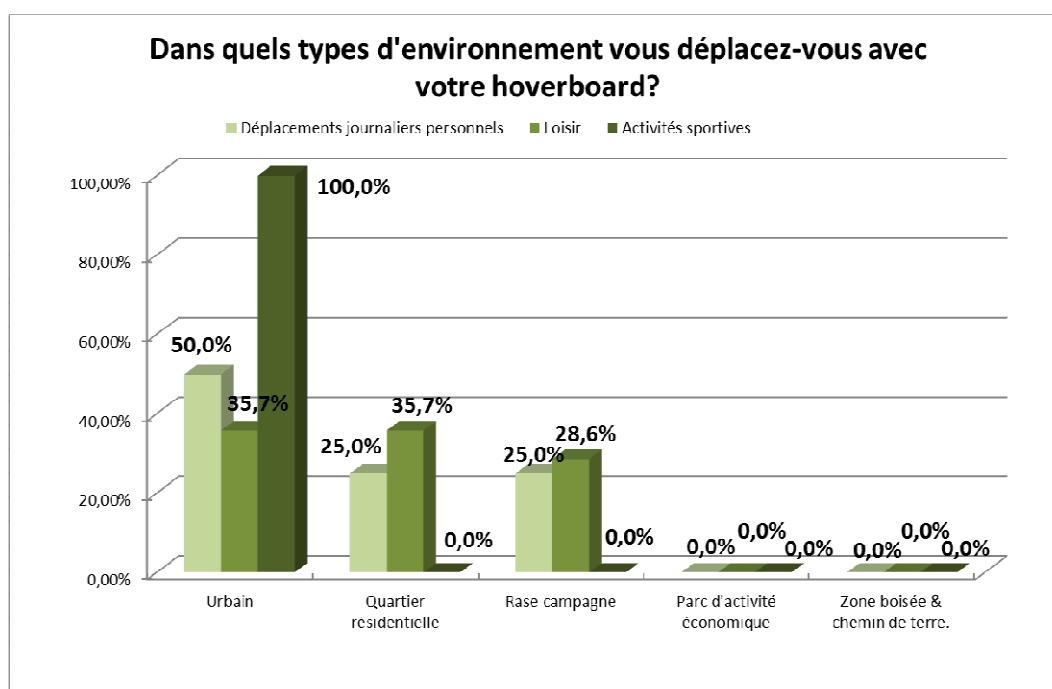


Figure 17 - Dans quel type d'environnement vous déplacez-vous avec votre hoverboard ?

Comme nous l'avons vu, la gravité des accidents en hoverboard est similaire à celle en monoroue électrique. En observant les résultats du Tableau 8, on peut toutefois noter certaines différences. Le nombre d'accidents seul est très bas, ce qui pourrait vouloir dire que l'utilisation de l'hoverboard se fait dans des lieux plus restreints et spécifiquement choisis pour être agréable à parcourir.

La moyenne des chutes par participant reste assez élevée, près d'une par répondant, ce qui semble indiquer que les hoverboards sont moins stables ou plus difficiles à manier que les gyropodes, mais plus faciles à prendre en main qu'une monoroue. Encore une fois la monoroue se dessine comme un engin de déplacement difficile à maîtriser malgré des spécifications techniques qui le rendent techniquement plus stable que les autres engins.

Par contre, le nombre de presque-accidents est très élevé, près de 2,5 par utilisateur. Ceci pourrait être symptomatique soit d'un comportement à risque des utilisateurs, soit des limitations techniques de l'appareil.

	Nombre (N)	Moyenne par participant
Presque-accident	34	2,43
Accident avec tierce partie	1	0,07
Accident seul	1	0,07
Chute	13	0,93
Total	49	

Tableau 8 - Chutes et accidents – Hoverboard

2.3.5 Trotinette électrique

Version motorisée d'un mode de transport bien connu, la trotinette électrique est sûrement l'engin de déplacement étudié lors de cette enquête le plus facilement reconnaissable par le public. Si ces

dernières sont loin d'être récentes, l'évolution des technologies en matière de batterie et de moteur électrique ont drastiquement augmenté la puissance et l'autonomie des modèles les plus récents, au point de ne plus souffrir de soucis d'ergonomie tels que le poids ou l'encombrement.

L'adoption par le public se fera probablement plus aisément qu'avec les engins gyroscopiques grâce à son côté familier. En Figure 18 nous voyons que plus de 80% des répondants ont adopté la trottinette électrique au cours de l'année précédente, signe que l'intérêt du public est toujours là, mais nous n'avons pas recensé d'utilisateur très récent. Ceci ne signifie pas pour autant que le marché est en diminution étant donné le faible nombre de participants pour ce type d'engin. Il est possible que la trottinette électrique ne bénéficie pas de l'effet « wow » que peuvent avoir les appareils gyroscopiques plus innovants, ce qui expliquerait une progression plus hésitante. Toutefois, il n'est pas possible de tirer de conclusions définitives à ce sujet basé uniquement sur les chiffres de cette étude

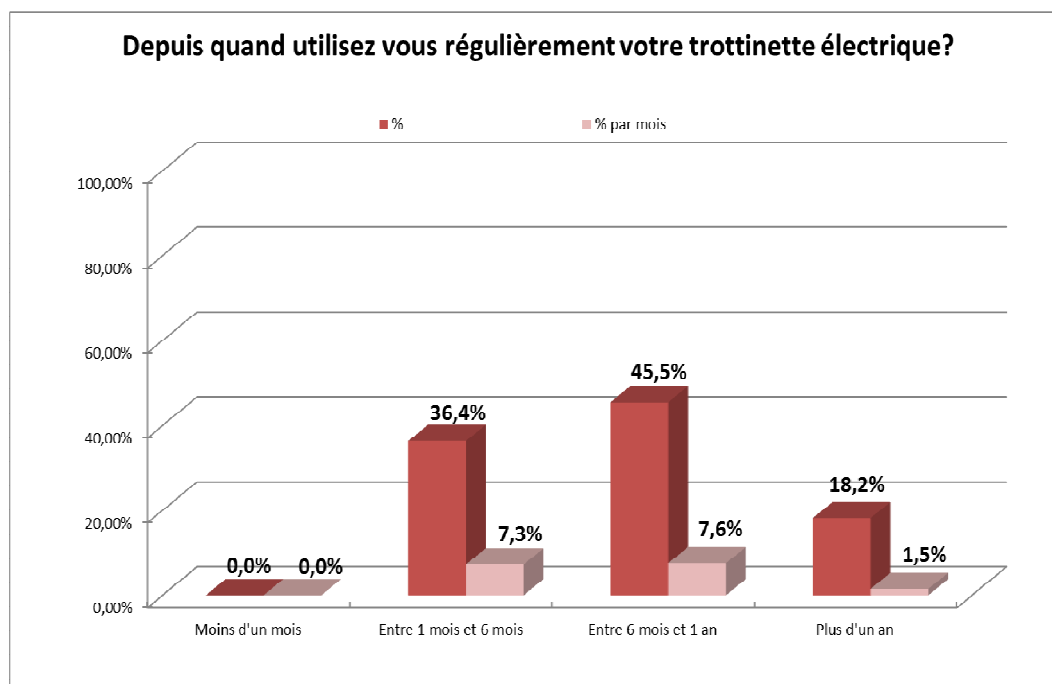


Figure 18 - Depuis quand utilisez-vous votre trottinette électrique ? Total des réponses et moyenne par mois.

Concernant les habitudes de déplacement, nous voyons que la trottinette se pratique très souvent seul et en milieu urbain/suburbain pour tous les déplacements utilitaires, c'est-à-dire avec un but précis. Elle se pratique plus volontiers en petit groupe et en milieu rural pour des sorties ludiques, mais ces dernières restent moins fréquentes que le trajet domicile-travail.

Nous sommes donc ici face à un engin avec une vocation d'activité ludique assez faible et sans une communauté d'utilisateurs aussi soudée que pour la monoroue. La trottinette semble donc être majoritairement perçue par les utilisateurs comme un outil de déplacement à part entière tout en se limitant strictement à ce rôle.

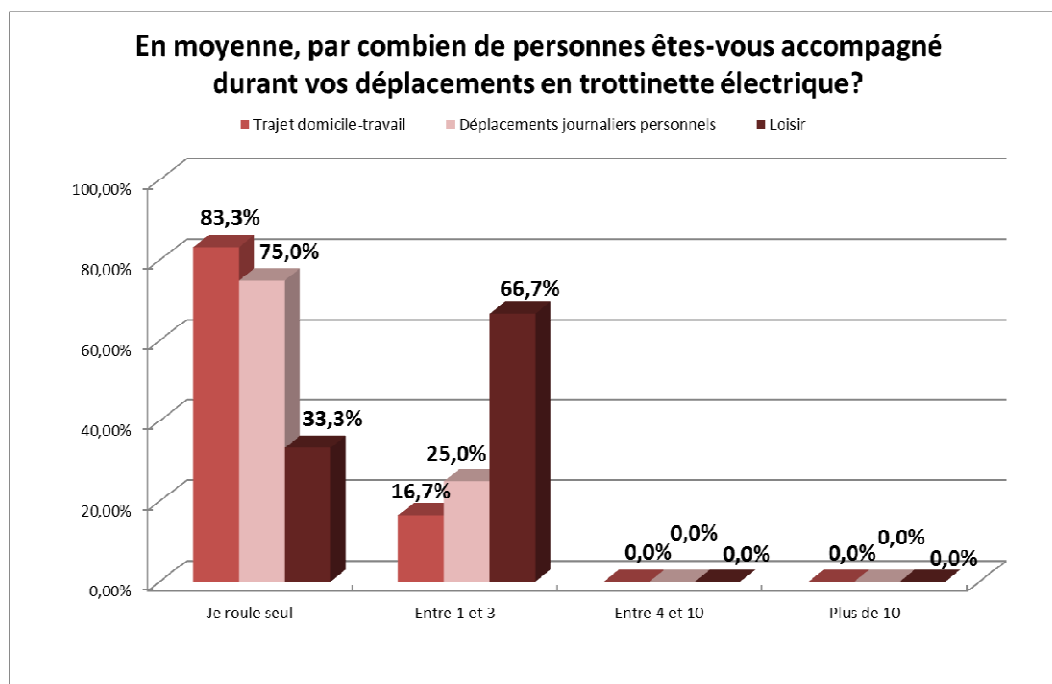


Figure 19 - En moyenne, par combien de personnes êtes-vous accompagné durant vos déplacements en trottinette électrique ?

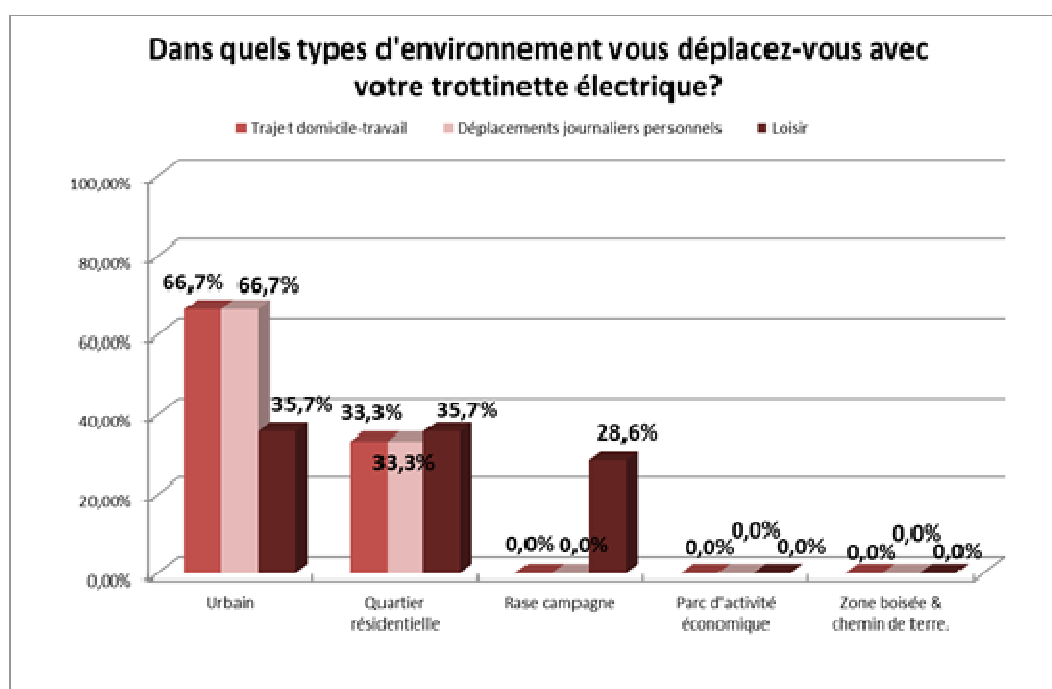


Figure 20 - Dans quel type d'environnement vous déplacez-vous avec votre trottinette électrique ?

Les chiffres du Tableau 9 nous décrivent la trottinette électrique comme un engin beaucoup plus sûr si l'on veut le comparer à ceux étudiés précédemment. Seulement une chute pour quatre répondants et aucun accident avec une tierce partie. Le nombre de presque-accidents reste cependant élevé et laisse à penser qu'il y a encore du travail à faire pour s'assurer que les trottinettes soient intégrées en toute sécurité dans le paysage de la mobilité belge.

	Nombre (N)	Moyenne par participant
Presque-accident	9	0,82
Accident avec tierce partie	0	0
Accident seul	2	0,19
Chute	3	0,27
Total	14	

Tableau 9 - Chutes et accidents – Trottinette électrique

2.4 Conclusion

Nous avons couvert dans cette étude quatre engins de déplacement électriques touchant des publics et des problématiques de sécurité très variés. Si tous les quatre restent principalement des appareils utilisés en milieu urbain ou suburbain, il n'est pas impossible de les croiser dans d'autres situations telles que les zonings industriels, les zones boisées ou simplement en milieu rural, si le terrain s'y prête et que le but du voyage le justifie. Dans chaque cas, la popularité de ces engins semble avoir augmenté durant l'année précédente même si certains résultats à très court terme laissent parfois entrevoir un ralentissement de la tendance. Les enjeux de sécurité routière autour de ces appareils nous apparaissent donc plus importants que jamais, qui plus est dans un contexte où la multimodalité est de plus en plus mise en avant.

Conformément au public visé par le marché, les planches électriques de type hoverboard attirent principalement un public jeune plus en recherche de loisir et d'activité physique que d'un réel nouveau mode de déplacement. Son utilisation est souvent liée à une activité de groupe centrée sur des zones proprement asphaltées. La manœuvrabilité semble problématique et les chutes sont fréquentes. Comme nous le verrons dans la section suivante, ceci est davantage lié au design de l'appareil qu'à une difficulté de prise en main.

Le gyropode montre de bons résultats en termes de sécurité et son usage est assez polyvalent. Il s'utilise aussi bien seul qu'en groupe et dans n'importe quel contexte, même si les trajets domicile-travail et loisir restent prédominants. Il n'a donc pas encore été intégré dans toutes les facettes de la mobilité. Au final, le gyropode a le potentiel de devenir un mode de déplacement sûr et complet, mais certains aspects –encombrement, prix...- y mettent un frein.

La trottinette électrique, elle aussi, ressort de l'étude comme un engin très sûr d'utilisation, et assimilé à mode de transport à part entière. Les déplacements sont généralement utilitaires et faits seul. Elle apparaît donc comme le candidat de choix pour la personne qui souhaite changer ses habitudes de déplacement tout en voulant assurer sa sécurité.

Au contraire, la monoroue électrique est vue par ses utilisateurs comme un engin à la fois utilitaire et ludique. Elle est intégrée dans de multiples facettes de la vie quotidienne et trouve sa place quel que soit le milieu. Les résultats et la forte mobilisation démontrent une communauté active et attentive à sa sécurité, qui s'adonne plus volontiers à leur passion en groupes de taille variable. Par contre, sa prise en main ressort comme étant la plus difficile, avec des chutes notables assez fréquentes. Ceci soulève la question d'un éventuel besoin de formation des nouveaux utilisateurs pour favoriser la bonne utilisation du matériel et la diminution des chutes en rue.

Enfin, si les accidents impliquant un autre usager de la route semblent rester très faible actuellement, le nombre de presque-accidents et d'accidents seul démontre le besoin d'à la fois adapter l'infrastructure routière pour la rendre moins hostile à cette nouvelle forme de mobilité et aussi de sensibiliser le public sur sa bonne utilisation et un partage respectueux de la chaussée.

2.5 Questions relatives aux assurances

2.5.1 Introduction

Plusieurs questions portant sur la connaissance et l'intérêt en matière d'assurance ont été posées aux utilisateurs réguliers d'engins de déplacement électriques en complément de celles sur leurs habitudes et expériences de conduite.

