



Rapport nr. 2023-R-18-FR

Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents impliquant une trottinette électrique



FEDERALE OVERHEIDSDIENST
MOBILITEIT EN VERVOER

Numéro de rapport	R-2023-R-18-FR
Dépôt légal	D/2023/0779/40
Client	Service Public Fédéral Mobilité et Transports
Date de publication	1/07/2023
Auteur(s)	Nathan De Vos, Freya Sloomans, Nathalie Moreau
Relecteur(s)	Éric Troniseck (Police Fédérale)
Éditeur responsable	Karin Genoe

Les vues ou opinions exprimées dans ce rapport ne sont pas nécessairement celles du client.

La reproduction des informations de ce rapport est autorisée à condition que la source soit explicitement mentionnée : Nom de famille, P., & Nom de famille, P. (2023). Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents impliquant une trottinette électrique, Bruxelles: Vias institute

Dit rapport is eveneens beschikbaar in het Nederlands.

Inhoud

Liste des tableaux et figures		4
Résumé		6
1	Introduction	8
2	Contexte	9
2.1	Réglementation en Belgique	9
2.2	Chiffres-clés et étude préliminaire sur les trottinettes électriques	11
2.2.1	Nombre d'accidents et de victimes	11
2.2.2	Opposants	12
2.2.3	Caractéristiques des victimes	13
2.2.4	Caractéristiques des accidents	13
3	Méthodologie	16
4	Résultats	18
4.1	Caractéristiques des accidents impliquant une trottinette électrique	18
4.1.1	Moments et circonstances	18
4.1.2	Caractéristiques du déplacement et de la collision	18
4.1.3	Caractéristiques de l'infrastructure	20
4.1.4	Caractéristiques des véhicules et des usagers impliqués	22
4.2	Facteurs des accidents impliquant des trottinettes électriques	23
4.3	Profil d'accidents fréquents et leurs caractéristiques	26
4.3.1	Introduction	26
4.3.2	Profil 1 : Accidents unilatéraux	27
4.3.3	Profil 2 : Accidents aux croisements	30
4.3.4	Profil 3. Une trottinette génère une situation dangereuse en traversant un passage pour piéton avec suspicion de vitesse excessive (11 accidents)	35
4.3.5	Profil 4. Collision entre une trottinette et un autre usager faible (9 accidents)	36
4.3.6	Profil 5. Collision entre une trottinette et la portière ouverte d'un véhicule garé / une personne entrant dans un véhicule garé (4 accidents)	38
4.3.7	Profil 6. Un véhicule rejoignant ou quittant un emplacement de parking percute une trottinette (6 accidents)	39
4.3.8	Profil 7. Une trottinette est frôlée latéralement par un autre véhicule qui la double (5 accidents)	40
4.3.9	Profil 8. Collision frontale entre une trottinette et un autre véhicule dans un sens unique limité(3 accidents)	42
4.3.10	Synthèse des profils	44
5	Discussions et recommandations	46
5.1	Points forts, limitations et recherches futures	46
5.2	Contre-mesures	46
5.2.1	Changement de la Loi de 2022	46
5.2.2	Recommandations	48
Références		52

Liste des tableaux et figures

Tableau 1. Aperçu du cadre légal concernant les trottinettes électriques.....	9
Tableau 2. Évolution du nombre d'accidents corporels impliquant au moins une trottinette électrique, et du nombre de décès 30 jours, de blessés et de victimes impliqués dans ces accidents, 2019-2021..	
Source : Statbel (Direction Générale Statistiques - Statistics Belgium)	11
Tableau 3. Mouvement des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés	19
Tableau 4. Caractéristiques de l'infrastructure cycliste et piétonne	21
Tableau 5. Responsabilité légale de l'accident	23
Tableau 6. Possibilité de prévenir l'accident	24
Tableau 7. Causes d'accidents attribuées aux utilisateurs de trottinette électrique et à leurs opposants	25
Tableau 8. Aperçu des profils d'accident impliquant une trottinette électrique les plus fréquents, parmi notre échantillon analysé.....	26
Tableau 9. Facteurs d'accident pour le profil 1A	28
Tableau 10. Facteurs d'accident pour le profil 1B	29
Tableau 11. Facteurs d'accident pour le profil 2A	31
Tableau 12. Facteurs d'accident pour le profil 2B	33
Tableau 13. Facteurs d'accident pour le profil 2C	34
Tableau 14. Facteurs d'accident pour le profil 3	36
Tableau 15. Facteurs d'accident pour le profil 4	37
Tableau 16. Facteurs d'accident pour le profil 5	39
Tableau 17. Facteurs d'accident pour le profil 6	40
Tableau 18. Facteurs d'accident pour le profil 7	41
Tableau 19. Facteurs d'accident pour le profil 8	43
Figure 1. Pourcentage d'accidents avec lésion impliquant trottinettes, cyclistes (tous) et cyclistes (électrique) en fonction du type d'opposant (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium).....	12
Figure 2. Pourcentage d'accidents avec lésion en fonction de la localisation (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium).....	13
Figure 3. Nombre d'accident avec lésion impliquant une trottinette par province (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)	14
Figure 4. Pourcentage d'accident en fonction du type d'utilisateurs et du moment de la semaine (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)	14
Figure 5. Pourcentage d'accidents avec lésion en fonction du type d'utilisateur et des circonstances aggravantes/constatations faite par la Police (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)	15
Figure 6. Répartition des accidents analysés en fonction des mois de l'année.....	18
Figure 7. Raisons du déplacement des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés ...	18
Figure 8. Dynamique des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés	19
Figure 9. Types de collisions enregistrées dans les accidents analysés	20
Figure 10. Type d'intersection où se sont produits les accidents analysés	21
Figure 11. Opposants aux utilisateurs de trottinette électrique dans les accidents analysés	22
Figure 12. Gravité des blessures des personnes impliquées dans les accidents analysés	23
Figure 13. Répartition des différentes catégories d'âge des personnes impliquées dans les accidents analysés	23
Figure 14. Répartition des fautes fonctionnelles	24
Figure 15. Illustration du profil d'accident 1A	27
Figure 16. Illustration du profil d'accident 1B	29
Figure 17. Illustration du profil d'accident 2A	30
Figure 18. Illustration du profil d'accident 2A	32
Figure 19. Illustration pour le profil d'accident 2C.....	34
Figure 20. Illustration du profil d'accident 3	35
Figure 21. Illustration pour le profil d'accident 4.....	36
Figure 22. Illustration pour le profil d'accident 5.....	38
Figure 23. Illustration pour le profil d'accident 6.....	39
Figure 24. Illustration pour le profil d'accident 7.....	41

Figure 25. Illustration pour le profil d'accident 8..... 42

Résumé

Les trottinettes électriques sont un moyen de transport récemment arrivé dans notre pays, en partie par l'impulsion des compagnies de trottinettes partagées. Celles-ci sont très présentes dans le débat public car on les dit dangereuses ou encore peu écologiques. En outre, l'usage des trottinettes amènent des situations d'accident inédites dues aux caractéristiques de ces engins : elles sont très faciles d'accès, moins stables qu'un vélo et possèdent une puissante accélération dans les premiers mètres. Ce rapport vise à documenter les éventuels dangers de ce nouveau mode de transport à l'aide de procès-verbaux de police rapportant des accidents impliquant des trottinettes.

Plusieurs changements légaux en lien avec l'usage de la trottinette sont entrés en vigueur en juillet 2022, parmi lesquelles les interdictions de l'utiliser sur le trottoir, de la conduire sur la voie publique pour les enfants de moins de 16 ans ou encore de circuler avec un passager. Ces modifications de la Loi sont entrées en vigueur principalement suite au constat d'accidents de plus en plus nombreux impliquant des trottinettes électriques.

Les premiers chiffres officiels belges nous montrent une explosion du nombre d'accidents impliquant une trottinette électrique. D'après des études européennes, la probabilité d'avoir un accident en trottinette est largement supérieure à la probabilité d'en avoir un à vélo. Selon les données belges, ces accidents concernent surtout des collisions avec une voiture, mais le nombre d'accidents unilatéraux est certainement très largement sous-évalué. Les conducteurs de trottinette impliqués dans les accidents sont généralement de jeunes hommes. Une très petite proportion de ces victimes étaient équipées d'un casque au moment de l'accident et ils auraient une forte propension à se blesser à la tête. Ces accidents de trottinette se concentrent sans surprise dans les villes, et ce surtout en Région Bruxelloise. Ils sont aussi plus souvent associés à des infractions que les accidents impliquants des cyclistes (délit de fuite, conduite sous l'influence de l'alcool, conduite à contresens, ...).

Afin d'explorer plus en profondeur les causes de ces accidents, nous avons analysé 100 procès-verbaux d'accidents concernant un conducteur de trottinette. Ces PV ont été encodés et résumés d'une manière standardisée. Cet encodage est largement inspiré d'une méthode éprouvée dans plusieurs autres études approfondies réalisées par l'institut Vias. Les données produites à l'aide des procès-verbaux ont été utilisées dans un premier temps pour une étude descriptive générale des accidents de trottinette, et ensuite pour créer une typologie des scénarios d'accidents les plus courants.

Ces accidents se produisent souvent lorsqu'il fait sombre (30%) et en été. 84% des conducteurs de trottinette impliqués conduisaient à vitesse constante et 58% conduisaient tout droit. Les accidents se sont déroulés en des types d'infrastructures très divers, tant hors croisement qu'en carrefour. La majorité des accidents que nous analysons concernent des collisions entre trottinette et voiture. La plupart des conducteurs de trottinette sont légèrement blessés (79%) et quelques-uns ne sont pas blessés du tout (14%, il s'agit alors principalement d'accidents concernant une trottinette et un autre usager faible).

Les procès-verbaux fournissent également de précieuses indications quant à(ux) l'(les) usager(s) responsable(s) de chaque accident. Dans 46% des cas, seul le conducteur de trottinette est responsable et dans 35% des cas, cette responsabilité est partagée. Un manque d'anticipation et de prédiction du comportement des autres usagers par les conducteurs de trottinette apparaissent comme les défaillances qui mènent le plus souvent aux accidents. Une prise excessive de risque est d'ailleurs flagrante dans 13% des cas. Pour les autres usagers impliqués dans les accidents de trottinette, ce sont surtout des problèmes de perception (trottinette non vue et entendue) qui contribuent à générer ces accidents.

Les profils d'accidents suivants ont été identifiés :

N°	Nom du profil	Nombre d'accidents
1A	Accidents unilatéraux par cause externe.	10
1B	Accidents unilatéraux par facteur humain.	13
2A	Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite.	12
2B	Un des deux usagers enfreint les règles de priorité en se croisant.	14
2C	Une voiture tente de doubler une trottinette qui tourne soudainement à gauche.	3

3	Une trottinette génère une situation dangereuse en traversant un passage pour piéton avec suspicion de vitesse excessive.	11
4	Collision entre une trottinette et un autre usager faible.	9
5	Collision entre une trottinette et la portière ouverte d'un véhicule garé / une personne entrant dans un véhicule garé.	4
6	Un véhicule rejoignant ou quittant un emplacement de parking percute une trottinette.	6
7	Une trottinette est frôlée latéralement par un autre véhicule qui la double.	5
8	Collision frontale entre une trottinette et un autre véhicule dans un sens unique limité	3
/	Autres.	10
Total		100

L'analyse de ces procès-verbaux tend globalement à montrer le bien-fondé des nouvelles règles entrées en vigueur en juillet 2022. Ceci est surtout flagrant dans le cas de l'interdiction de conduire sur le trottoir compte tenu que 11 de accidents analysés proviennent d'une trottinette qui a traversé un passage pour piéton en provenant du trottoir, avec suspicion d'une vitesse supérieure à celle du pas. Le règlement visant à améliorer la visibilité nocturne des trottinettes semble également de bon aloi au vu des nombreux cas où les automobilistes déclarent ne pas avoir vu la trottinette avant l'impact. L'interdiction de conduire une trottinette avec un passager semble faire sens compte tenu de la perte d'équilibre qu'elle peut engendrer mais les accidents impliquant une trottinette avec passager sont toutefois relativement rares dans notre échantillon (5 cas). La récente limite d'âge est sans doute aussi pertinente bien que les accidents impliquant un enfant de moins de 16 ans sont relativement rares (il y a 4 cas où l'enfant de moins de 16 ans conduisait la trottinette).