Même si elle ne joue pas un rôle déterminant en termes de prévention, la bonne connaissance des situations couvertes par chaque produit d'assurance peut se révéler importante pour mitiger les conséquences financières d'un accident, d'une panne ou d'un vol.

Les questions ont à la fois porté sur la connaissance des services déjà disponibles pour certaines situations données et sur ceux qui intéresseraient les répondants dans le futur.

La méthodologie suivie est la même que celle décrite dans la partie 1 du rapport « New Urban Mobility : Risques et perception des risques liés aux nouveaux engins de déplacement électriques » puisque les données traitées ici proviennent du même questionnaire.

2.5.2 Résultats

Au total, 50 participants de nationalité belge ont répondu à cette série de questions. Les réponses des participants d'autres pays ont été exclues car le système d'assurance n'est pas forcément le même qu'en Belgique et il serait donc non pertinent d'analyser les résultats de manière groupée.

La première question portait sur la connaissance des disponibilités des services d'assurance en fonction de cinq situations spécifiques pour lesquels il existe des produits similaires pour d'autres véhicules. Les réponses sont reprises en Figure 21. Nous voyons que seul un répondant sur deux pense qu'il existe des produits de type assurance responsabilité civile auto. Cette assurance est pourtant obligatoire pour les engins de déplacement électriques d'après la loi du 21 novembre 1989 relative à l'assurance obligatoire de la responsabilité en matière de véhicules automoteurs.

Seulement 18% pensent qu'il existe une forme d'omnium, c'est-à-dire les dommages matériels sur leur propre engin suite à une erreur de conduite qu'ils auraient commise, mais 32% pensent qu'il existe une assurance corporelle du conducteur, que ce soit pour les frais médicaux personnels ou pour les indemnités en cas d'incapacité de travail de plusieurs semaines.

Enfin, une légère majorité (56%) pense qu'il existe un contrat d'assurance couvrant les frais médicaux en tant que victime d'un accident de la route, situation habituellement couverte par l'assurance de la personne en tort ou le Fond Commun de Garantie Belge (F.C.G.B.).

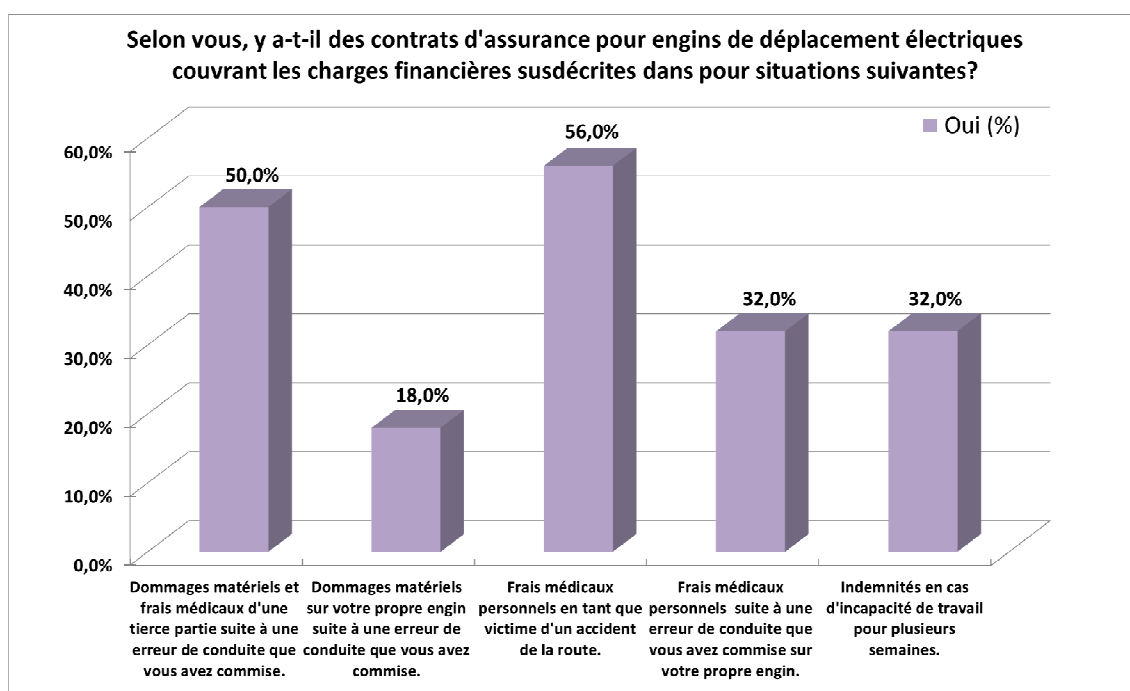


Figure 22 - Selon vous, y a-t-il des contrats d'assurance pour engins de déplacement électriques couvrant les charges financières sus-décrites dans pour situations suivantes ?

La seconde question (voir Figure 23) porte plus spécifiquement sur le cas d'un accident avec une tierce partie non identifiée, e.g. un délit de fuite. A la question « Est-ce qu'un organisme public couvrira vos frais médicaux dans une telle situation ? », la moitié des répondants ont répondu non, 26% oui, mais seulement partiellement et 24% oui, complètement.

Selon la Directive 2009/103/CE, le F.C.G.B. est sensé intervenir dans une telle situation, mais uniquement pour les dommages corporels afin d'éviter les abus. Parmi les répondants ayant répondu oui, une seule personne a correctement identifié cet organisme, 36% ont été incapable de citer l'organisme de remboursement, le reste a jugé que leur mutuelle couvrirait les frais médicaux.

Nous voyons ici une certaine méconnaissance du système d'assurance qui pourrait coûter aux utilisateurs d'engin de déplacement électrique des indemnités auxquelles ils ont normalement droit.

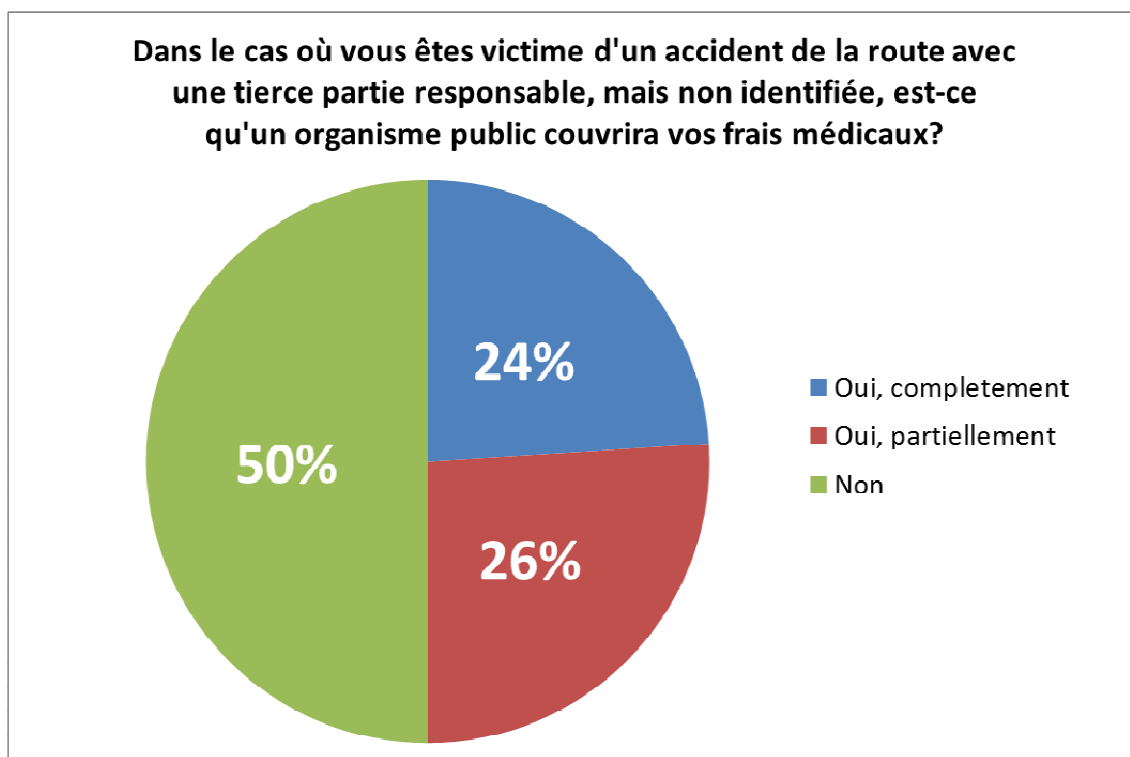


Figure 23 - Dans le cas où vous êtes victime d'un accident de la route avec une tierce partie responsable, mais non identifiée, est-ce qu'un organisme public couvrira vos frais médicaux ?

Dans le Tableau 10 sont reprises les réponses concernant le prix approprié estimé pour une série d'événements potentiellement couverts par une assurance. Les valeurs présentées sont celles retenues après exclusion des réponses aberrantes via un test de normalité.

Notons tout d'abord qu'une partie des répondants, entre 13 et 17% selon les situations, ne seraient pas prêts à payer pour les services cités et n'y souscriraient donc pas sauf s'ils étaient gratuits. De la même manière, entre 8 et 10% des répondants se sont vus incapables d'estimer un prix approprié pour les services demandés. La seconde colonne du Tableau 10 reprend le prix moyen des gens se disant prêts à payer pour les services proposés et exclut donc les deux cas particuliers sus-cités.

Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ?

	Prix moyen (€)	Prix moyen > 0 (€)	Pas intéressé (=0€) (%)	Ne sait pas (%)
Domages matériels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	48,57	58,29	14,89	8,51
Frais médicaux personnels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	44,86	53,83	14,89	8,51
Rapatriement et véhicule de remplacement en cas de panne.	28,50	35,21	17,02	8,51
Indemnités en cas d'incapacité de travail pour plusieurs semaines.	36,36	43,63	14,89	8,51
Vol	46,24	53,94	12,77	8,51

Tableau 10 - Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ? Prix moyen, pourcentage répondants pas intéressés et incapable de jauger le coût du service.

En moyenne, les gens estiment que l'omnium devrait côté environ 60€ par an et 55€ pour une assurance conducteur. Près de 15% des répondants ne seraient cependant pas prêt à payer pour de tels services. Les répondants étaient globalement moins intéressés par une assurance rapatriement en cas de panne, avec seulement 35€ de moyenne et un taux de personnes non intéressées de 17%. L'indemnité en cas d'incapacité de travail est estimée à 45€ par an avec un nombre de personnes intéressées similaire à celui de l'omnium. Enfin, les répondants se disent prêts à près de 55€ pour une assurance vol pour leur engin de déplacement.

Le Tableau 11 reprend les prix estimés pour chaque service et les divise en tranche de prix et le Tableau 12 reprend les percentiles 25, 50 et 75. Nous voyons dès lors que si les moyennes sont entre les 45 et 60€ euros, plus de la moitié des répondants ne serait pas prêts à payer plus de 25€ à l'année pour ces services. Les résultats sont donc influencés par une relative minorité de personnes étant prêts à payer entre 100€ et 300€, les quelques valeurs supérieures ayant été écartée par le test de normalité.

Il est à considérer que les prix donnés ne sont pas forcément indicatifs des prix pour les services cumulés. Nous ne pouvons donc pas affirmer que quelqu'un qui souhaiterait souscrire à une assurance rapatriement et contre le vol serait prêt à payer un total 100€ par an par exemple.

Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ?

	0 < Prix ≤ 25 (%)	25 < Prix ≤ 50 (%)	50 < Prix ≤ 100 (%)	100 < Prix (%)
Dommages matériels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	29,79	23,40	19,15	4,26
Frais médicaux personnels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	44,68	8,51	14,89	8,51
Rapatriement et véhicule de remplacement en cas de panne.	51,06	8,51	10,64	4,26
Indemnités en cas d'incapacité de travail pour plusieurs semaines.	55,32	2,13	12,77	6,38
Vol	46,81	8,51	14,89	8,51

Tableau 11 - Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ? Pourcentage des répondants par catégorie de prix.

Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ?

	Percentile 25 (€)	Percentile 50 (€)	Percentile 75 (€)
Dommages matériels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	5,00	25,00	53,33
Frais médicaux personnels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	10,00	20,00	66,67
Rapatriement et véhicule de remplacement en cas de panne.	5,00	10,00	30,00
Indemnités en cas d'incapacité de travail pour plusieurs semaines.	8,03	17,50	20,00
Vol	5,00	15,00	66,67

Tableau 12 - Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ? Percentiles 25, 50, 75

Enfin, le Tableau 13 reprend les réponses des participants concernant les assurances qu'ils ont déjà souscrites s'ils ont considéré que de tels produits existaient dans la question 1.

Les résultats semblent indiquer qu'environ un utilisateur sur deux a souscrit à une assurance corporelle du conducteur et un quart des participants dit avoir souscrit à une omnium. Cependant la moitié des répondants dit aussi avoir souscrit à une assurance pour leurs frais médicaux dans le cas où ils sont victimes d'un accident. Or, le F.C.G.B ou l'assurance de la partie en tort étant sensés couvrir ce cas précis, nous pouvons donc nous interroger sur la justesse des réponses données ici. Les analyser plus en détails nous semble dès lors peu pertinent puisque les répondants ne semblent pas savoir exactement quelles assurances ils ont.

Nous pouvons toutefois noter que presque 43% des répondants ne savent pas s'ils recevront des indemnités en cas d'incapacité de travail longue durée. Ce qui montre encore une fois une méconnaissance des assurances auxquelles les utilisateurs ont souscrit ou non.

Avez-vous déjà souscrit à une assurance couvrant les situations suivantes pour l'utilisation de votre engin de déplacement électrique ?

	Oui	Non	Je ne sais pas
Dommages matériel et frais médicaux d'une tierce partie suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	42,86%	28,57%	28,57%
Dommages matériels sur votre propre engin suite à une erreur de conduite que vous avez commise.	25,00%	50,00%	25,00%
Frais médicaux personnels en tant que victime d'un accident de la route.	50,00%	33,33%	16,67%
Frais médicaux personnels suite à une erreur de conduite que vous avez commise sur votre propre engin.	57,14%	28,57%	14,29%
Indemnités en cas d'incapacité de travail pour plusieurs semaines.	28,57%	28,57%	42,86%

Tableau 13 - Avez-vous déjà souscrit à une assurance couvrant les situations suivantes pour l'utilisation de votre engin de déplacement électrique ?

2.5.3 Discussion et conclusion

En conclusion, nous voyons que les répondants se sont montrés relativement mal informés des services disponibles et auxquels ils avaient souscrit. Seul 50% pensent qu'il existe une assurance RC automoteur pour les engins de déplacement électriques, et seulement 42% de ceux-ci pensent y avoir souscrits. Cela signifie que plus de 75% des répondants ne possédaient pas une assurance pourtant obligatoire selon la loi belge.

Les répondants étaient aussi mal informés sur les organismes publics couvrant leurs frais médicaux s'ils venaient à être victime d'un délit de fuite. Une seule personne a correctement identifié le F.C.G.B. comme l'organisme couvrant ce type de frais, et seulement 24% savent qu'ils seront couverts complètement.

Les services non-obligatoires d'assurance ont été estimés entre 35€ et 60€, mais une majorité des personnes ne souhaiterait pas dépenser plus de 25€ pour ces derniers. De manière globale, environ 15% des répondants ne désireraient pas payer pour les services proposés. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'ils jugent que ces services devraient être compris gratuitement dans une assurance globale ou qu'ils ne sont simplement pas intéressés. Le rapatriement et les indemnités d'invalidité semblent être les aspects qui concernent le moins les répondants puisque ce sont là les services qu'ils estiment les moins chers.

Enfin, les réponses à la question concernant les assurances auxquelles ils ont déjà souscrit renforcent l'idée que les répondants ont une mauvaise connaissance de leur propre couverture assurance. Parmi les personnes qui pensent qu'il existe un contrat assurance pour leurs frais médicaux pour le cas où ils sont victime d'un accident, la moitié est persuadée d'y avoir déjà souscrit alors que ces frais sont censés être couverts par l'assurance de la tierce partie ou par le F.C.G.B.

Ces réponses vont dans le sens des conclusions du rapport principal New Urban Mobility et renforcent la conclusion qu'il est important d'informer public et utilisateurs sur la législation en vigueur et sur comment s'y conformer.

3 PARTIE 2 : COURBE D'APPRENTISSAGE ET MANŒVRABILITÉ INHERENTE

3.1 Introduction

Contrairement aux véhicules des autres catégories définies par le code de la route, les engins de déplacement motorisés peuvent prendre des formes très variées et fonctionner selon des principes complètement différents. Chaque type d'engins a ses avantages et ses inconvénients en termes de manœuvrabilité et sera capable de passer plus ou moins facilement les obstacles qu'ils rencontreront sur leur trajet. De plus, tous les engins ne sont pas égaux quand il s'agit de temps d'apprentissage. Si certains peuvent être plus difficiles à contrôler au début, ils pourront peut-être se révéler plus stables et aptes à passer les obstacles une fois qu'ils seront maîtrisés. Inversement, d'autres engins pourront être faciles à prendre en main au début, mais être intrinsèquement plus limitants une fois maîtrisés.

Deux concepts complémentaires sont donc en jeu : la manœuvrabilité inhérente et la courbe d'apprentissage.

- La manœuvrabilité inhérente est le plafond que même les utilisateurs les plus chevronnés ne pourront pas dépasser.
- La courbe d'apprentissage est le niveau de contrôle en fonction du temps passé à s'entraîner.

Tous deux sont donc cruciaux pour la sécurité routière. La courbe d'apprentissage nous renseigne sur les risques pour les nouveaux conducteurs et la manœuvrabilité inhérente sur ceux pour les utilisateurs de longue date.

3.2 Méthodologie

Quatre groupes de participants ont pris part à cette étude. Les critères de sélection étaient d'être âgés de 18 à 28 ans et de n'avoir aucune expérience avec des engins de déplacement motorisés. Les engins testés étaient : planche électrique communément appelée hoverboard, gyropode compact type Segway™ modèle Ninebot Mini Pro, monoroue électrique modèle Kingsong KS16 et des trottinettes électriques modèle E-TWOW Booster. Les participants ont reçu une formation théorie et pratique d'une heure. La théorie avait pour objectif de connaître le fonctionnement de l'engin assigné et de rappeler les règles de sécurité à respecter lors de déplacement sur la chaussée. Le temps dédié à la pratique leur a ensuite permis de se familiariser avec l'appareil. En plus d'un engin de déplacement, un set complet de protections pour genoux, coudes et poignets, ainsi qu'un casque leur a été fourni pour toute la durée de l'étude avec comme consigne de les porter pour chaque sortie.

Une fois cet entraînement fini, les participants ont été évalués sur une série d'obstacles reproduisant des situations récurrentes sur la voie publique (voir Tableau 14). Leur temps et leur stabilité générale ont été mesurés et cotés. Les sept premiers obstacles ont été organisés sous la forme d'un parcours continu, les quatre derniers (dans la colonne de droite ci-dessous) ont été évalués séparément. Les participants ont ensuite noté leurs propres performances sur une échelle de 1 à 5.

Démarrage sur sol plat	Marche arrière*
Marche avant	Démarrage en pente
Slalom	Arrêt en pente
Demi-tour	Arrêt d'urgence**
Montée de chanfrein	
Descente de chanfrein	
Arrêt sur sol plat	

* Excepté trottinette électrique.

** Uniquement en semaine 1 et 4

Tableau 14 - Liste des obstacles groupés en série d'exercices

La fin de session est marquée par un retour des participants chez eux avec l'appareil assigné et ce pour une durée de quatre semaines pendant lesquelles ils devront suivre des consignes d'entraînement. Après 1 et 4 semaines (S1 et S4), les participants sont revenus et ont passé les obstacles une nouvelle fois pour noter leurs progrès. Enfin, pendant leur entraînement à domicile, les candidats ont eu pour consigne de noter quotidiennement leurs progrès et commentaires dans un livret qui leur a été fourni. La Figure 24 illustre le déroulement de l'expérience.

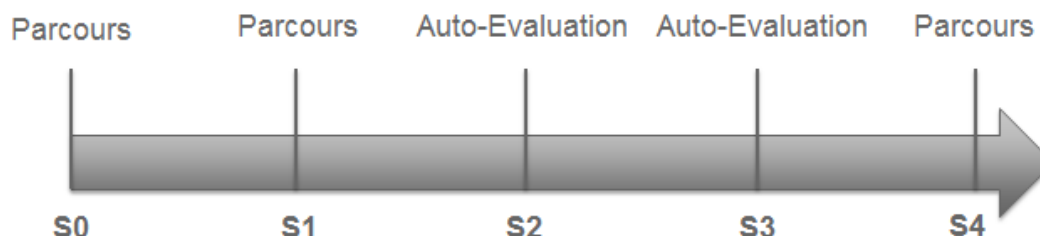


Figure 24 – Ligne du temps de l'expérience.

Il est à noter que le dernier exercice –l'arrêt d'urgence- n'a été ajouté qu'après une semaine d'entraînement individuel car nous avons jugé qu'il était trop propice à la chute après seulement une heure de pratique

3.3 Résultats

3.3.1 Parcours d'obstacles

Les Tableaux 15 à 26 reprennent les résultats moyens pour chaque obstacle en fonction de l'engin et de la semaine d'entraînement. Lorsque la mesure n'était pas une valeur chiffrée (temps, distance...), la moyenne a été faite sur le nombre de participants capables de passer l'obstacle. En plus d'une mesure pour chaque obstacle séparé, nous avons aussi relevé le temps total nécessaire pour passer les sept premiers obstacles. Les participants n'ont pas été informés de cette prise de donnée afin d'éviter que certains privilégient la vitesse à la stabilité et la sécurité.

Enfin, il faut noter que les participants qui ont utilisé les monoroues électriques, ainsi que certains en hoverboard, étaient pour la plupart incapables d'effectuer seul le parcours d'obstacle à la fin de l'heure d'entraînement. Celui-ci a donc été fait avec une aide extérieure, i.e. quelqu'un leur donnant la main, pour assurer leur équilibre. En conséquence, les performances des monoroues en S0 peuvent paraître trompeusement meilleures qu'en S1.

Les temps moyens pour le démarrage sur sol plat sont présentés dans le Tableau 15. Nous remarquons une nette diminution du temps nécessaire pour monter sur l'engin et démarrer ainsi qu'une stabilité accrue avec le temps et l'entraînement. Exception à cela, la trottinette, seul appareil ne fonctionnant pas sur un principe gyroscopique, pour qui les temps de démarrage tournent déjà autour de la seconde dès la S0. Si l'écart entre cette dernière et la monoroue et le gyropode est de plus d'une seconde en S0, celui-ci diminue à moins de 0,5s en S4. Par contre, la stabilité à la fois notée et autoévaluée pour la monoroue reste en deçà de celle des deux autres. Enfin, le hoverboard demande toujours un certain temps d'adaptation lorsque l'utilisateur monte dessus, même si l'entraînement permet de grandement diminuer ce temps.

Démarrage sur sol plat	Résultat – Temps (s)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	2,6	1,8	1,4	4,63	5,00	5,00	3,63	4,43	5,00
Monoroue électrique	1,7	2,3	1,2*	2,85	3,00	3,82	2,86	3,68	4,36
Hoverboard	4,8	3,1	2,7	3,67	4,00	4,83	4,25	4,50	4,92
Trottinette électrique	0,9	1,0	0,9	4,78	5,00	5,00	3,67	4,50	4,94

*Un temps de 16,68s a été exclu de la moyenne car aberrant avec les autres résultats

Tableau 15 – Résultats pour l'obstacle « Démarrage sur sol plat »

La marche avant est, avec le départ et l'arrêt sur sol plat, l'exercice le plus basique et d'une nécessité absolue pour pouvoir se déplacer avec n'importe quel véhicule. Comme nous le voyons dans le Tableau 16, cette étape a été rapidement maîtrisée par à peu près tous les participants, si ce n'est quelques utilisateurs de monoroue qui avaient encore des difficultés à rouler en ligne droite après une semaine d'entraînement seul. Les notes de stabilité nous montrent que la ligne droite reste parfois hasardeuse, même après quatre semaines, pour les monoroues, là où elle a été rapidement maîtrisée pour les autres types d'engins.

Marche avant	Résultat – Pourcentage réussite (%)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	100	100	100	4,88	5,00	5,00	3,6	4,29	5,00
Monoroue électrique	86	86	100	3,00	3,20	4,00	3,3	3,64	4,20
Hoverboard	100	100	100	4,00	4,43	5,00	4,2	4,33	4,83
Trottinette électrique	100	100	100	4,44	5,00	4,89	3,4	4,50	4,78

Tableau 16 – Résultats pour l'obstacle « Marche avant »

Le slalom est un des exercices les plus difficile parmi les obstacles étudiés. Il consiste en une série de trois cônes distancés de 1,5m chacun. Cet exercice a été volontairement prévu plus ardu qu'une situation similaire rencontrée sur la chaussée pour compenser l'absence de trafic et autres distractions. Ce dernier n'a cependant pas posé problème aux participants en trottinette et gyropode qui ont tous réussi à le passer dès la S0 comme illustré dans le Tableau 17. Le slalom est resté un obstacle très problématique pour la monoroue avec seulement la moitié des participants capables de le finir sans mettre le pied au sol ou perdre le contrôle de leur engin. De par son design, la monoroue devient plus facile à maîtriser à mesure que la vitesse augmente, les obstacles qui demandent de s'approcher à des vitesses plus faibles sont donc plus compliqués à passer.

Slalom	Résultat – Pourcentage réussite (%)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	100	100	100	4,50	4,43	4,71	3,13	4,29	4,86
Monoroue électrique	86	43	55	2,31	2,47	2,73	2,64	2,93	3,50
Hoverboard	100	71	86	3,33	4,29	4,67	3,75	3,67	4,33
Trottinette électrique	100	100	100	2,89	3,50	4,11	2,78	3,50	4,33

Tableau 17 - Résultats pour l'obstacle « Slalom »

Le **demi-tour** est un des obstacles les plus importants car le rayon de giration détermine la place qu'à besoin un usager de la route lorsqu'il change de direction. L'exercice a été fait autour d'un cône de 30 cm de côté qui est compté dans les valeurs du Tableau 18 car nous ne pouvons affirmer que les participants auraient été capables d'effectuer un virage plus serré autour d'un obstacle plus petit.

Nous voyons tout de suite que le gyropode est capable d'effectuer un demi-tour très serré et ce même avec peu d'entraînement. L'appareil étant capable d'effectuer un tour sur lui-même lorsqu'il est à l'arrêt, il n'est donc pas surprenant qu'il puisse prendre des virages serrés lorsqu'il est en mouvement. L'hoverboard est aussi capable d'effectuer un tour sur lui-même, mais il demande un temps d'apprentissage plus long, ce qui explique que les résultats ne se rejoignent qu'en S1.

La trottinette est limitée dans son rayon de giration de par la configuration de ses roues qui l'empêche de tourner de manière brusque sans perte d'équilibre. La trottinette est pensée comme un engin capable de parcourir facilement de longues distances mais pas forcément de se faufiler. Il est en effet plus facile de s'arrêter et de mettre un pied au sol pour tourner plutôt que d'essayer de prendre un virage serré avec le guidon. Gérer ses tournants demande donc de l'entraînement et de l'expérience.

Enfin, le changement de direction en monoroue demande un long entraînement afin d'apprendre à garder son équilibre. Il est aussi apparu durant les tests que certaines personnes avaient des difficultés à trouver une bonne position du corps dans les virages. Un entraînement en présence de quelqu'un plus expérimenté pourrait être bénéfique pour corriger ces défauts et grandement augmenter la vitesse d'apprentissage.

Demi-tour	Résultat – Rayon de giration (m)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	40	46	46	4,50	4,00	4,57	3,00	3,71	4,71
Monoroue électrique	166	200	139	2,31	2,79	2,91	2,89	3,00	3,68
Hoverboard	118	39	53	3,17	4,43	5,00	3,88	4,00	4,50
Trottinette électrique	144	122	134	2,78	3,67	4,22	2,72	3,50	4,00

Tableau 18 Résultats pour l'obstacle « Demi-tour »

La montée et descente de chanfrein, tel qu'une bordure de trottoir, a été simulée à l'aide de planches en bois de 2,5 à 5cm d'épaisseur. Il est apparu très rapidement que de par la taille de leurs roues, les hoverboards étaient incapables de passer des bordures de 5cm, ce qui rend difficile le passage de beaucoup d'obstacles de l'infrastructure routière. Les trottinettes rencontraient aussi ce problème, mais en bien moindre mesure car l'utilisateur a un guidon sur lequel il peut tirer pour aider la roue avant à passer les bordures.

A nouveau, les gyropodes et les trottinettes électriques n'ont pas rencontré de difficulté particulière à passer l'obstacle dès la S0 (voir Tableau 19 et Tableau 20), mais l'entraînement a rendu la tâche beaucoup plus aisée. Plus particulièrement, la montée de chanfrein était une source de perte d'équilibre à S0 quel que soit l'engin utilisé. Si cet obstacle a été vite maîtrisé par les participants en gyropode et trottinettes, le choc de la montée est resté un problème pour ceux en monoroue et hoverboard pour qui garder l'équilibre à tout moment restait un challenge.

Montée de chanfrein	Résultat – Pourcentage réussite (%)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	100	100	100	4,00	4,14	3,86	2,75	4,29	5,00
Monoroue électrique	86	57	71	2,42	3,57	4,00	2,79	3,54	4,18
Hoverboard*	38	43	86	1,00	2,29	2,83	2,14	3,40	4,00
Trottinette électrique	100	100	100	3,67	5,00	5,00	3,38	4,17	4,89

*Bordure de 2,5cm

Tableau 19 - Résultats pour l'obstacle « Montée de chanfrein »

Descente de chanfrein	Résultat – Pourcentage réussite (%)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	100	100	100	4,50	4,43	4,57	3,13	4,29	5,00
Monoroue électrique	86	57	71	2,58	3,86	4,27	3,00	3,86	4,18
Hoverboard*	50	57	86	2,75	4,29	4,33	2,43	3,83	4,67
Trottinette électrique	100	100	100	4,11	4,83	5,00	3,44	4,17	4,89

* Bordure de 2,5cm

Tableau 20 - Résultats pour l'obstacle « Descente de chanfrein »

Dernière étape du parcours d'obstacle continu, **l'arrêt sur sol plat avec pied au sol** et maîtrise de l'engin n'a pas spécialement posé de problème (Tableau 21). De nouveau la monoroue est l'appareil le moins évident à contrôler à cause de la perte de manœuvrabilité à faible vitesse mais les participants ont graduellement appris à descendre en toute sécurité de leur engin. Les testeurs de hoverboards ont quant à eux assez souvent pris un moment pour stabiliser leur engin avant de descendre lors de la S0 car ce dernier peut se montrer assez nerveux.

Arrêt sur sol plat	Résultat – Temps (s)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	1,4	1,4	1,1	4,88	5,00	4,67	3,38	4,43	5,00
Monoroue électrique	1,9	1,4	1,5	3,08	4,14	4,18	3,11	3,50	4,18
Hoverboard	2,6	1,1	1,4	3,50	4,43	5,00	3,88	4,33	4,83
Trottinette électrique	1,0	1,2	1,0	4,33	4,83	5,00	3,33	4,17	4,89

Tableau 21 - Résultats pour l'obstacle « Arrêt sur sol plat »

Nous pouvons constater une évolution des **temps moyens totaux** dans le Tableau 22. La diminution la plus marquée est celle pour les monoroues à conditions d'exclure certains résultats aberrants (candidats prenant plus d'une minute pour compléter le parcours, comparés aux autres qui ne prennent qu'une vingtaine de secondes). Ces outliers mettent toutefois en lumière que quatre semaines d'entraînement seul ne sont pas suffisantes pour que certaines personnes puissent contrôler leur appareil aussi bien que la moyenne. Encore une fois, les mérites d'une formation encadrée sont à considérer.

En moyenne, les temps en hoverboard restent plus élevés que pour les autres engins, restant autour des 30 secondes là où les autres appareils s'approchent plus des 20 –voire même 15- secondes. Ceci montre que si les hoverboards sont capables de passer la plupart des obstacles avec une stabilité acceptable, il est nécessaire de se comporter avec la plus grande diligence et de procéder doucement afin de garder l'engin sous contrôle.

Temps total	Résultat – Temps (s)		
	S0	S1	S4
Gyropode	28,8	22,2	20,0
Monoroue électrique	31,0	27,0	30,7 (18,7*)
Hoverboard	37,1	33,5	32,2
Trottinette électrique	21,2	19,2	15,8

*Moyenne excluant deux temps aberrant (>70s)

Tableau 22 – Temps total pour le passage des obstacle 1 à 7

La marche arrière est techniquement possible avec tous les engins étudiés utilisant un système gyroscopique. Par contre, la trottinette n'est pas prévue pour effectuer ce genre de mouvement. Les testeurs ont donc été dispensés de passer cet exercice. Cette manœuvre n'est que peu souvent indispensable en pratique, d'où le fait qu'elle n'ait pas été intégrée au parcours d'obstacles. Nous avons cependant jugé pertinent de la tester à part comme mesure de la maîtrise globale de l'engin dans tous ces mouvements possibles.