D'autres recommandations émergent de notre analyse de procès-verbaux et de la littérature. L'obligation de porter le casque est notamment une recommandation formulée par l'ETSC. Le port du casque n'est jamais mentionné dans aucun de nos cas. Les blessures à la tête ne sont pas les plus courantes (8 cas) mais sont en moyenne plus graves (la moitié des hospitalisations dans le cas des accidents unilatéraux). Des contrôles de police plus spécifiquement orientés trottinette ou encore l'implémentation de plaques d'immatriculation permettant d'identifier les propriétaires sont également des leviers d'action. Des campagnes de sensibilisation pourraient être mises en œuvre, tant en direction des conducteurs de trottinette (notamment vis-à-vis de la prise de risque) que des automobilistes (en insistant sur les scénarios d'accident avec angle mort). Enfin, imposer certaines normes de construction supplémentaires aux engins pourraient améliorer la sécurité des utilisateurs : augmentation de la taille des roues, réduction de la vitesse maximale, ou mode de freinage additionnel.

1 Introduction

La trottinette électrique prend de plus en plus d'importance sur les routes belges, devenant un acteur majeur de la mobilité urbaine. Sa part réelle dans le trafic actuel est encore difficile à quantifier de par son arrivée récemment sur nos routes. Mais nul doute qu'elle amène de nouvelles questions de sécurité routière qui méritent d'être abordées. Les autorités ont par ailleurs pris acte de ce changement : des contrôles de police spécifiquement prévus pour les usagers de trottinette sont en recrudescence mais surtout, le code de la route vient d'être adapté. Ces modifications, que nous allons explorer, sont entrées en vigueur le 1^{er} juillet 2022.

L'usage de la trottinette électronique a notamment explosé sous l'impulsion des applications de trottinettes partagées, arrivées en Belgique en 2018. Plusieurs compagnies sont actuellement en compétition pour tenter d'acquérir des parts de marché des principales villes du pays, surtout Bruxelles. Celles-ci mettent à disposition une flotte de trottinettes pouvant être déverrouillées, l'utilisateur payant ensuite en fonction de son temps d'usage. Les chiffres précis quant à l'usage de ce type de trottinettes ne sont pas encore mis à disposition, mais il est évident que leur usage s'est fortement répandu en comparaison avec les voitures ou les vélos partagés. Le recours à la trottinette électrique personnelle s'est également répandu. À titre indicatif, près de la moitié des répondants de notre enquête « Mobilité et sécurité de l'utilisation de l'e-step » menée en 2020 déclarent utiliser exclusivement une trottinette qu'ils possèdent (Slootmans & Schinckus, 2021). Nos premiers chiffres font état d'un triplement de l'usage de la trottinette électrique (sans distinction entre trottinette personnelle ou partagée) entre 2020 et 2022 en termes de nombre de kilomètres roulés (de 0,47 millions de kilomètres à 1,49 million de kilomètres roulés pour l'entièreté de la Belgique)¹.

Elles constituent une réponse populaire au problème du « dernier kilomètre » en milieu urbain, c'est-à-dire d'une distance à parcourir après avoir utilisé un moyen de transport « principal » qui est quelque peu longue que pour être faite à pied (Bruneau & Maurice, 2021). Le succès de la trottinette² s'explique par son prix modeste ainsi que par sa facilité à être emportée dans les transports en commun ou à l'intérieur d'un bâtiment. C'est aussi un moyen de transport qui a parfois mauvaise presse dans les médias à cause de certains aspects négatifs qui lui sont attribués : vandalisme sur les trottinettes partagées, parking « sauvage », conduite dangereuse en zigzag dans le trafic ou encore doutes quant à l'aspect théoriquement écologique du véhicule (la durée de vie moyenne d'une trottinette partagée ne serait que de 6 mois) (Institut Vias, 2021). Par ailleurs, cette dimension écologique est aussi critiquée car la trottinette remplacerait en grande partie des trajets qui auraient sinon été réalisés à pied ou en transport en commun (ETSC, 2023).

L'ajout de trottinettes électriques dans le trafic implique forcément des situations et des interactions nouvelles entre usagers de la route. Les conducteurs de trottinettes ont souvent peu d'expérience de la route et les autres usagers sont aussi peu habitués à cohabiter avec ces nouveaux engins. Le but de ce rapport est d'explorer en profondeur une série de procès-verbaux (PV) d'accidents concernant une/des trottinette(s) électrique(s) afin de comprendre le contexte, les causes et les facteurs pouvant mener à des situations dangereuses, tant pour le conducteur de trottinette que pour son/ses opposant(s).

Le présent rapport va se développer comme suit : une contextualisation de l'étude à l'aide des données officielles de la Police et de la littérature internationale, un bref résumé de la méthodologie employée, une caractérisation des accidents avec lésion(s) impliquant au moins un conducteur de trottinette électrique, une étude plus approfondie des profils fréquents d'accidents, et enfin une discussion des résultats avec recommandations.

¹ [Baromètre de la Mobilité — VIAS \(vias-modalsplit.be\)](#), consulté le 30/01/2022.

² Par facilité de langage et pour éviter trop de lourdeur à la lecture, le terme « trottinette » sera fréquemment utilisé seul. Nous parlerons cependant bien exclusivement de trottinettes électriques.

2 Contexte

2.1 Réglementation en Belgique

De nombreux articles du code de la route ont été récemment modifiés afin de correspondre davantage à la réalité du transport en trottinette électrique. Ce rapport se base sur des PV de police d'accidents ayant eu lieu en 2020, soit bien avant ces changements légaux de 2022. Néanmoins, ces cas d'étude restent pertinents aujourd'hui car ils peuvent nous permettre d'observer si les modifications apportées au Code auraient pu permettre de prévenir potentiellement un grand nombre de ces accidents et d'évaluer la pertinence de ces changements légaux.