Nous voyons dans le Tableau 23 que la marche arrière reste un exercice difficile même avec de l'entraînement, mais se révèle tout particulièrement laborieux en monoroue. En effet, seul un participant a été capable d'effectuer une marche arrière sur une distance de 5m, alors que près de la moitié des testeurs s'en sont dit tout simplement incapables et n'ont pas essayé. De fait, la marche arrière est de loin l'exercice le plus difficile en monoroue et qui demande un haut niveau de maîtrise.

Les participants en gyropode et hoverboard ont aussi exprimé un inconfort à rouler en arrière, surtout pour corriger leur trajectoire avec les directions inversées, mais la majorité se sont montrés capables de garder leur équilibre malgré tout.

Marche arrière	Résultat – Pourcentage réussite (%)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	88	71	86	3,29	2,83	4,00	2,43	3,58	4,50
Monoroue électrique	7	7	7	0,71	1,35	1,45	0,81	1,07	1,50
Hoverboard	100	57	86	2,67	4,29	4,50	3,38	4,17	4,67
Trottinette électrique	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 23 - Résultats pour l'obstacle « Marche arrière »

Le démarrage et l'arrêt en pente ont été testés séparément du reste des exercices pour des questions de configuration. Les tests ont été effectués en extérieur, sur terrain privé dans une route en pente à 10%. Les mesures ont été prises pour un démarrage et un arrêt contrôlé en montée, sans l'aide d'infrastructure verticale.

En comparant les résultats des Tableau 24 et Tableau 25 avec ceux sur sol plat (Tableau 15 et Tableau 21), nous remarquons que le dénivelé n'a que peu d'influence sur les performances à partir de la S1. Seul l'hoverboard semble rencontrer des difficultés supplémentaires, avec des temps plus longs d'environ une seconde et une stabilité autoévaluée plus faible. Le dénivelé ressort donc un réel frein pour la maîtrise de la sensibilité de l'appareil à l'arrêt.

Démarrage en pente	Résultat – Temps (s)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	2,1	1,9	1,4	4,75	4,50	5,00	3,13	4,14	4,80
Monoroue électrique	2,9	1,8	1,7	2,46	3,42	3,56	2,79	3,46	4,17
Hoverboard	5,2	3,3	3,1	2,50	3,71	4,00	3,00	3,83	4,50
Trottinette électrique	1,0	1,3	1,2	4,50	4,67	4,67	3,06	3,83	4,44

Tableau 24 - Résultats pour l'obstacle « Démarrage en pente »

Arrêt en pente	Résultat – Temps (s)			Evaluation stabilité [1-5]			Autoévaluation stabilité [1-5]		
	S0	S1	S4	S0	S1	S4	S0	S1	S4
Gyropode	1,5	1,4	1,4	4,50	4,71	4,60	3,38	3,86	4,80
Monoroue électrique	2,3	2,3	1,4	2,85	4,31	4,44	2,82	3,54	4,28
Hoverboard	3,2	4,6	1,5	2,67	4,50	5,00	2,88	3,83	4,67
Trottinette électrique	1,3	1,2	1,4	4,25	4,67	4,67	2,94	4,00	4,33

Tableau 25 - Résultats pour l'obstacle « Arrêt en pente »

Enfin, le dernier test consistait en un **arrêt d'urgence contrôlé**. Les participants devaient rouler en ligne droite à une vitesse similaire à celle pratiquée sur la chaussée jusqu'à entendre un signal sonore émis à intervalle aléatoire, suite à quoi ils devaient s'arrêter le plus rapidement possible tout en gardant le contrôle. Nous avons mesuré leur vitesse initiale au moment du signal et leur distance de freinage afin de calculer leur décélération. En effet, la simple mesure de la distance de freinage n'est pas suffisante puisqu'il nous est impossible de fixer une vitesse de déplacement commune pour tous les participants. Cet exercice, jugé plus risqué en termes de chute, n'a pas été effectué en S0 pour des raisons de sécurité.

En se basant sur les résultats du Tableau 26, nous nous rendons compte que les testeurs d'engin à système gyroscopique ont déployé une décélération plus faible en S4 qu'en S1, cependant, ils ont aussi diminué leur vitesse moyenne et ont donc gardé une distance de freinage moyenne équivalente. Lorsque mis dans une situation où ils étaient conscients qu'ils allaient devoir effectuer un arrêt d'urgence, les participants ont donc préféré adapter leur vitesse pour assurer une plus grande stabilité.

Arrêt d'urgence	Résultat – décélération (m/s²)		Vitesse (m/s)		Distance (m)		Evaluation stabilité [1-5]		Autoévaluation on stabilité [1-5]	
	S1	S4	S1	S4	S1	S4	S1	S4	S1	S4
Gyropode	0,76	0,50	3,89	3,48	4,40	4,35	3,33	4,00	3,33	4,00
Monoroue électrique	0,62	0,57	4,00	3,54	4,12	4,33	3,26	3,69	3,26	3,69
Hoverboard	0,57	0,38	3,89	3,43	4,28	4,24	2,83	3,42	2,83	3,42
Trottinette électrique	0,46	0,69	3,71	3,31	4,24	4,13	3,33	4,50	3,33	4,50

Tableau 26 - Résultats pour l'obstacle « Arrêt d'urgence »

3.3.2 Conclusion

Le gyropode ressort comme un engin avec une prise en main facile et une très bonne stabilité après quelques jours d'entraînement. Ses performances en ce domaine s'approchent de ceux de la trottinette électrique. Toutefois, l'évaluateur a régulièrement coté la stabilité des participants plus généreusement que leur auto-évaluation. Ceci peut être dû à une certaine méconnaissance des capacités de l'engin de la part des participants qui les auraient amenés à sous-évaluer leurs performances, mais cela peut être aussi dû à l'absence de signes extérieurs qui conduirait l'évaluateur à surestimer la maîtrise que l'utilisateur a sur son engin. Cette hypothèse pourrait être intéressante à tester dans le futur car cette disparité pourrait être la

source d'erreur de jugement par les autres usagers de la route vis-à-vis des conducteurs d'engins de déplacement électriques.

La trottinette s'est avérée très facile à prendre en main et a donné de très bons résultats dès la S0. L'évolution s'est plus fait dans la vitesse d'exécution des exercices les plus compliqués et la bonne stabilité des utilisateurs en toute situation. Il ressort donc que les nouveaux utilisateurs semblent à même d'exploiter les pleines performances de la trottinette électrique très rapidement mais qu'un temps d'entraînement reste nécessaire pour la contrôler entièrement. Le slalom est cependant resté un obstacle plus difficile à passer et le rayon de giration du demi-tour est resté assez large à cause du design de la trottinette.

Les hoverboards ont montré des performances plus faibles, mais une stabilité correcte pour peu que l'utilisateur prenne le temps d'effectuer ses déplacements avec prudence. L'engin est toutefois limité dans les obstacles qu'il peut passer de par ses petites roues pleines. De plus, sa nervosité le rend plus prompt à la perte d'équilibre en cas d'inattention.

Enfin la monoroue électrique a été capable de très bons résultats lorsque maîtrisée, mais a une courbe d'apprentissage beaucoup plus faible que les autres engins étudiés. De par son design avec sa grande roue et sa chambre à air, la monoroue est la plus adaptée à passer les bordures et autres irrégularités de la chaussée, souvent source de perte d'équilibre. Cependant, la roue unique rend aussi l'appareil beaucoup moins stable à faible vitesse et il devient très difficile de prendre son temps pour contourner les obstacles sur le chemin.

Chez certains individus, l'apprentissage de ces concepts parfois contre-intuitif peuvent être grandement facilitée par une formation encadrée. Cette observation est vraie pour tous les engins étudiés, mais particulièrement pour les monoroues avec lesquelles il est plus compliqué de s'entraîner seul.

3.3.3 Débriefing et table de discussion

Suite aux expériences, nous avons organisé une série de tables de discussion avec les participants, monitorées par des experts en mobilité de l'IBSR. Le but était de collecter leur expérience et leur vécu pendant et dans les semaines qui ont suivi l'étude afin d'en savoir plus sur les problématiques qu'ils ont rencontrés mais aussi l'évolution de leurs habitudes de déplacement.

De manière globale, ils ont perçu les engins comme un outil positif et utile à leurs déplacements, soit remplaçant un trajet à pied ou en bus, soit en complément des transports en commun. La facilité de prise en main de la trottinette et du gyropode a été mise en avant comme parmi leurs points forts.

Au niveau des protections, beaucoup ont admis ne pas toujours les utiliser dans leur ensemble. Le casque était assez bien porté, mais les protège-poignets, coudes et genoux beaucoup moins. Les raisons invoquées sont le temps nécessaire pour les mettre et l'inconfort lors des déplacements.

Par contre, plusieurs limitations techniques ont été pointées du doigt :

- L'éclairage lumino-sensible, prévu pour économiser la batterie, n'est pas toujours fiable car les luminaires peuvent suffire à l'éteindre.
- La taille de l'engin, considéré comme un point positif en termes de transportabilité, pose cependant problème en termes de visibilité par les autres usagers.
- Les petites roues pleines des trottinettes posent aussi un risque lorsque la chaussée est mouillée car elles perdent alors très vite leur adhérence.
- Pour les engins gyroscopiques, il est difficile de freiner brusquement tout en gardant le contrôle. Il est donc très important d'essayer d'anticiper les dangers au maximum.
- Enfin, indiquer l'intention de tourner est parfois compliquée en absence de clignotant car lever le bras peut entraîner une perte d'équilibre en monoroue ou en trottinette.

Les participants jugent que les plus grands freins à l'essor des engins de déplacement électriques sont le prix et la méconnaissance du public. Pour eux, la réputation de « gadget uniquement pour les jeunes » est injuste et donnent pour preuve que beaucoup de membres de leurs familles et amis, même plus âgés, ont montré un intérêt pour l'appareil qu'ils testaient.

Le besoin de formation et d'information du grand public est selon eux un des grands challenges de cette nouvelle mobilité non seulement pour aider à leur démocratisation, mais aussi pour la sécurité de tous les usagers de la route.

- La difficulté de trouver leur place dans le trafic est un problème qui a été de nombreuses fois évoqué et plusieurs participants pensent que la méconnaissance des règles par le grand public en est une des raisons.
- Les participants étaient aussi peu au courant des lois en vigueur au-delà du code de la route, par exemple en ce qui concerne les assurances, et ont trouvé contre-intuitif que les engins de déplacement électriques soient considérés comme des engins automoteurs et non pas comme des cycles, même s'ils comprennent pourquoi.
- Parmi les personnes ayant testé les monoroues, plusieurs ont trouvé qu'une formation avec moniteur de 4-5h leurs aurait permis de se sentir plus à l'aise sur la route et de mieux contrôler leur appareil, car il peut être très difficile d'assurer son équilibre tout en observant la circulation.

Parmi les participants présents, deux ont décidé d'acheter une monoroue suite à l'étude. Plusieurs autres ont exprimé le désir d'acheter un engin de déplacement électrique, mais le prix est le principal frein à cela.

Au final, les participants présents pensent que malgré certaines adversités (méconnaissance du public, infrastructure parfois inadaptée/mal entretenue, limitations techniques...), les engins de déplacement électriques ont un réel potentiel d'apporter des solutions aux problèmes de mobilité que nous rencontrons en Belgique.

3.4 Conclusion

Ces tests et la discussion qui a suivi nous ont permis de mettre en lumière certaines limitations techniques mais aussi les avantages des engins de déplacement étudiés. Il ressort que, contrairement aux idées reçues, certains de ces appareils comme le gyropode et la trottinette peuvent être rapidement pris en main et donc facilement adoptés par l'utilisateur lambda, même si une formation courte est toujours jugée bénéfique. D'autres par contre, comme la monoroue électrique, demandent un suivi plus soutenu pour l'apprentissage des bases.

La qualité de l'infrastructure est un facteur de risque important, le risque de chute augmente fortement lorsque les bordures ne sont pas suffisamment chanfreinées ou si les nids-de-poule ne sont pas rebouchés régulièrement. Dans certains cas, cela rend même certaines parties de la voie publique inaccessibles sans s'arrêter (e.g. les hoverboards et les bordures trop hautes).

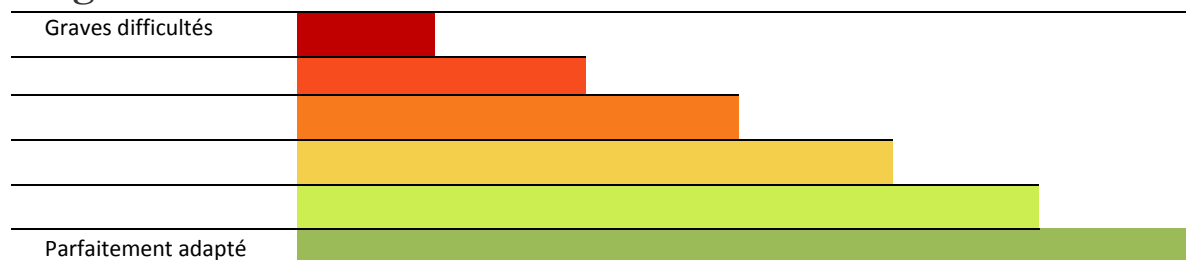
Les spécifications techniques sont aussi parfois trop limitées et mettent en danger l'utilisateur, que ce soit l'éclairage trop bas et lumino-sensible, l'absence de freinage d'urgence stable ou la difficulté d'indiquer un changement de direction. Ces inconvénients peuvent être éventuellement surmontés par du matériel complémentaire comme des lampes pour vêtements, mais il est alors nécessaire d'informer les utilisateurs de ces solutions.

A l'exception du passage de bordure pour les hoverboards, les engins étudiés sont tous techniquement capables d'effectuer les manœuvres et surmonter les obstacles rencontrés habituellement dans le trafic. Pour peu que l'utilisateur soit au courant de leurs capacités et se comporte en conséquence, ces engins ne sont pas intrinsèquement inadaptés à se déplacer sur la voie publique. Toutes ces informations ont été condensées sous une appréciation globale des grands aspects de la conduite repris dans les Figure 25 à Figure 28.

D'après les témoignages des participants, le plus grand danger à la sécurité vient plutôt de la méconnaissance du public envers ces nouveaux modes de déplacement. La sensibilisation et l'information, que ce soit au travers d'une documentation facilement accessible, mais aussi grâce à des campagnes sur le terrain pour donner l'opportunité aux gens de tester par eux-mêmes les engins, sont requises.

Toutes ces informations nous confortent dans l'idée que les engins de déplacement électriques pourront avoir un rôle à jouer pour triompher des défis de mobilité dans les années à venir. Cependant, il existe un réel besoin d'encadrement et d'accompagnement afin que ces derniers trouvent leur place sur la route en toute sécurité.