Le conducteur de trottinette électrique ne peut en effet pas être simplement considéré comme un piéton car sa vitesse est en moyenne largement supérieure. Sous l'ancien régime légal, une trottinette pouvait se déplacer sur le trottoir à condition de ne pas dépasser l'allure du pas, ce qui semblait peu pratique et difficilement respectable. Le conducteur de trottinette n'est également pas totalement assimilable à un cycliste à cause de certaines caractéristiques du véhicule.

Tout d'abord, la trottinette est moins stable qu'un vélo et n'a pas été conçue pour le déplacement collectif. Il est donc plus dangereux de voyager à deux dessus. La trottinette accélère plus fort et est donc plus rapide sur les premiers mètres qu'un cycliste (sur vélo non-électrique) grâce à sa batterie. Les trottinettes possèdent généralement moins d'éclairage qu'un vélo, elles sont donc plus dangereuses pour un piéton si elles circulent sur le trottoir (Nisson et al., 2020; Siman-Tov et al., 2013) et s'exposent à un plus grand danger si elles circulent sur la route. Elles sont difficilement manœuvrables à une main, ce qui rend le conducteur incapable d'indiquer son intention de tourner (Fitt & Curl, 2019). Enfin, la trottinette est encore plus exposée aux chocs avec les autres usagers qu'un vélo et possède un centre de gravité plus bas et des roues de petit diamètre (moins de 20 cm pour certains modèles), ce qui diminue son équilibre en phase d'accélération et de décélération (ETSC, 2023). Une trottinette doit d'ailleurs atteindre une vitesse plus élevée qu'un vélo avant de jouir d'une stabilité satisfaisante (Paudel & Yap, 2021).

Les règles énoncées ci-dessous ne valent pas uniquement pour les trottinettes électriques mais pour tous les « engins de déplacement motorisés », c'est-à-dire les véhicules à moteur ayant une ou plusieurs roue(s) et une vitesse maximale par construction de 25 km/h. Les segways ou les « hoverboards » entrent donc aussi dans cette catégorie. Une seule exception existe pour les engins destinés aux personnes à mobilité réduite, qui sont assimilés aux piétons. À noter qu'il existe également des « trottinettes » munies d'un siège considérées comme des cyclomoteurs de classe A ou B par la Loi. Les règles qui suivent (ainsi que le reste de ce rapport) ne concernent aucunement ce type de véhicule.

Le tableau suivant résume toutes les modifications apportées au Code de la Route en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2022 qui concernent l'usage d'une trottinette électrique sur la voie publique.

Tableau 1. Aperçu du cadre légal concernant les trottinettes électriques

Aspect	Règle avant le 1 ^{er} juillet 2022	Règle à partir du 1 ^{er} juillet 2022
 Conduite sur le trottoir	Déplacement sur le trottoir autorisé uniquement à l'allure du pas (6km/h maximum).	Totalement interdit. La trottinette électrique est désormais assimilée à un vélo en ce qui concerne sa place sur la voie publique. Leurs conducteurs doivent donc se déplacer aux mêmes endroits que les cyclistes : piste cyclable ou chaussée si pas de piste.

	Pas d'âge limite pour utiliser une trottinette électrique sur la voie publique.	Interdiction d'utiliser la trottinette électrique en dessous de 16 ans (sauf dans les zones résidentielles, de rencontre, les zones piétonnes, les chemins et les rues réservés aux jeux).
	Pas de règle explicite concernant la présence de passager sur une trottinette³.	Disposition légale interdisant explicitement d'être à plus d'une personne sur une trottinette⁴.
	Parking libre.	Présence de zones de stationnement adaptées et de zones d'interdiction de stationnement pour trottinettes électriques. Les zones de stationnement sont indiquées par les panneaux M21 (général) et M22 (spécifiques pour les engins en libre partage) :   Si absence d'indication, le parking est permis à condition de ne pas entraver le chemin aux autres usagers de la voie publique et qu'il ne s'agisse pas d'une zone interdite au stationnement.
	Vitesse limitée à 25km/h	Vitesse limitée à 25 km/h et équipement obligatoire : catadioptres, bandes réfléchissantes latérales, freins et dispositif sonore.

Des limitations de vitesse spécifiques ont également été adoptées dans la Région bruxelloise : 8km/h sur le piétonnier du centre-ville et le semi-piétonnier de la chaussée d'Ixelles entre la chaussée de Wavre et la place Fernand Cocq et à 20km/h sur le reste du territoire de la région (pour l'instant uniquement appliquée pour les trottinettes partagées, en ce qui concerne cette deuxième limitation). Les trottinettes partagées sont d'ailleurs automatiquement bridées par les opérateurs à ces vitesses en fonction de la zone dans laquelle elles évoluent, par le biais du GPS intégré.

Les autres principes légaux de base, déjà en application avant le 1^{er} juillet 2022, se retrouvent dans la liste suivante :

³ Néanmoins, ce principe pouvait être déduit de l'article 44.3 du Code de la route : « Il est interdit de transporter des personnes sur les parties extérieures de la carrosserie d'un véhicule. »

⁴ À noter que les trottinettes sont en moyenne conçues pour supporter un poids maximal de 100kg et donc absolument pas prévues pour le transport d'un passager.

- Leur vitesse est limitée à 25 km/h par la conception même de l'engin (interdiction de circuler sur la voie publique avec une trottinette débridée pouvant potentiellement dépasser cette vitesse).
- Le port du casque n'est pas obligatoire.
- Entre la tombée de la nuit et le lever du jour et dans toutes les circonstances où il n'est plus possible de voir distinctement jusqu'à une distance d'environ 200 m, les utilisateurs de trottinette qui circulent sur la voie publique doivent impérativement utiliser le système d'éclairage suivant : un feu blanc ou jaune à l'avant et un feu rouge à l'arrière. Le port du gilet fluorescent n'est en aucun cas obligatoire.
- Le conducteur de la trottinette doit être « constamment en mesure d'effectuer toutes les manœuvres qui lui incombent ». Il est donc interdit d'utiliser un GSM tout en conduisant la trottinette.

2.2 Chiffres-clés et étude préliminaire sur les trottinettes électriques

Compte tenu de l'arrivée très récente des trottinettes électriques sur les routes belges, nos connaissances de leur accidentologie est encore parcellaire. Néanmoins, les premières statistiques au niveau national et la littérature scientifique naissante sur le sujet nous permettent de décrire certaines généralités avant de débiter l'analyse en profondeur des cas d'étude.