Légende



Gyropode

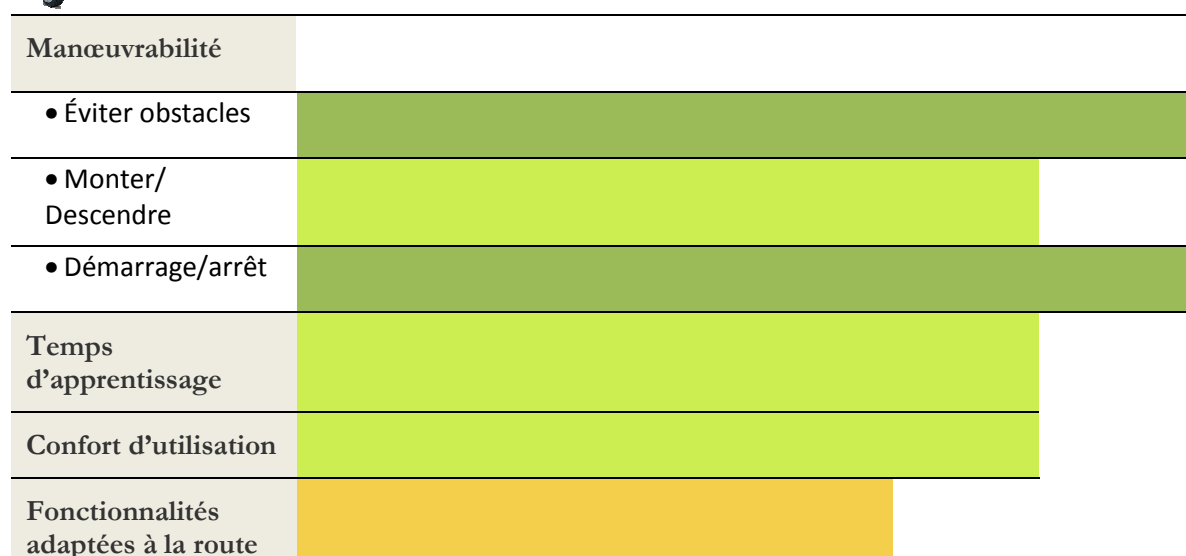


Figure 25 – Evaluation qualitative des performances du gyropode



Monoroue électrique

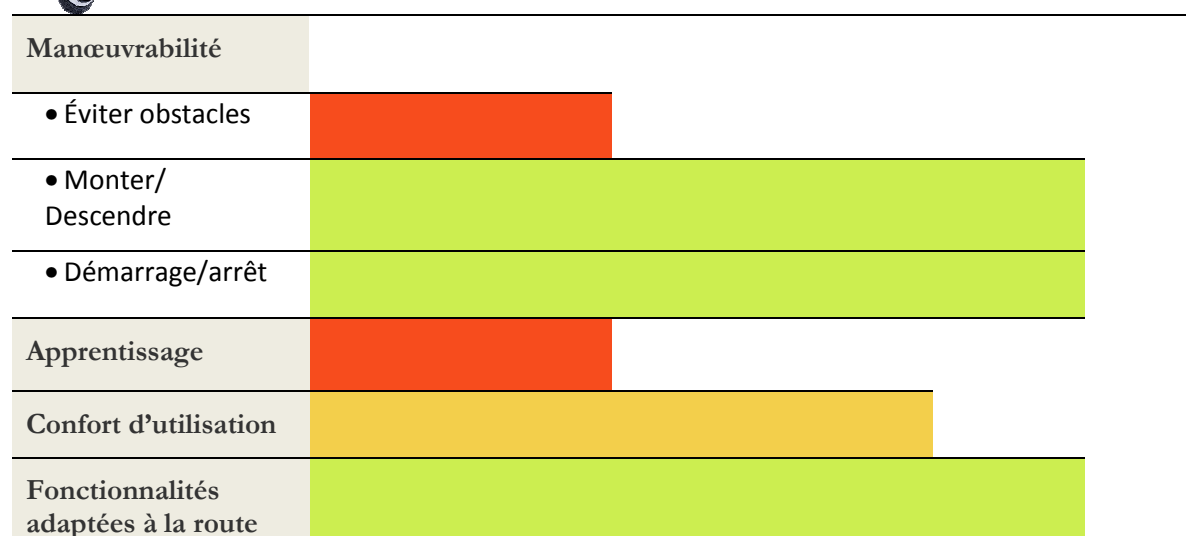


Figure 26 – Evaluation qualitative des performances de la monoroue électrique



Hoverboard

Manœuvrabilité	
• Éviter obstacles	
• Monter/ Descendre	
• Démarrage/arrêt	
Apprentissage	
Confort d'utilisation	
Fonctionnalités adaptées à la route	

Figure 27 – Evaluation qualitative des performances du hoverboard



Trottinette électrique

Manœuvrabilité	
• Éviter obstacles	
• Monter/ Descendre	
• Démarrage/arrêt	
Apprentissage	
Confort d'utilisation	
Fonctionnalités adaptées à la route	

Figure 28 – Evaluation qualitative des performances de la trottinette électrique

PARTIE 3 : CONNAISSANCE DES RÉGLEMENTATIONS ET PERCEPTION DES RISQUES PAR LES AUTRES USAGERS DE LA ROUTE

3.5 Introduction

Outre l'expérience des utilisateurs d'engins de déplacement électriques, qu'ils soient novices ou réguliers de longue date, il est important de prendre en compte les autres usagers de la route qui vont croiser leur chemin pour établir les risques encourus. Cette partie de l'étude vise à mieux cerner les connaissances du grand public concernant les réglementations en vigueur autour des engins de déplacement électriques ainsi que la perception des risques que ces derniers représentent.

3.6 Méthodologie

Au total, 1000 personnes de Belgique d'au moins 18 ans ont été interrogées au travers d'un questionnaire en ligne. Chaque participant voyait une photo ainsi qu'un petit film d'une dizaine de seconde d'un des engins étudiés choisi aléatoirement. Il leur était ensuite demandé de répondre à une quinzaine de questions reprises ci-dessous. A l'exception des deux premières questions qui étaient posées dans cet ordre spécifique, les douze autres questions étaient montrées dans un ordre aléatoire et sans catégorie.

- Catégorie 1 : 'Intérêt personnel'
 - 'Je connais cet engin'
 - 'Si oui, j'ai déjà testé cet engin'
 - 'Je possède déjà cet engin'
 - 'Je compte acheter cet engin dans les 6 prochains mois'
 - 'J'ai déjà pensé à acheter cet engin'
- Catégorie 2 : 'légitimité perçue de l'engin'
 - 'Cet engin est un gadget'
 - 'Cet engin est un réel moyen de transport'
 - 'Cet engin est victime d'un effet de mode'
- Catégorie 3 : 'danger ressenti'
 - 'Cet engin est dangereux'
 - 'Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise'
 - 'Cet engin doit être interdit sur la voie publique'
 - 'La vitesse de cet engin doit être réglementée'
- Catégorie 4 : 'avis sur la réglementation'
 - 'Cet engin doit rouler sur la piste cyclable'
 - 'Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas'
 - 'Cet engin doit rouler sur la chaussée'
 - 'Cet engin doit être assuré'

La catégorie 1 permet de déterminer l'intérêt que porte le répondant à l'engin qui lui a été présenté : le connaissait-il avant de le voir en photo ? L'a-t-il déjà testé et/ou acheté, ou a-t-il planifié de le faire ? Corréler ou non les connaissances et la perception que les répondants ont de ces engins à l'intérêt des (potentiels) utilisateurs est une donnée importante pour mieux informer le public. Cela nous permettra de mettre en lumière certaines idées fausses qu'auraient des personnes moins informées.

La catégorie 2 est axée sur la perception de l'engin en tant que moyen de déplacement à part entière. La légitimité perçue est un indicateur de pérennité et permet d'envisager les possibilités d'intégration de ces engins dans le paysage de la mobilité en Belgique.

La catégorie 3 se concentre sur le danger ressenti par les participants vis-à-vis de l'engin montré. Là encore, les réponses pourront être indicatives d'une réticence du public à utiliser ces moyens de

déplacement, mais elles pourront aussi mettre en lumière d'éventuels problèmes de cohabitation sur la chaussée entre usagers de la route.

Enfin, la catégorie 4 touche à la législation en vigueur et si l'avis du panel est analogue aux lois existantes en termes de vitesse et de position sur la chaussée. Les questions ont été formulées de manière à voir si, d'instinct, la réglementation correspond à ce que les usagers de la route pensent.

Si ce n'est pour les deux premières questions de la catégorie 1 qui étaient de simples Oui/Non, les autres ont été présentées avec un choix multiple avec cinq niveaux d'appréciation allant de « Pas d'accord », « Plutôt pas d'accord », « Neutre », « Plutôt d'accord » et « D'accord » ainsi qu'un « Ne sais pas ».

3.7 Résultats

L'engin présenté ayant été tiré au sort à chaque fois que le questionnaire était ouvert, le nombre de répondants pour chacun n'est donc pas strictement 250. Le Tableau 27 reprend le nombre exact de répondants pour chaque engin. Nous voyons que si la répartition n'est pas totalement parfaite, les disparités sont minimales et ne remettent pas en question la pertinence statistique des résultats.

Nombre de répondants	
Gyropode	262
Monoroue Electrique	251
Hoverboard	247
Trottinette électrique	240
Total	1000

Tableau 27 - Total répondants

Les Tableaux 30 à Tableau 33 en Annexe 2 comprennent les résultats des 1000 répondants pondérés en fonction de l'âge, le sexe et la région de Belgique. Ces résultats sont repris sous forme de graphiques et analysés plus en détails dans les sections suivantes. Pour des questions de visibilité, les réponses ont été regroupées en 3 groupes :

- Avis *Négatif*, qui comprend « Pas d'accord » et « Plutôt pas d'accord »
- Avis *Partagé*, qui comprend « Neutre » et « Ne sait pas »
- Avis *Positif*, qui comprend « Plutôt d'accord » et « D'accord »

3.7.1 Catégorie 1 : Intérêt personnel

Nous avons tout d'abord cherché à savoir à quel point les répondants étaient familiers avec les engins étudiés (voir Tableau 28). Comme nous l'avons dit précédemment, cette information-clé nous aidera à mettre en perspective d'autres réponses et déterminer si les premières impressions se confirment effectivement avec l'expérience.

Nous voyons tout d'abord que les gyropodes et les hoverboards sont bien connus du public, environ 95% des répondants disent en avoir déjà vu avant ce questionnaire. La même affirmation est soutenue par 7 personnes sur 10 lorsqu'elles visionnent un film avec une trottinette électrique. Par contre, seul 56% des répondants disent avoir déjà entendu parler des monoroues électriques. Si nous sommes loin de la méconnaissance totale, cela montre que les monoroues restent assez moins connues pour le moment.

	Gyropode		Monoroue électrique		Hoverboard		Trottinette électrique	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Connaissez-vous l'engin suivant ? (%)	93,4	6,6	55,7	44,3	95,7	4,3	68,7	31,3
Si oui, avez-vous déjà utilisé/testé cet engin ? (%)	5,9	94,1	0,5	99,5	3,4	96,6	10,5	89,5
Possédez-vous cet engin ? (%)	0,9	99,1	0	100	0,6	99,4	0,5	99,5

Tableau 28 – Familiarité avec l'engin présenté

Peu de gens ont eu l'occasion de tester l'engin qui leur a été présenté. La trottinette électrique, bien que moins connue que les hoverboards et gyropodes, a été l'appareil le plus testé avec environ 1 personne sur 10, contre 6% pour les gyropodes et 3,5% pour les hoverboards. Les monoroues sont ici très peu testées avec seulement moins d'1% des répondants en ayant déjà testé une. Les possesseurs d'engins de déplacement motorisés ne sont quasiment pas représentés dans cette partie de l'étude, constituant moins d'1% du total des répondants.

Il nous paraît important de pointer que ces chiffres sont uniquement valables pour la population *adulte* de Belgique. Les engins comme les hoverboards qui sont destinés à un public plus jeune sont peut-être plus représentés dans la catégorie d'âge « -18 ».

Nous pouvons aussi noter une différence assez marquée entre ces chiffres et la répartition des répondants de la partie 1. Pour le citoyen lambda, la monoroue est l'engin le moins connu et testé, mais la vaste majorité des participants à l'enquête de la partie 1 en était utilisateur. Ceci renforce les conclusions qu'il existe autour de cette dernière une communauté très active et concernée par sa sécurité.

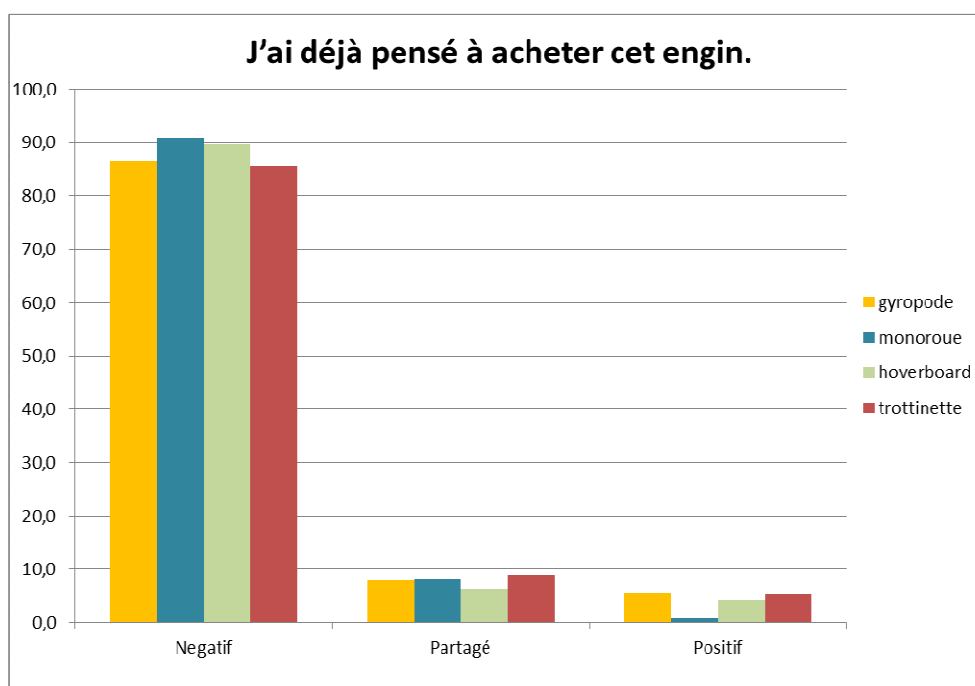


Figure 29 – J'ai déjà pensé à acheter cet engin.

A l'affirmation « J'ai déjà pensé à acheter cet engin », la très vaste majorité du panel a répondu par la négative (i.e. soit « Pas d'accord » ou « Plutôt pas d'accord ») comme montré en Figure 29. Ceci rend la question suivante concernant le souhait d'acquérir l'engin à court terme non-pertinente. La familiarité avec l'engin ne semble pas influencer cette décision, ce qui montre que le public reste pour le moment assez frileux à l'idée d'adopter ces engins comme nouvelle forme de mobilité.

3.7.2 Catégorie 2 : Légitimité perçue

Les questions de cette catégorie sont là pour nous aider à évaluer la légitimité et la pérennité que le public attribue à ces appareils. Ces données sont importantes pour prédire l'évolution des mœurs dans le futur et les comportements des autres usagers de la route.

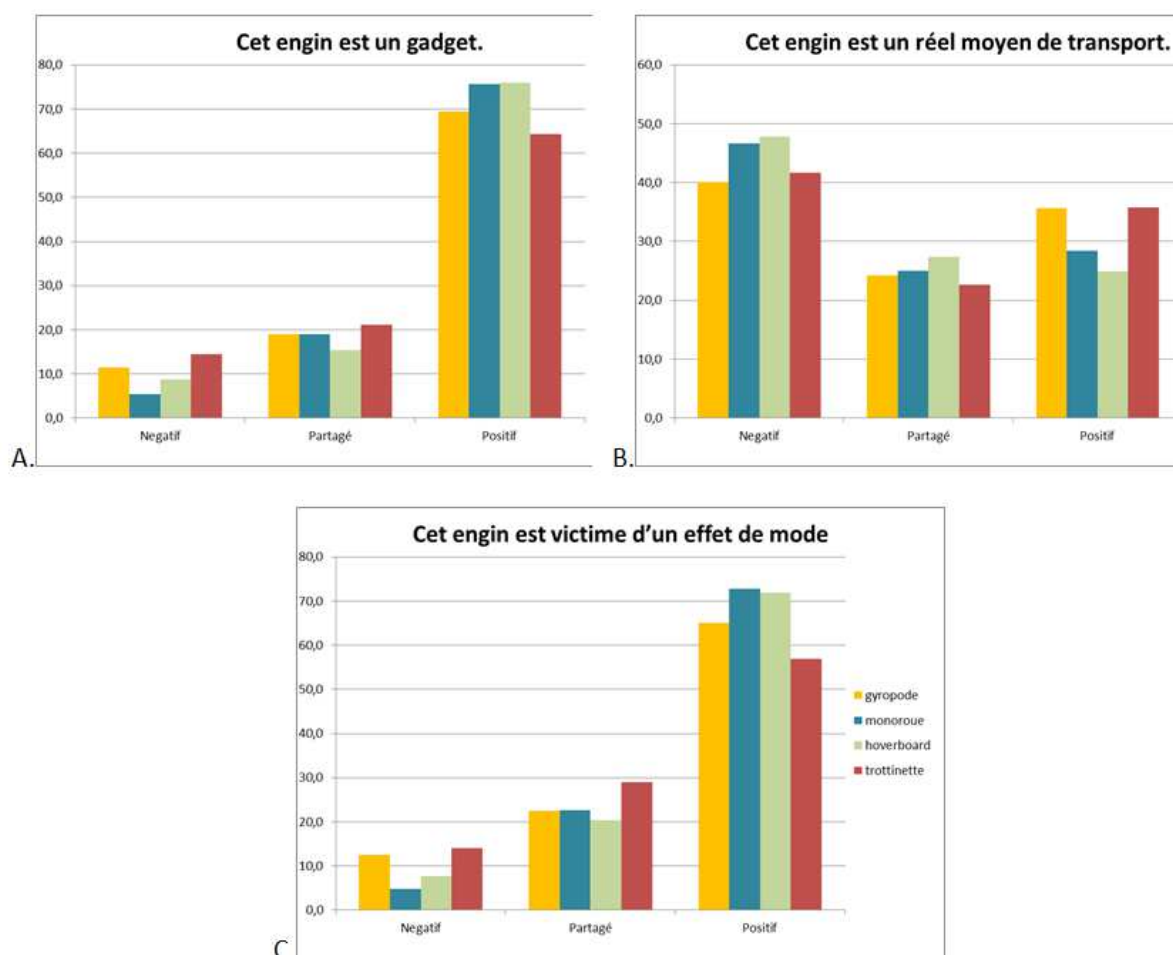


Figure 30 – Légitimité des engins de déplacement.

Les résultats illustrés dans la Figure ci-dessus nous montre que quel que soit le type d'engin, le panel estime majoritairement que ce sont des gadgets (entre 65 et 75%). Malgré ce jugement peu favorable, plus d'une personne sur 4 considère ces engins comme de réels moyens de transport. Environ un quart ne se prononce pas sur la question (ont répondu « Neutre » ou « Ne sait pas »), probablement lié au manque de connaissance sur l'objet. Une partie des répondants voit donc ces engins à la fois comme un réel moyen de se déplacer même si ces appareils restent anecdotiques à leurs yeux.

Au final, parmi les quatre appareils présentés, ceux qui ont le plus de légitimité auprès du public sont la trottinette électrique et le gyropode. Tous deux sont des engins qui existent sur le marché depuis déjà au moins 15 ans sous une forme ou une autre et ont eu le temps d'être acceptés. Malgré tout, leur réputation reste celle de curiosités plus que de réels moyens de se déplacer.

3.7.3 Catégorie 3 : Danger ressenti

Dans cette catégorie, nous avons regroupé une série de questions abordant la dangerosité perçue des engins de déplacement électriques, que ce soit pour l'utilisateur ou les autres usagers de la route. La perception des risques est, bien entendu, un facteur déterminant dans le domaine de la sécurité. Sur- ou sous-évaluer le danger peut conduire à des prises de décisions inadaptées qui augmentent de fait le risque d'accident.

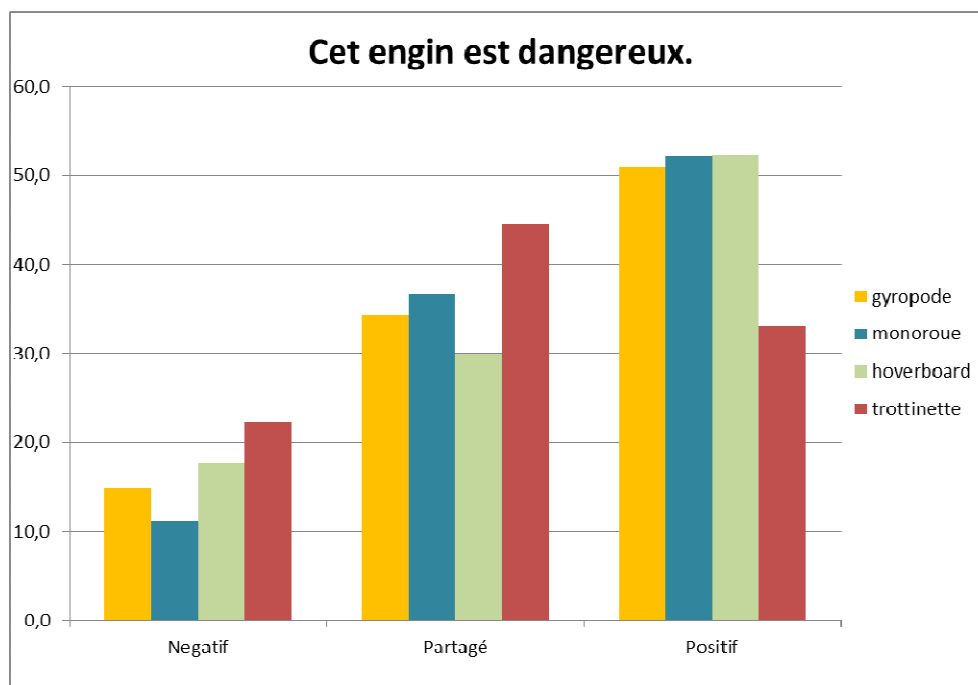


Figure 31 – Cet engin est dangereux

Les répondants ont une opinion assez partagée sur le danger que représentent ces engins (voir Figure 31). Si la trottinette est perçue comme la moins risquée avec « seulement » un tiers des répondants la trouvant dangereuse, plus d'une personne sur deux partage cet avis en ce qui concerne le reste des appareils. Il est à noter qu'entre 30 et 45% des répondants ont émis un avis partagé, ce qui montre qu'une partie importante du public ne connaît pas encore assez ces engins pour exprimer une opinion tranchée sur la question.

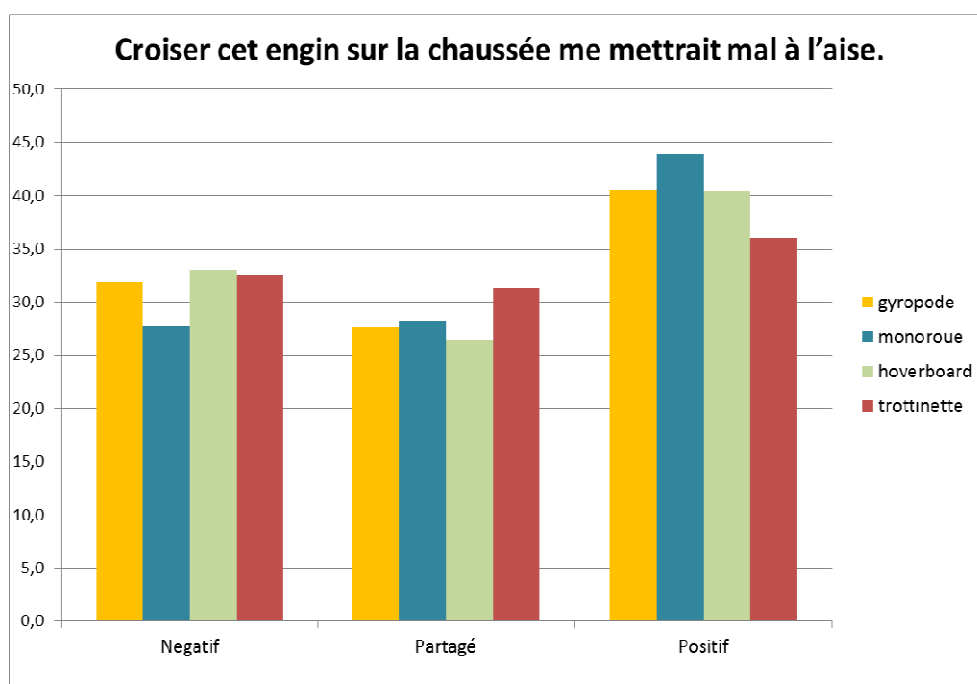


Figure 32 – Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise

Environ un tiers des répondants a exprimé un malaise à l'idée de croiser ces engins sur la route. La monoroue semble être celle la plus dérangeante pour le public, avec presque 45% des avis allant dans ce sens. Toutefois, l'opinion générale est très partagée, avec près de 30% des réponses allant dans le sens contraire.

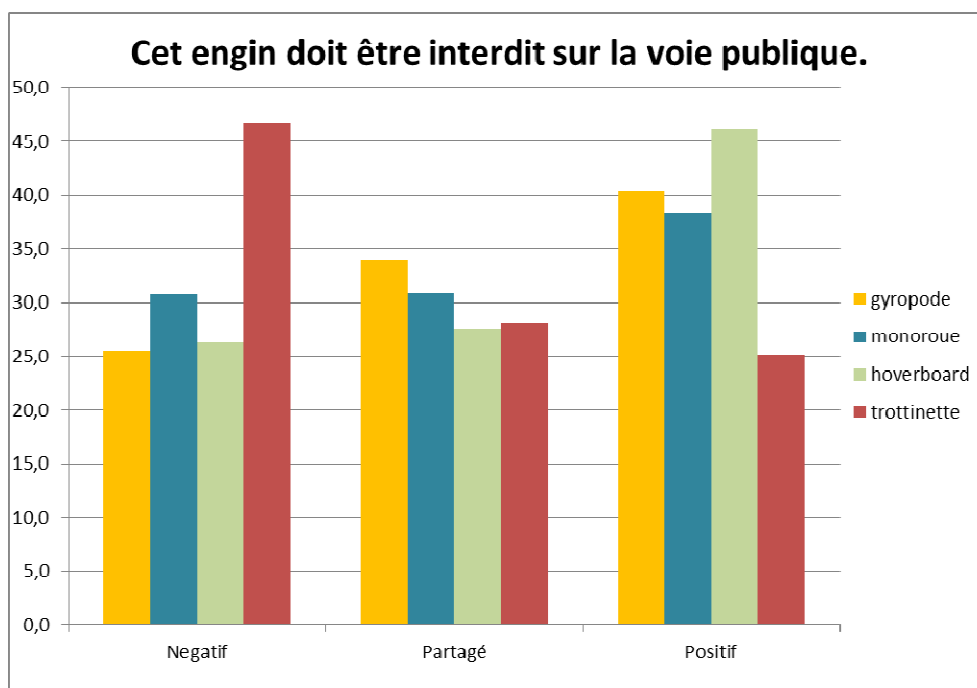


Figure 33 – Cet engin doit être interdit sur la voie publique.

Comme nous le voyons dans la Figure 33, la méfiance du panel est telle qu'un nombre important de personnes pense qu'il faudrait tout bonnement interdire ces engins de déplacement sur la voie publique. Seul un quart du panel souhaiterait que les trottinettes soient interdites sur la voie publique alors que 45% du panel approuve sa circulation. A contrario, près de 4 personnes sur 10 sont pour l'interdiction de circulation des autres engins sur la voie publique. Ces chiffres montent jusqu'à 45% pour les hoverboards. C'est donc une frange importante de la population qui juge que ces appareils n'ont tout bonnement pas leur place sur nos routes, malgré les avantages en termes de mobilité et de diminution de trafic qu'ils pourraient apporter.

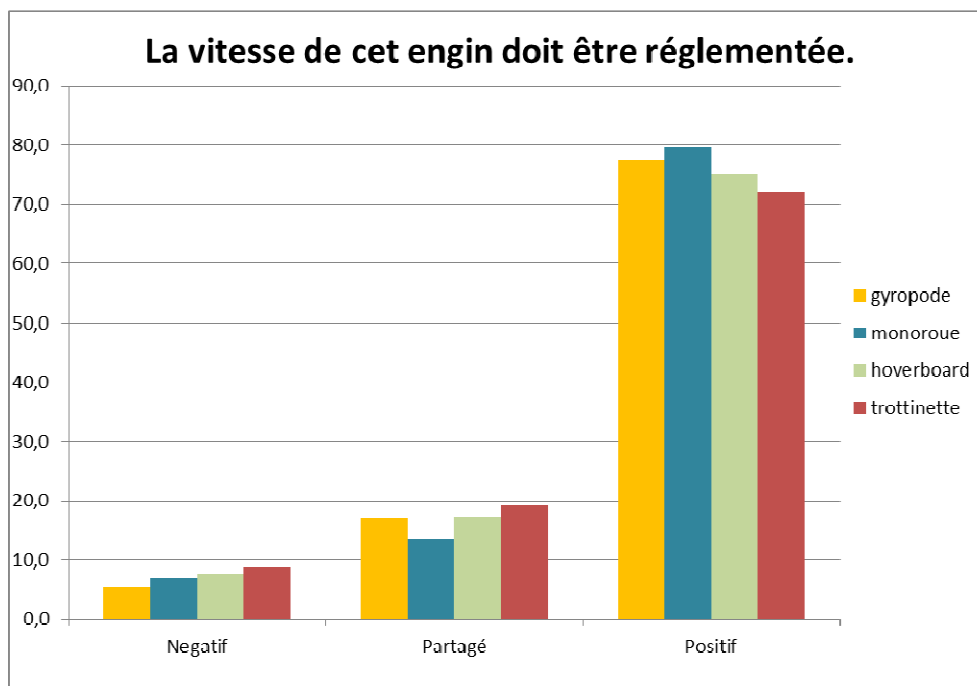


Figure 34 – La vitesse de cet engin doit être réglementée.

Enfin, les répondants s'accordent en majorité pour dire que la vitesse des engins de déplacement doit être réglementée. Moins de 10% des avis sont contre cette idée. Ceci veut dire que même les personnes qui sont pour que ces appareils continuent à être autorisés sur nos routes considèrent qu'il est important d'encadrer leur vitesse maximale.

Au final, les répondants ont exprimé une méfiance assez claire envers les engins présentés, les jugeant à la fois dangereux pour l'utilisateur et les autres usagers au point qu'il faut encadrer leur vitesse maximale (ce qui est déjà le cas actuellement), entre 25 et plus de 45% allant même jusqu'à vouloir les interdire complètement.

3.7.4 Catégorie 4 : Avis sur la réglementation

Cette dernière catégorie consiste en une série d'affirmations en lien avec les règles du code de la route encadrant les engins de déplacement électriques. Ces affirmations ont été posées de manière neutre, sans informer au préalable les répondants si elles correspondaient ou non à la réglementation en vigueur afin d'évaluer si, « en aveugle », les gens étaient d'accord ou non, avec cette dernière. La dernière question de la catégorie 3 allait déjà dans ce sens et aurait pu être reprise dans cette catégorie également.

Les trois premières affirmations se concentrent sur la place de ces appareils sur la voie publique. Sur la Figure 35A, nous voyons qu'entre 6 et 7 personnes sur 10 sont pour que ces engins roulent sur la piste cyclable et moins de 20% sont contre cette idée. De la même manière, les valeurs de la Figure 35C montrent que les répondants jugent dans les mêmes proportions que ces engins n'ont pas leur place parmi les voitures sur la chaussée. Ceci est à nouveau en adéquation avec le code de la route qui veut que ces véhicules suivent les règles des cyclistes, et donc roulent sur la piste cyclable, lorsqu'ils dépassent les 6km/h.

En deçà des 6km/h, ces engins sont autorisés à rouler sur le trottoir et suivre les mêmes règles que les piétons. Comme nous le voyons sur la Figure 35B, cette règle est moins bien acceptée que la précédente, avec des réponses positives oscillants entre 45 et 55%. Ceci rejoint les résultats de la Figure 32 qui montrait que plus d'un tiers des répondants se sentirait mal à l'aise s'il croisait ces engins sur la route.

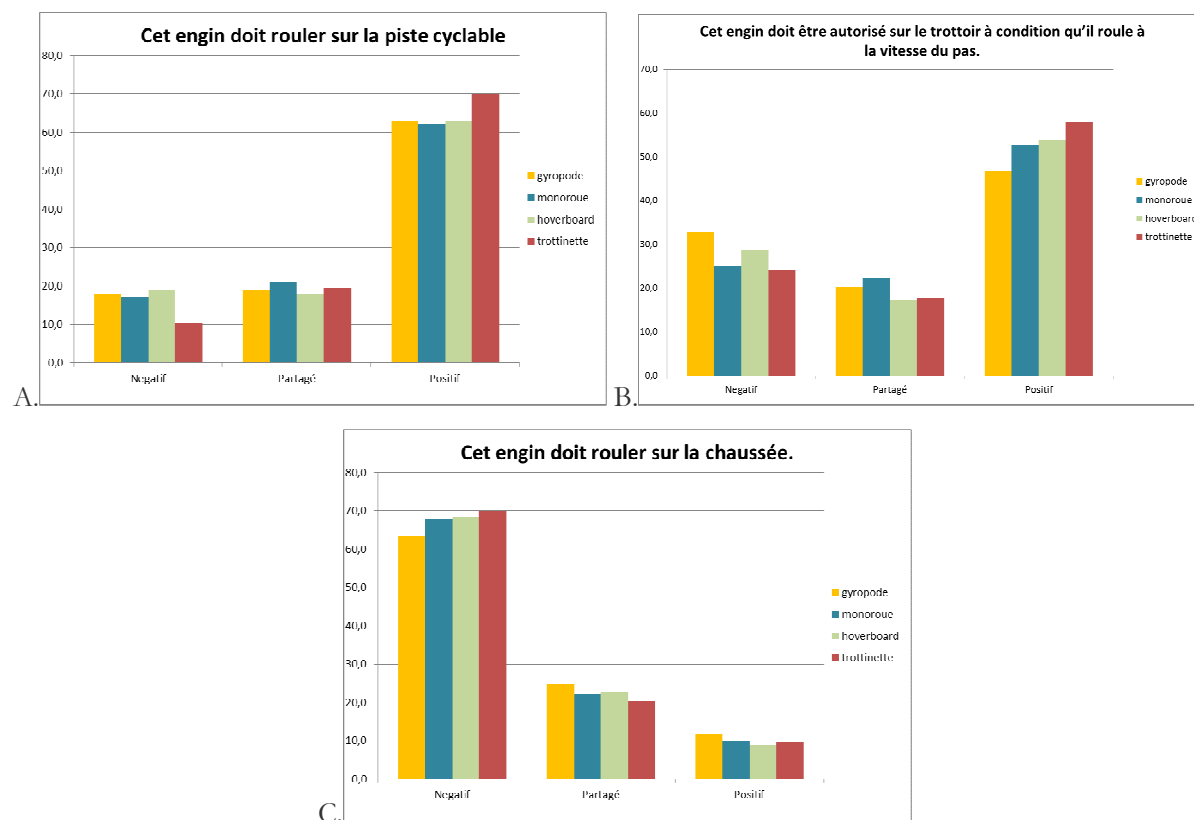


Figure 35 – Position de l'engin sur la chaussée.