2.2.1 Nombre d'accidents et de victimes

Dans l'outil d'enregistrement des accidents des services de police, il est possible de distinguer les engins de déplacement non-motorisés et motorisés depuis 2016, et plus spécifiquement les trottinettes électriques depuis 2019.

En 2021, 4 personnes sont mortes et 949 ont été blessées dans des accidents de la route impliquant au moins une trottinette électrique.

Tableau 2. Évolution du nombre d'accidents corporels impliquant au moins une trottinette électrique, et du nombre de décès 30 jours, de blessés et de victimes impliqués dans ces accidents, 2019-2021..
Source : Statbel (Direction Générale Statistiques - Statistics Belgium)

	Accidents avec lésion	Décédés 30 jours	Blessés	Victimes
2019	175	1	158	159
2020	409	1	371	372
2021	1034	4	949	953
Évolution 2019-2021	+491%	+300%	+501%	+499%

Nous ne sommes pas encore capables d'étudier l'évolution de ces accidents de manière représentative car les trottinettes sont arrivées très récemment en Belgique. De plus, il a fallu une période « d'adaptation » pour que les policiers encodent les trottinettes de manière standardisée dans la base de données. L'évolution montrée dans le tableau 2 était donc probablement un peu moins exponentielle dans les faits que ne le laissent transparaître les données officielles.

Il s'agit néanmoins clairement d'un phénomène en pleine augmentation. En 2021, 3% des accidents avec victime concernaient une trottinette. Ce chiffre monte à 12% en région bruxelloise. À l'heure d'écrire ces lignes, les données du baromètre de la sécurité routière font état de 1305 accidents corporels pour les seuls neuf premiers mois de l'année 2022. Ceci témoigne de l'augmentation des accidents les concernant, et celle n'est pas surprenante compte tenu du fort accroissement de leur usage.

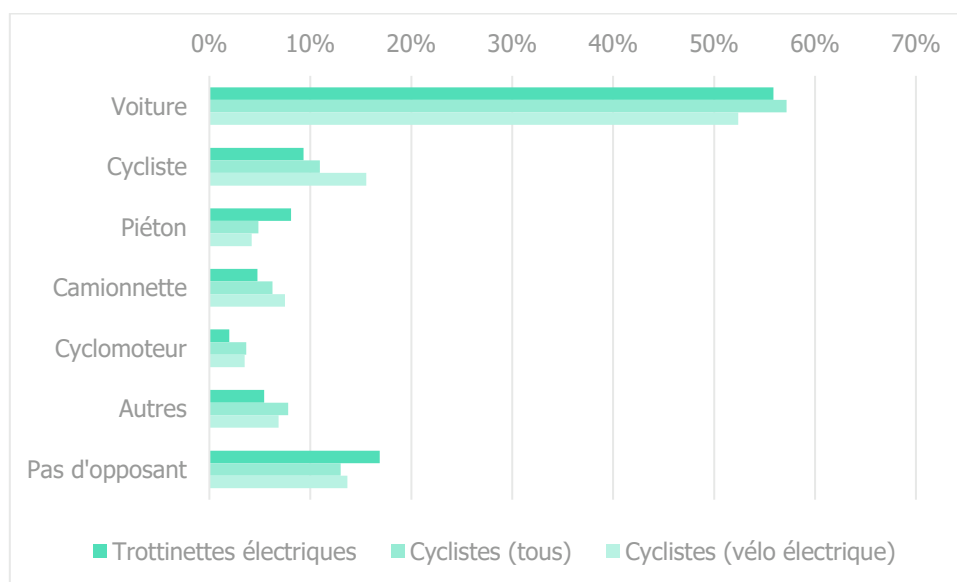
Les accidents impliquant des trottinettes semblent être moins graves en moyenne que les accidents de vélo (électriques ou pas). Nous calculons habituellement la gravité des accidents comme suit : (nombre de décès / nombre d'accidents) *1000. Ce chiffre n'est pas fiable pour les trottinettes car seules 6 personnes sont décédées depuis que les accidents de trottinette sont enregistrés. Cependant, nous pouvons calculer la gravité de manière alternative en utilisant le nombre de blessés graves. Ce score de gravité est de 55 pour les utilisateurs de trottinette, ce qui est inférieur au score des cyclistes (94). L'écart est encore plus important si on ne sélectionne que les cyclistes utilisant un vélo électrique (115). Ceci peut sans doute s'expliquer en

grande partie par la plus grande prévalence d'accidents en milieu urbain pour les trottinettes par rapport aux cyclistes (et donc à vitesse réduite). À l'heure actuelle, les données d'exposition insuffisantes de la trottinette en Belgique, et sa récente émergence, ne permettent pas de fournir des indications fiables quant au risque d'accident avec une trottinette en proportion avec le nombre de kilomètres parcourus. Néanmoins, une première étude de l'OCDE indique que le risque d'accident par trajet est comparable à celui par vélo (non-électrique ou électrique confondu), mais aussi une plus grande probabilité d'être hospitalisé pour les utilisateurs de trottinette. Diverses autres études européennes et américaines font état d'un risque accru d'accident à trottinette par rapport au risque d'accident à vélo. Une étude allemande indique un risque de blessure grave 5 fois supérieur à trottinette qu'à vélo par kilomètre parcouru (Köllner, 2020) et une étude utilisant conjointement des données norvégiennes, danoises et américaines rapporte même un risque 10 fois supérieur à trottinette pour tous les types de blessure confondus (Fearnley et al., 2020). Ce risque peut varier fortement des caractéristiques propres au lieu où l'étude est réalisée et de la période étudiée (un plus grand nombre d'accidents est probable lors des toutes premières années d'existence de la trottinette électrique, comme une grande proportion des utilisateurs n'y sont pas encore habitués (OCDE, 2020).

2.2.2 Opposants

En Belgique, plus de la moitié des accidents de trottinette implique également une voiture. Les deux autres types d'usagers impliqués le plus souvent dans ces accidents sont les cyclistes (9%) et les piétons (8%).

Figure 1. Pourcentage d'accidents avec lésion impliquant trottinettes, cyclistes (tous) et cyclistes (électrique) en fonction du type d'opposant (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)



Ces proportions sont globalement semblables à celles des accidents impliquant un cycliste. Nous remarquons néanmoins que les conducteurs de trottinette ont proportionnellement plus d'accidents avec des piétons que les cyclistes (8% contre 5%). Cela pourrait s'expliquer par une plus grande présence présumée des trottinettes que des vélos sur les trottoirs et les zones piétonnes. En effet, durant la période couverte par ces chiffres, les trottinettes étaient tolérées sur les trottoirs et les zones piétonnes (théoriquement avec une limitation à la vitesse du pas). Elles sont notamment dangereuses pour les piétons de par leur aspect très silencieux (Nisson et al., 2020 ; Siman-Tov, Radomislensky, & Pelega, 2013).

Les accidents sans opposant représentent près de 17% des cas selon la base de données officielle issue de la Police. Cependant, ce chiffre est très certainement sous-évalué car la majorité des victimes ne contacte pas la Police après une simple chute. Selon l'OCDE (2020), la proportion d'accidents sans opposant serait de 80% (pour l'ensemble des engins de déplacement personnels). Ce grand nombre d'accidents unilatéraux qui n'ont pas donné lieu à un constat par la police cause sans doute un large sous-enregistrement dans la base de données officielle des accidents. Une récente étude de l'institut Vias (Vandael Schreurs et al, 2023) indique que 70% des accidents auto-déclarés de trottinette sont unilatéraux, ce qui corrobore cette hypothèse.

Les trottinettes en libre partage peuvent également être sources de danger de par leur lieu de stationnement, rendant difficile le passage des piétons (Degele et al., 2018 ; Jiao & Bai, 2020). Comme nous l'avons mentionné, la Loi tente désormais de limiter ce problème en imposant des espaces de stationnement spécifiques, mais celle-ci n'est encore que partiellement mise en application à l'heure d'écrire ces lignes.

2.2.3 Caractéristiques des victimes

Les conducteurs de trottinette impliqués dans un accident tendent à être jeunes (les deux tiers ont moins de 35 ans) et de sexe masculin (2,3 hommes pour 1 femme, c'est davantage encore que pour les cyclistes). Ces caractéristiques ne sont pas surprenantes car elles correspondent à la description démographique des usagers de trottinette de l'enquête réalisée par Bruxelles-Mobilité (Lefrancq, 2019). Celle-ci fait état d'un rapport de 1,9 hommes pour 1 femme et de 60% d'utilisateurs de trottinette âgés de moins de 35 ans. Compte tenu du risque supérieur d'accident par km chez les jeunes hommes pour la plupart des modes de transport (Pelssers, 2020), il est compréhensible que ces caractéristiques démographiques se retrouvent encore renforcées parmi les victimes d'accident.

À noter également qu'un tiers des conducteurs de trottinettes victimes d'accident se blessent à la tête, selon les recherches étrangères (Aizpuru et al., 2019 ; Badeau et al., 2019 ; Bauer et al., 2020 ; Beck, Barker, Chan, & Stanbridge, 2020 ; Bresler et al., 2019). Il existe une grande réticence des utilisateurs de trottinette vis-à-vis du port du casque, surtout chez les utilisateurs de trottinettes partagées (KFV, 2019). Seuls 4% de tous les utilisateurs portaient un casque lors d'un accident (OCDE, 2020). Les collisions impliquant une trottinette et un piéton tendrait également à fréquemment causer une blessure à la tête de ce dernier, selon des crash-tests expérimentaux (European Transport Safety Council, 2023). Cependant, nous ne possédons pas encore de données d'hospitalisation belges précises qui nous permettraient de rendre compte des blessures les plus courantes parmi les conducteurs de trottinette.

2.2.4 Caractéristiques des accidents

Comme nous l'avons déjà mentionné, les accidents impliquant une trottinette ont lieu majoritairement en milieu urbain. Près de 90% de ces accidents ont lieu en agglomération et ils se concentrent dans les grandes villes : 45% des accidents de trottinette ont lieu en Région Bruxelloise et 19% à Anvers (soit donc quasi deux tiers de la totalité des accidents uniquement dans ces deux villes). Cette surreprésentation des accidents en agglomération s'explique en grande partie par la présence des trottinettes partagées uniquement dans certaines des plus grandes villes belges.

Figure 2. Pourcentage d'accidents avec lésion en fonction de la localisation (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)