La dernière affirmation couvre un point souvent ignoré de la législation. Les engins de déplacement électriques, avançant à la seule puissance de leur moteur, sont considérés comme des engins automoteurs et doivent donc être assurés comme tels. Si le panel a l'air d'être relativement d'accord avec la législation pour ce qui est des monoroues et des gyropodes, tous deux aux alentours des 60% d'avis positif, la question est moins évidente pour les hoverboards (51%) et trottinettes électriques (47%).

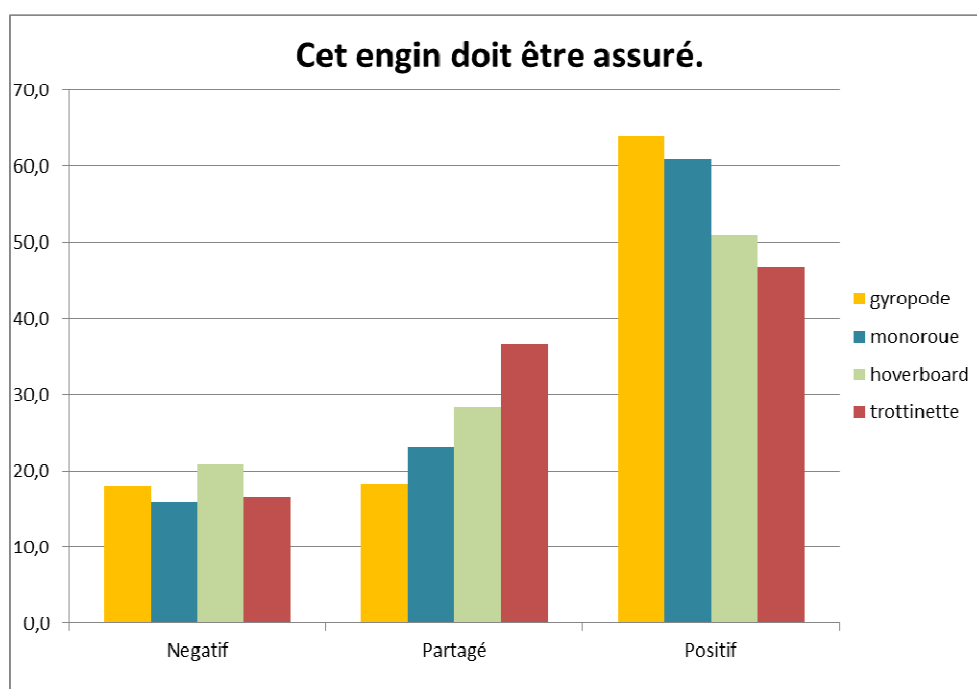


Figure 36 – Cet engin doit être assuré

En conclusion, les répondants étaient en majorité d'accord avec les questions relatives à la vitesse et place sur la voie publique, mais semblaient être moins informés sur la législation en matière d'assurances. Il nous paraît important de nous assurer que les personnes désirant adopter cette forme de mobilité soient renseignées sur ces impératifs légaux.

3.7.5 Corrélations entre catégories

Enfin, dans cette dernière section, nous avons recoupé les résultats de certaines affirmations afin de pousser la réflexion plus loin et interpréter plus en détail l'avis des répondants.

Face aux résultats obtenus, nous émettons l'hypothèse d'un lien entre la dangerosité perçue (Figure 31) et la volonté d'interdiction sur la voie publique (Figure 33). L'analyse statistique (r de Pearson) a en effet montré une très forte corrélation entre les réponses à ces deux affirmations (Tableau 29), signifiant que les gens considérant ces engins comme dangereux sont également ceux qui voudraient les interdire.

	Cet engin doit être interdit sur la voie publique.			
	Gyropode	Monoroue	Hoverboard	Trottinette
Cet engin est dangereux.	,408**	,462**	,436**	,419**

****.** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tableau 29 – Coefficient de corrélation de Pearson entre la dangerosité perçue et le désir d'interdire l'engin

Le Tableau 34 en Annexe 2 élargit le champ de réflexion en croisant les résultats des catégories 2 et 3. Nous voyons que les gens qui considèrent ces engins comme des gadgets ou comme un effet de mode sont plus enclins à les considérer comme dangereux et inappropriés pour la voie publique, là où les gens les voyant plus comme des formes légitimes d'outils de mobilité étaient plus confiants et prêts à partager la chaussée avec eux.

Sur les Figure 37 et Figure 38, les résultats montrent que les réponses diffèrent en fonction de la région et de l'âge des répondants. Bruxelles est le plus souvent la région la plus ouverte à ces nouvelles technologies, sauf pour ce qui est des hoverboards pour lesquels l'opinion y est fortement défavorable. Etant donné que ces derniers se retrouvent plus régulièrement en milieu urbain (voir Section 2 du rapport), il est normal que les Bruxellois se sentent plus concernés par les problèmes de sécurité que peuvent représenter les hoverboards.

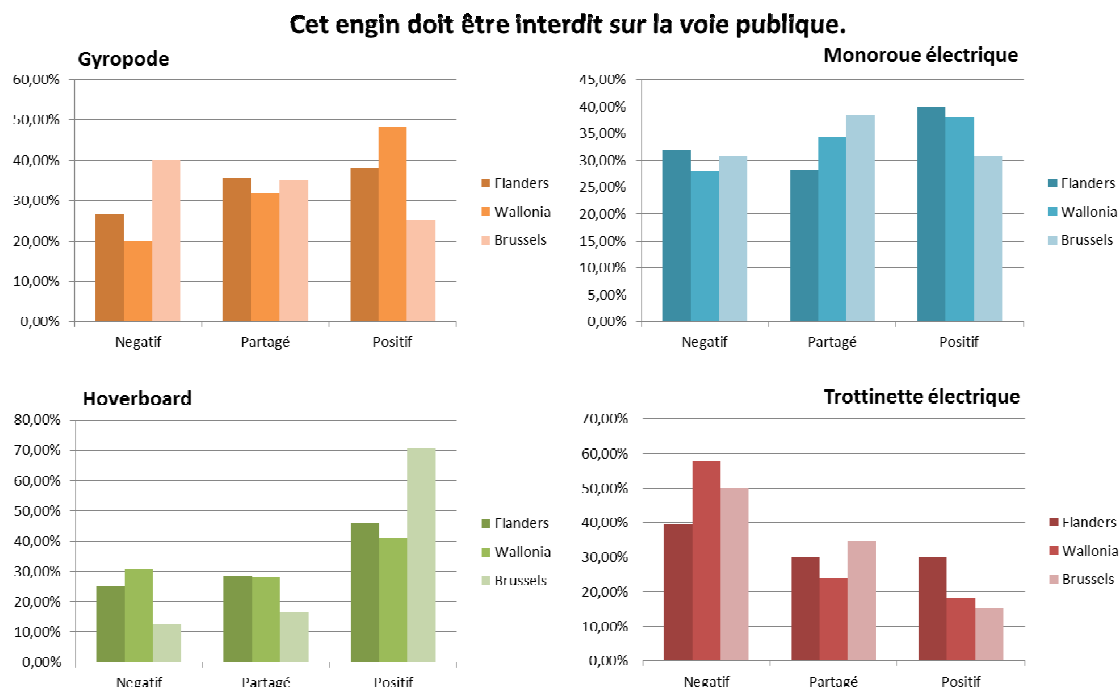


Figure 37 – Cet engin doit être interdit sur la voie publique. Réponses en fonction de la région

Les différences d'opinion entre la Wallonie et la Flandre sont moins notables. La première paraît plus réfractaire à la présence des gyropodes sur les routes, là où la seconde est plus contre les trottrinettes électriques que la Wallonie accepte plus volontiers.

L'âge apparaît aussi comme un facteur déterminant. Sur la Figure 38, nous voyons que les personnes plus jeunes, i.e. moins de 34, sont plutôt pour laisser ces engins sur la route tandis que les répondants les plus âgés expriment une opinion plus négative. L'exception à cela sont les hoverboards autour desquels les différentes tranches d'âge paraissent s'accorder.

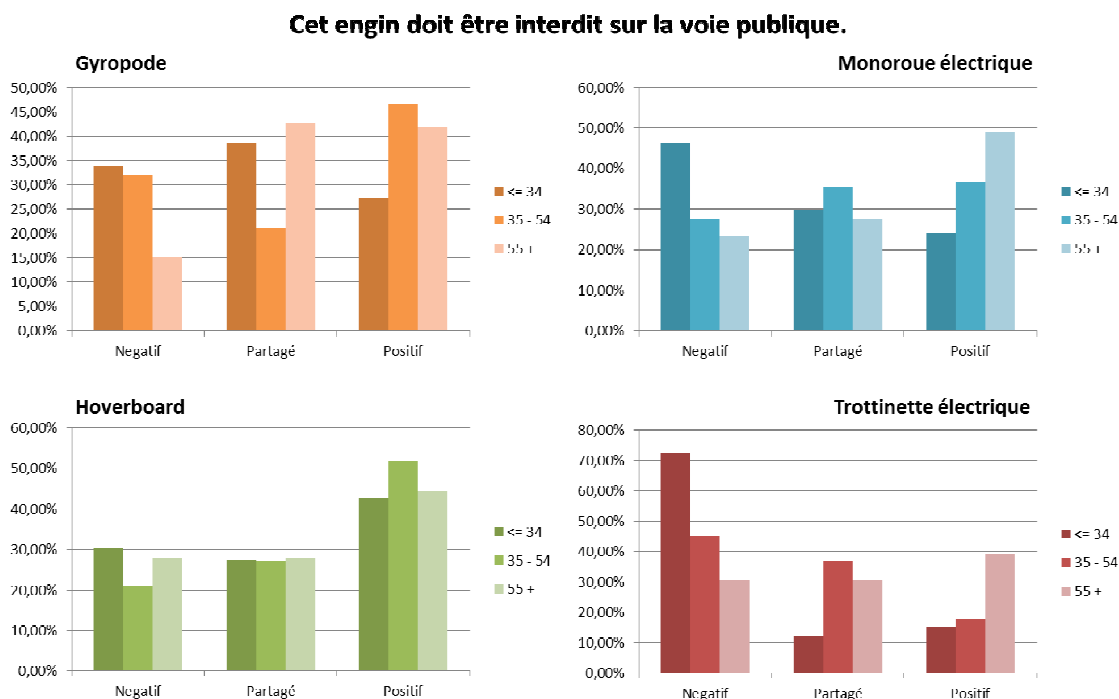


Figure 38 - Cet engin doit être interdit sur la voie publique. Réponses en fonction de l'âge

Une autre comparaison intéressante est de voir l'évolution des avis en fonction de la familiarité des répondants avec les engins. Toutefois, étant donné que le nombre de personnes connaissant et/ou ayant testé ces engins avant cette étude est assez faible, ces résultats doivent être pris de manière indicative.

Pour ce faire, nous avons étudié les réponses aux catégories 4 et 2 en fonction de celles de la catégorie 1. Les résultats sont reportés respectivement dans les Tableau 35 et Tableau 36 en Annexe 2. En moyenne les réponses des gens ayant déjà testé ces engins s'alignent plus avec le code de la route que celles des personnes ne les ayant jamais testés. Les différences les plus drastiques, comme celles pour la monoroue électrique, sont dues au faible nombre de personnes dans ces catégories. Les gens ayant testés les appareils sont les plus enclins à classer les gyropodes et les monoroues comme réel mode de transport, mais sont aussi les plus critiques envers les hoverboards, mais aussi envers les trottinettes avec 72% des personnes exprimant un avis négatif à cette question alors qu'ils ne sont que 22% à les considérer comme un effet de mode. Les monoroues ont une image plus légitime auprès des gens qui les ont déjà vues avant le questionnaire qu'auprès des gens qui les ont découverts durant. Ils restent cependant tout aussi nombreux à penser que ces appareils sont des gadgets.

3.8 Conclusion

En conclusion, nous voyons que le public reste assez hostile aux nouveaux engins de déplacement électriques. Peu de gens pensent les utiliser pour leur déplacement et ils ont une réputation d'être plus des gadgets plutôt qu'un réel moyen de déplacement. Cette opinion semble être influencée par la familiarité du public avec l'appareil, certains comme la monoroue gagnant en légitimité alors que d'autres comme les hoverboards, voire les trottinettes, en perdent.

Les gens sont assez d'accord avec les législations en place que ce soit en termes de place sur la chaussée, limitation de la vitesse et besoin d'assurance et cette opinion est le plus souvent renforcée lorsque le répondant connaît bien l'engin.

Certains points divisent particulièrement l'opinion publique. Outre l'image comme un réel mode de déplacement, ce sont surtout les risques que représentent ces engins pour la sécurité routière qui sont mis en avant. Il n'y a pas d'avis tranché sur la dangerosité de tel ou tel engin, l'inconfort qu'ils pourraient créer pour les autres usagers voire la nécessité de les interdire tout bonnement. Seule l'importance d'une réglementation sur les régimes de vitesse est largement approuvée. Les avis sont influencés par la région dans laquelle vivent les participants, et par leur âge. A l'exception des hoverboards qui obtiennent des

scores relativement similaires pour toutes les tranches d'âge, les personnes les plus âgées voient ces appareils plus négativement que les plus jeunes et sont par conséquent plus enclines à les faire interdire.

Les disparités en termes de perception du risque entre les gens qui considèrent ces appareils comme une réelle forme de nouvelle mobilité, et donc plus susceptibles de les utiliser, et ceux qui ne les considèrent que comme des gadgets représentent un réel risque pour la sécurité. **Nous pensons qu'il est donc important d'informer le public sur le comportement et les capacités réelles de ces engins afin de dissiper tous mauvais préjugés.** S'il ne nous appartient pas de décider de la place qu'ils vont prendre dans le futur, œuvrer pour que le public ait une vision cohérente du comportement des nouveaux engins de déplacement électriques ne peut être que bénéfique.

L'analyse complète des résultats croisés de ce questionnaire mériterait un nouveau rapport, complémentaire de cette première étude, avec d'autres résultats tenant compte par exemple des spécificités par tranche d'âge, surtout chez les plus jeunes (12-17, 18-24, 25-34).,

Etant donné que le public plus jeune est le plus ouvert à cette nouvelle manière de se déplacer, il est probable qu'elle va se développer dans les années à venir et que la vision du public va changer en conséquence. Etudier l'évolution des mœurs et s'assurer que ces appareils trouvent leur place sur nos routes est une mission importante pour le futur.

4 CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS

Au travers de cette étude, nous avons pu aborder la thématique des engins de déplacements électriques sous une multitude d'aspects et mieux définir les risques potentiels et challenges à surmonter. Si le domaine reste vaste et que d'autres études sont nécessaires pour affiner certains aspects, nous pouvons d'ores et déjà tirer des conclusions pour le futur.

Comme nous l'avons vu au travers de la partie 1 et de la discussion avec les testeurs de la partie 2, les engins de déplacement électriques ont un réel potentiel de devenir une forme de mobilité à part entière. A l'exception des hoverboards qui ont des difficultés à passer les bordures trop hautes, ces appareils sont techniquement capables de faire face aux obstacles rencontrés au quotidien sur nos routes et sont le plus souvent utilisés non pas comme un gadget, mais comme un vrai moyen de transport. Aux utilisateurs de ces engins de déplacement, et à tous ceux qui souhaiteraient en acquérir un dans un avenir proche, nous formulons les recommandations suivantes :

- Nous encourageons vivement **le port du casque et de protections aux poignets, coudes et genoux, surtout** pour les engins qui fonctionnent avec un principe gyroscopique, où la chute dans le sens de la marche est la plus fréquente. Le risque de chute est encore accru pendant la période d'apprentissage.
- Il est préférable **de s'entraîner à la maîtrise de l'engin dans un lieu sans trafic**, et dans la mesure du possible **accompagné**. S'entraîner à passer les obstacles couramment rencontrés sur la route est aussi très important. Si cela s'avère nécessaire, **s'inscrire à une formation de quelques heures** pour apprendre les bases est une bonne solution.
- Tout comme pour le vélo, **la veste fluorescente est vivement recommandée**, surtout la nuit ou lorsque la luminosité est faible. Le conducteur d'engin de déplacement est enjoint de **se munir d'éclairage complémentaire**, comme par exemple une lampe frontale, si les phares de son engin ne sont pas suffisamment efficaces.
- En vue de signaler sa présence notamment lors d'un dépassement, les utilisateurs devraient **se munir d'un dispositif sonore (style sonnette)** en l'absence d'un tel système déjà présent sur leur engin.