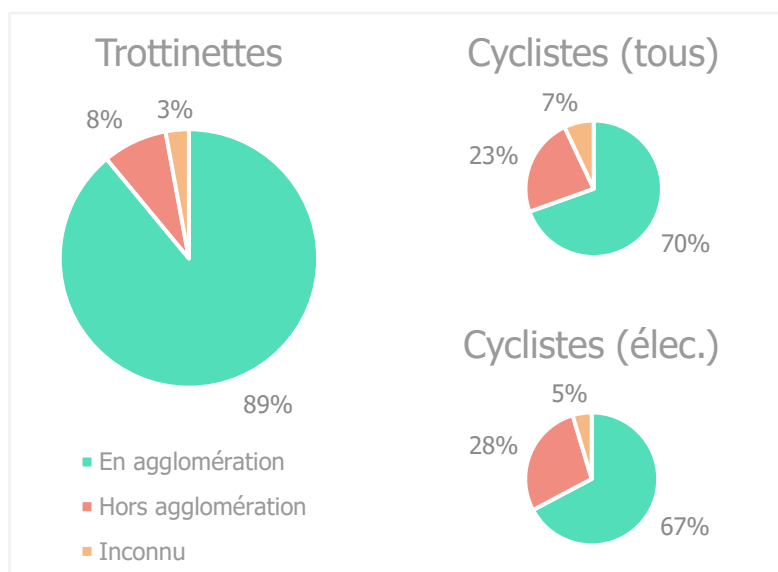
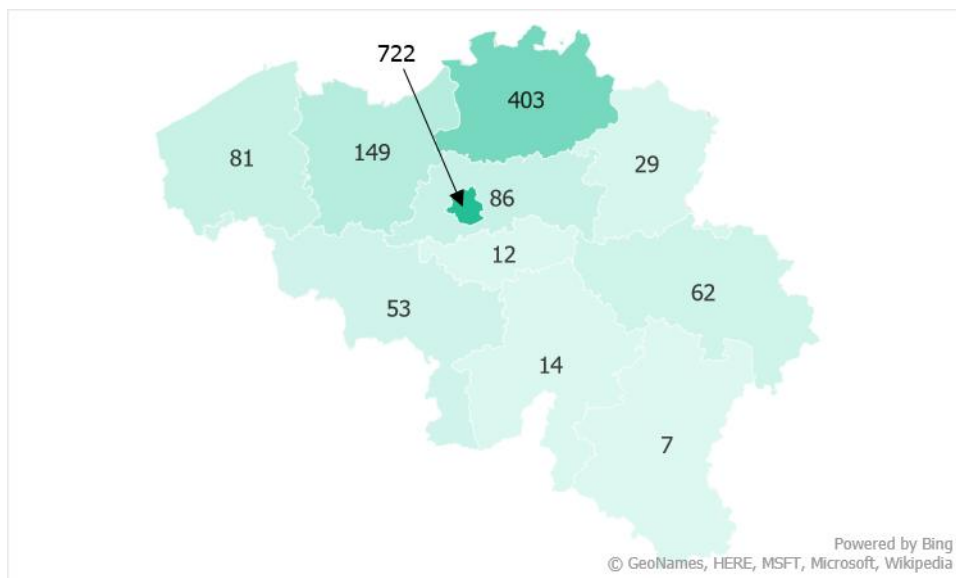
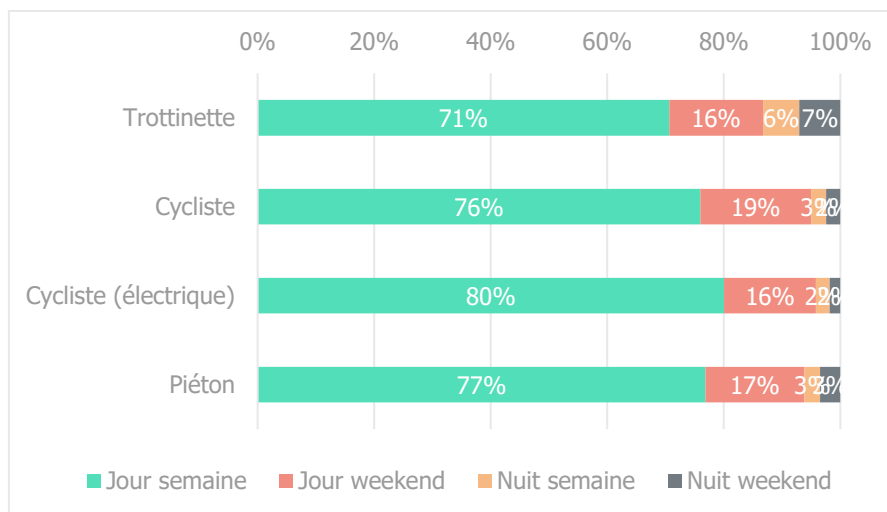


Figure 3. Nombre d'accident avec lésion impliquant une trottinette par province (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistiek – Statistics Belgium)



13,3 % des accidents de trottinette ont lieu pendant la nuit, ce qui est beaucoup plus que les accidents impliquant des cyclistes (5%). Différents facteurs peuvent expliquer cela : le jeune âge des conducteurs (Vandael Schreurs et al, 2023), la grande disponibilité des trottinettes partagées en ville, le dispositif lumineux arrière situé très près du sol, etc. Les trottinettes sont également plus sujettes aux accidents par temps de pluie que les autres deux-roues : 9% des accidents de trottinettes se déroulent par temps de pluie contre 8% pour les cyclomoteurs, 6% pour les motos et 5% pour les vélos.

Figure 4. Pourcentage d'accident en fonction du type d'usagers et du moment de la semaine (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistiek – Statistics Belgium)

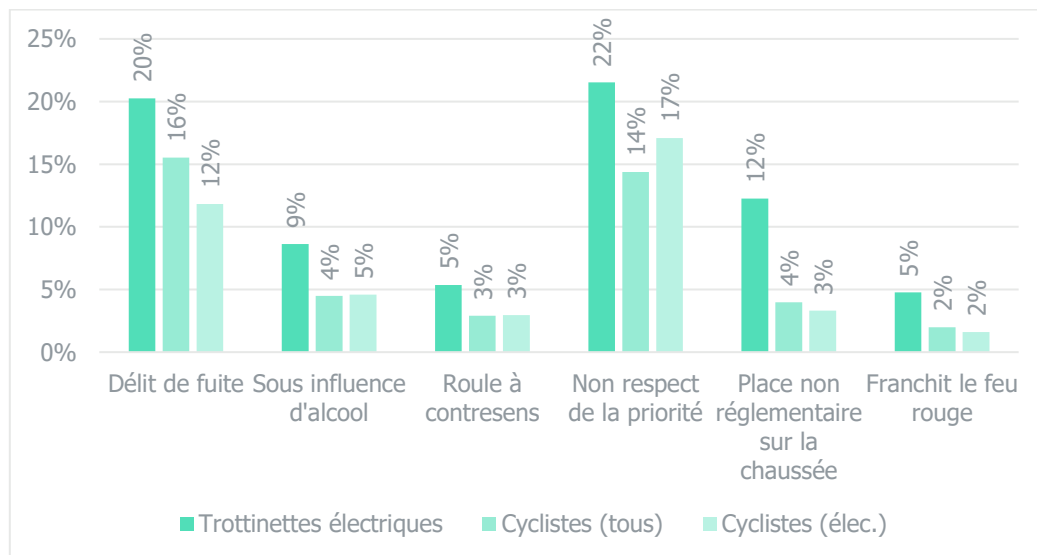


En comparaison avec les accidents de cyclistes(avec vélo normal ou électrique), certaines infractions ressortent assez clairement des statistiques, comme la prévalence des délits de fuite (cela pouvant s'expliquer par la plus grande proportion d'accidents de trottinette impliquant des piétons, le conducteur de trottinette est donc moins souvent l'utilisateur le plus faible) ou des accidents avec influence de l'alcool (certainement en partie parce que la trottinette est proportionnellement davantage utilisée la nuit, dans un contexte plus « festif » sans doute). Cette propension à la conduite de la trottinette sous influence apparaît également dans les études menées à l'étranger avec des données issues des hôpitaux : les conducteurs de trottinette blessés étaient en moyenne plus souvent sous l'influence de l'alcool que les conducteurs de voiture (Badeau et al., 2019 ; Blomberg, Rosenkrantz, Lippert, & Collatz Christensen, 2019 ; Dhillon et al., 2020 ; Puzio et al., 2020 ; Störmann et al., 2020 ; Trivedi et al., 2019 ; Yarmohammadi et al., 2020).