Une période d'apprentissage est souvent nécessaire durant laquelle l'utilisateur ne pourra pas exploiter son engin à son potentiel maximum, augmentant ainsi le risque de chute, voire d'accident. **Rendre la formation encadrée par des professionnels, plus accessible et disponible pourrait réduire efficacement cette période à risque.** De plus, de telles formations créent une porte d'entrée pour les nouveaux utilisateurs qui seraient peut-être réticents à investir dans un appareil qu'ils ne sont pas sûrs de pouvoir maîtriser. Pour le futur, il nous apparaît donc nécessaire de soutenir l'expansion de l'offre de formation aux particuliers, par exemple par **la création d'un contenu de cours normalisé pour les formateurs.**

Le confort ainsi que l'équilibre de ces engins est fortement lié au bon entretien des routes et au design de l'infrastructure. Si le gestionnaire de voirie souhaite favoriser la multimodalité au travers des engins de déplacement électrique, **il lui faudra penser son infrastructure en conséquence, par exemple avec des bordures chanfreinées, des profondeurs de rigole adaptées et un suivi des nids de poules sur la piste cyclable et le trottoir.** Une infrastructure de qualité favorisera l'émergence d'une mobilité douce et assurera le confort et la sécurité des utilisateurs.

Enfin, la source de danger principale reste très certainement la mauvaise connaissance de ces engins par le grand public. Les disparités entre les aprioris du public et la perception des utilisateurs les poussent à estimer le danger de manière complètement différente. Cette mauvaise appréciation du comportement de ces appareils augmente le risque d'accident. **Informar la population sur les véritables capacités des engins de déplacement électriques, par exemple en créant des opportunités de les tester dans un environnement sécurisé,** peut donc se révéler crucial dans la prévention des accidents. D'autres actions pourraient être entreprises pour légitimer ces modes de déplacement et informer tous les acteurs de terrain : veiller à ce que **les accidents avec ces engins soient clairement répertoriés dans les PV de la police**, ou encore **leur donner plus de visibilité lors du permis de conduire théorique.**

D'un autre côté, il ressort que les utilisateurs eux-mêmes ne sont pas toujours au courant de la législation les concernant. Les limitations de vitesse, la place sur la chaussée, l'éclairage, la nécessité d'avoir une assurance : tous ces aspects sont parfois méconnus des usagers, ce qui augmente le risque d'accidents et leurs conséquences. **Rendre l'information facilement accessible et compréhensible par tous** est donc aussi un point sur lequel il faut travailler. Une manière de procéder serait de regrouper en un lieu (par exemple **un site internet dédié, comme outil d'informations utiles**) :

- Les informations sur la réglementation.
- Les bonnes pratiques à adopter.
- Les nouvelles technologies qui arrivent sur le marché.

Une fiche d'information devrait aussi être disponible auprès des revendeurs.

Parallèlement, il est apparu que la législation actuelle peut aussi être améliorée. Assimiler les engins de déplacement électriques soit à des piétons, soit à des cycles, ne prend pas en compte les spécificités de ces derniers, par exemple en matière de protection corporelle. Le régime de vitesse particulier imposé par la loi est aussi apparu comme source de confusion et d'inconfort vis-à-vis des autres usagers. De surcroît, un nombre croissant d'engins avec des moteurs plus puissants tombent ainsi dans un flou juridique. Tous ces éléments indiquent que **certains amendements visant à rendre le code de la route plus cohérent et inclusif assureraient un meilleur encadrement de tous les types d'engin, quelle que soit leur puissance, une meilleure compréhension par tous les usagers et une sécurité accrue.**

De par sa définition, la catégorie des engins de déplacement motorisés regroupe des véhicules aux designs et capacités très hétérogènes. Un suivi des technologies et des nouveaux appareils arrivant sur le marché est donc indispensable. **Au besoin, le code de la route devra être adapté à la réalité du terrain** pour continuer à préserver l'équilibre entre assurer la sécurité de tous les usagers et préserver un marché accueillant pour l'innovation. Ceci pourrait mener à la création **de nouvelles catégories de véhicules**, mais aussi l'imposition **de nouveaux standards techniques** afin d'assurer une sécurité minimale quel que soit le design de l'engin.

Si les défis sont nombreux, aucun d'entre eux n'est pour autant insurmontable grâce à la collaboration des différents acteurs de terrain. Les progrès de la technologie nous apportant chaque jour des innovations, la thématique des nouveaux engins de déplacements électriques reste un sujet en constante évolution qu'il faudra suivre de près afin d'en tirer le maximum de bénéfices en termes de mobilité tout en veillant à assurer la sécurité de chacun.

ANNEXE 1: QUESTIONNAIRE PARTIE 1

1. Parmi les engins de déplacement suivants, lesquels utilisez-vous régulièrement, i.e. au moins une fois par semaine (sélectionnez toutes les réponses valables) ?

Pour chaque engin sélectionné :

2. Depuis quand utilisez-vous régulièrement votre engin de déplacement électrique ? *
3. Combien d'heures par semaine utilisez-vous votre engin de déplacement électrique ?
4. Pour quels types de déplacement utilisez-vous votre engin de déplacement électrique (sélectionnez toutes les réponses valides) ?
5. Combien d'heures par semaine utilisez-vous votre engin de déplacement électrique pour chaque type de déplacement vous faites régulièrement ?
6. En moyenne, de combien de personnes êtes-vous accompagné durant vos déplacements en engin de déplacement électrique ?
7. Dans quels types d'environnement vous déplacez-vous ?

Pendant que vous circuliez en en engin de déplacement électrique...

8. ... combien de presque accidents ou presque chutes avez-vous pendant ces 6 derniers mois ?
9. ... combien d'accidents impliquant au moins un autre usager de la route avez-vous eu pendant ces 6 derniers mois ?
10. ... combien d'accidents n'impliquant aucun autre usager de la route avez-vous eu pendant ces 6 derniers mois ?
11. ... combien de chutes (perte d'équilibre sans impact) avez-vous eu pendant ces 6 derniers mois ?
12. ... quel est l'accident ou chute la plus sévère que vous ayez-eu ?

Fin des questions communes

13. Age
14. Sexe
15. Pays de résidence
16. Combien a coûté votre engin de déplacement électrique ?
17. Selon vous, y a-t-il des contrats d'assurance pour engins de déplacement électriques couvrant les charges financières sus-décrites dans pour situations suivantes ?
18. Dans le cas où vous êtes victime d'un accident de la route avec une tierce partie responsable, mais non identifiée, est-ce qu'un organisme public couvrira vos frais médicaux ?
19. Selon vous, quel est le prix annuel approprié pour une assurance couvrant les situations suivantes ?
20. Avez-vous déjà souscrit à une assurance couvrant les situations suivantes pour l'utilisation de votre engin de déplacement électrique ?

ANNEXE 2: RÉSULTATS QUESTIONNAIRE PARTIE 3

À quel point êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ? (%)	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Ne sais pas
J'ai déjà pensé à acheter cet engin.	76,3	10,1	6,7	3,1	2,3	1,4
Je compte acheter cet engin dans les 6 prochains mois.	79,2	11,4	5,1	1,5	0,7	2,1
Cet engin est dangereux.	5,7	9,1	26,5	30,1	20,8	7,7
Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise.	15,7	16,2	24,5	22,4	18,2	3,1
La vitesse de cet engin doit être réglementée.	2,0	3,4	13,6	28,5	49,0	3,5
Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas.	17,3	15,7	15,2	23,8	23,0	5,1
Cet engin doit rouler sur la chaussée.	38,1	25,2	18,3	7,1	4,6	6,7
Cet engin doit rouler sur la piste cyclable	8,3	9,6	16,3	32,5	30,7	2,8
Cet engin est victime d'un effet de mode	5,4	7,1	19,0	33,7	31,4	3,4
Cet engin est un réel moyen de transport.	20,2	19,9	20,6	24,1	11,6	3,6
Cet engin est un gadget.	2,8	8,7	16,8	35,3	34,2	2,2
Cet engin doit être assuré.	8,4	9,6	11,5	29,2	34,6	6,7
Cet engin doit être interdit sur la voie publique.	12,4	13,2	31,1	19,7	20,8	2,9

Tableau 30 - Sondage partie 3 – Gyropode

À quel point êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ? (%)	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Ne sais pas
J'ai déjà pensé à acheter cet engin.	83,5	7,4	5,0	0,3	0,5	3,2
Je compte acheter cet engin dans les 6 prochains mois.	84,9	6,4	4,6	0,9	0,0	3,2
Cet engin est dangereux.	3,4	7,8	28,4	28,2	23,9	8,2
Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise.	9,8	17,9	23,7	19,9	24,0	4,6
La vitesse de cet engin doit être réglementée.	1,6	5,3	9,2	33,3	46,3	4,3
Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas.	14,7	10,4	15,2	34,7	17,9	7,1
Cet engin doit rouler sur la chaussée.	39,5	28,2	15,2	4,3	5,7	7,0
Cet engin doit rouler sur la piste cyclable	8,3	8,8	13,6	33,5	28,7	7,3
Cet engin est victime d'un effet de mode	2,2	2,6	17,0	34,5	38,2	5,6
Cet engin est un réel moyen de transport.	21,7	25,0	20,9	21,2	7,2	4,1
Cet engin est un gadget.	2,0	3,4	16,1	30,4	45,2	2,9
Cet engin doit être assuré.	6,5	9,4	16,3	26,4	34,5	7,0
Cet engin doit être interdit sur la voie publique.	8,3	22,4Ra	27,0	13,8	24,5	3,9

Tableau 31 - Sondage partie 3 – Monoroue électrique

À quel point êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ? (%)	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Ne sais pas
J'ai déjà pensé à acheter cet engin.	79,9	9,7	4	2,4	1,7	2,3
Je compte acheter cet engin dans les 6 prochains mois.	84,8	7,7	2,4	0	1	4,1
Cet engin est dangereux.	6,6	11,1	23,2	22,7	29,6	6,8
Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise.	17	16	21,1	23,9	16,6	5,4
La vitesse de cet engin doit être réglementée.	4,3	3,4	10,8	29,7	45,3	6,6
Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas.	16,3	12,5	11,6	29,8	24	5,8
Cet engin doit rouler sur la chaussée.	42,2	26,3	14,6	5,9	3,1	8
Cet engin doit rouler sur la piste cyclable	11,7	7,4	12,5	32,4	30,5	5,5
Cet engin est victime d'un effet de mode	2,8	5,0	16,1	30,0	41,9	4,2
Cet engin est un réel moyen de transport.	22,6	25,2	19,7	14,2	10,7	7,7
Cet engin est un gadget.	3,2	5,6	11,4	32,7	43,2	4
Cet engin doit être assuré.	8,4	12,5	17,8	22,6	28,2	10,6
Cet engin doit être interdit sur la voie publique.	12,9	13,4	22,1	15,6	30,6	5,5

Tableau 32 - Sondage partie 3 – Hoverboard

À quel point êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ? (%)	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Ne sais pas
J'ai déjà pensé à acheter cet engin.	72	13,7	5,6	2	3,2	3,4
Je compte acheter cet engin dans les 6 prochains mois.	76,5	10,1	5,4	0,3	0,3	7,3
Cet engin est dangereux.	4	18,3	36,6	21,1	12	8
Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise.	17,5	15,1	22,5	21,4	14,6	8,8
La vitesse de cet engin doit être réglementée.	2	6,7	14,2	26,4	45,7	5
Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas.	11,3	12,9	12	31,6	26,3	5,9
Cet engin doit rouler sur la chaussée.	34,2	35,7	12,6	3,8	5,7	8
Cet engin doit rouler sur la piste cyclable	5,2	5,3	13,1	29,2	40,8	6,5
Cet engin est victime d'un effet de mode	1,9	12,2	22,5	31,8	25,1	6,5
Cet engin est un réel moyen de transport.	18,1	23,6	17,4	25,2	10,6	5,2
Cet engin est un gadget.	1,5	13	16,6	31,3	33	4,5
Cet engin doit être assuré.	7,3	9,2	25,3	21,6	25,2	11,3
Cet engin doit être interdit sur la voie publique.	16,5	30,2	23,9	10,7	14,5	4,2

Tableau 33 - Sondage partie 3 – Trotinette électrique

	Cet engin est victime d'un effet de mode				Cet engin est un réel moyen de transport.				Cet engin est un gadget			
	Gyropode	Monoroue	Hoverboard	Trottinette	Gyropode	Monoroue	Hoverboard	Trottinette	Gyropode	Monoroue	Hoverboard	Trottinette
Cet engin est dangereux.	,312**	,323**	,450**	,494**	-,208**	-,121	-,040	-,010	,377**	,322**	,331**	,460**
Croiser cet engin sur la chaussée me mettrait mal à l'aise.	,351**	,242**	,238**	,383**	-,196**	-,174**	-,127*	-,169**	,343**	,314**	,155*	,413**
La vitesse de cet engin doit être réglementée.	,280**	,348**	,159*	,394**	-,108	-,029	,102	-,083	,335**	,214**	,175**	,372**
Cet engin doit être interdit sur la voie publique.	,364**	,261**	,172**	,451**	-,133*	-,144*	-,130*	-,108	,271**	,318**	,266**	,306**

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tableau 34 – Coefficient de corrélation de Pearson entre les questions de la catégorie 2 et catégorie 3.

		Gyropode			Monoroue Electrique			Hoverboard			Trottinette Electrique		
		Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et Testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et Testé
Cet engin doit rouler sur la piste cyclable	Oui	58,8%	63,5%	60,0%	53,2%	69,1%	100,0%	45,5%	63,2%	75,0%	64,0%	71,4%	82,4%
	Non	41,2%	36,5%	40,0%	46,8%	30,9%	0,0%	54,5%	36,8%	25,0%	36,0%	28,6%	17,6%
Cet engin doit être autorisé sur le trottoir à condition qu'il roule à la vitesse du pas	Oui	47,1%	46,1%	57,1%	52,3%	52,5%	100,0%	20,0%	55,9%	37,5%	60,0%	54,4%	82,4%
	Non	52,9%	53,9%	42,9%	47,7%	47,5%	0,0%	80,0%	44,1%	62,5%	40,0%	45,6%	17,6%
Cet engin doit rouler sur la chaussée	Oui	17,6%	11,7%	6,7%	12,6%	7,9%	0,0%	27,3%	8,7%	0,0%	6,7%	10,9%	11,1%
	Non	82,4%	88,3%	93,3%	87,4%	92,1%	100,0%	72,7%	91,3%	100,0%	93,3%	89,1%	88,9%

Tableau 35 – Avis des répondants sur les questions de la catégorie 4 en fonction de leur familiarité avec l'engin.

		Gyropode			Monoroue Electrique			Hoverboard			Trottinette Electrique		
		Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et Testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et testé	Jamais vu	Vu mais pas testé	Vu et Testé
Cet engin est victime d'un effet de mode.	Négatif	11,1%	13,0%	13,4%	2,7%	2,1%	0,0%	0,0%	8,4%	0,0%	1,3%	17,0%	27,8%
	Partagé	33,3%	21,3%	26,7%	29,4%	2,9%	100%	18,2%	20,6%	12,5%	36,8%	4,1%	50,0%
	Positif	55,5%	65,7%	60,0%	67,9%	35,0%	0,0%	81,9%	71,0%	87,5%	57,9%	23,1%	22,3%
Cet engin est un réel moyen de transport.	Négatif	47,4%	39,1%	46,2%	46,8%	47,1%	0,0%	36,4%	47,4%	75,0%	50,0%	33,3%	72,3%
	Partagé	42,1%	23,5%	15,4%	32,4%	18,8%	0,0%	36,4%	27,6%	12,5%	25,0%	22,4%	16,7%
	Positif	10,6%	37,4%	38,5%	20,7%	34,0%	100%	27,3%	25,0%	12,5%	25,0%	44,2%	11,1%
Cet engin est un gadget.	Négatif	16,7%	11,7%	6,7%	3,6%	7,2%	0,0%	0,0%	9,6%	0,0%	5,3%	19,6%	11,2%
	Partagé	27,8%	18,7%	13,3%	21,5%	16,5%	100%	36,4%	14,9%	0,0%	18,6%	23,0%	16,7%
	Positif	55,5%	69,6%	80,0%	75,0%	76,3%	0,0%	63,7%	75,4%	100%	76,0%	57,5%	72,2%

Tableau 36 – Avis des répondants sur les questions de la catégorie 2 en fonction de leur familiarité avec l'engin.