Plusieurs infractions de roulage semblent aussi plus fréquentes parmi les accidents de trottinette. La figure ci-dessous met notamment en évidence le fait d'occuper une place non-réglementaire sur la voie publique, ce qui est confirmé par des études menées à l'étranger (European Commission, 2021). Ce comportement est également rencontré en Belgique où près de la moitié des répondants ont indiqué avoir roulé sur le trottoir à une vitesse supérieure à 6 km/h au cours des 30 derniers jours (l'enquête ayant eu lieu en 2020, soit avant l'interdiction des trottinettes sur les trottoirs) (Slootmans & Schinckus, 2021).

Enfin, les erreurs de conduite semblent aussi plus fréquemment présentes dans les accidents de trottinette que de cycliste : 30% d'accidents par une chute (contre 12% pour les cyclistes dans l'ensemble et 11% pour les cyclistes électriques) et 15% d'accidents avec une « perte du contrôle du véhicule » signalée comme facteur déterminant (contre 6% pour l'ensemble des vélos classiques et 7% pour les vélos électriques). Ces résultats pourraient être dus au manque d'expérience des conducteurs de trottinette (Störmann et al., 2020; Vias institute, 2020) surtout lorsque ceux-ci utilisent les trottinettes partagées (moins d'un quart d'entre eux l'utilise de manière hebdomadaire (Slootmans & Schinckus, 2021)), ou encore aux caractéristiques mêmes de la trottinette comme véhicule (plus petites roues, freinage parfois brutal/freinage trop mou selon l'étude de Test-Achats (2022)...).

Figure 5. Pourcentage d'accidents avec lésion en fonction du type d'utilisateur et des circonstances aggravantes/constatations faite par la Police (2019-2021). Source : Statbel (Direction Générale Statistique – Statistics Belgium)



3 Méthodologie

Dans la présente étude, nous avons examiné des accidents corporels comptant au moins une personne blessée (gravement ou légèrement) survenus en Belgique en 2020 dans la région de Bruxelles-Capitale et impliquant au moins un conducteur de trottinette électrique. Seuls les accidents de la région de Bruxelles-Capitale ont été sélectionnés par pertinence (Bruxelles-Capitale comprenait à elle seule près de la moitié des accidents impliquant une trottinette électrique). Tous les accidents qui répondaient à ces critères ont été sélectionnés dans la base de données officielle des accidents de la circulation (SPF Économie, DG Statistique), ce qui représente 197 accidents corporels.

Pour tous ces accidents, le procès-verbal (PV) complet a été demandé au parquet compétent. Au total, les PV de 167 de ces accidents ont été obtenus, soit un échantillon de 85 % de l'ensemble de la population (les 15% de dossiers restant n'étant pas encore clôturés au moment de la demande). 100 de ces 167 PV ont ensuite été analysés pour produire les résultats figurant en section 4 de ce rapport, soit la moitié de la totalité des accidents répertoriés à Bruxelles en 2020. La sélection d'accidents uniquement bruxellois est certes une limite de l'étude (les différences d'infrastructures cyclistes entre les régions ont pu influencer la nature des accidents, par exemple) mais celle-ci permet néanmoins d'émettre des grandes conclusions généralisables à l'ensemble du pays, compte tenu de l'aspect essentiellement urbain des accidents de trottinette électrique. Pour des raisons de lisibilité et de concision, ces accidents seront simplement appelés « accidents de trottinette » dans la suite du document.

Les PV contiennent des informations détaillées sur les circonstances générales de l'accident, les véhicules, conducteurs et passagers impliqués ainsi que l'infrastructure routière. Les informations pertinentes du procès-verbal ont été saisies sous la forme d'une base de données dont les variables sont prédéfinies de façon détaillée. Il convient de noter que la base de données officielle des accidents de la route n'a donc été utilisée que pour la présélection des accidents et que toutes les informations de fond ont ensuite été extraites des PV.

L'encodage des procès-verbaux a été effectué par des chercheurs qui ont reçu une formation approfondie pour veiller à ce que les données soient encodées de la façon la plus précise et la plus cohérente possible. Une concertation régulière entre les chercheurs a été tenue tout au long de ce processus. En effet, si certaines variables sont « objectives » et relativement faciles à repérer dans les procès-verbaux (âge des conducteurs, véhicules impliqués,...), d'autres sont davantage sujettes à débat (facteurs ayant influencés l'accident, responsabilités des parties prenantes...). Par cette approche collective de l'encodage, nous veillons à éviter autant que possible de nous baser sur des ressentis personnels et de nous nous concentrons sur les informations explicitement mises en évidence par les PV.

Cet encodage comprend une analyse causale qui consiste à vérifier quelles erreurs fonctionnelles sont commises par les usagers de la route impliqués. Cette méthode développée par l'Iffstar⁵ en France (Van Elslande et al., 2011) a déjà été appliquée par Vias dans le cadre du projet MOTAC (Martsensen & Roynard, 2012), le projet « Tués sur autoroute » (Slootmans & De Schrijver, 2014), ainsi que l'« Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents grave impliquant un cyclomoteur en agglomération » (De Ceunynck et al, 2017). L'analyse causale définit les erreurs fonctionnelles selon six catégories :

- Erreurs de perception : l'usager de la route ne perçoit pas l'information pertinente, par exemple en raison d'une mauvaise visibilité, parce que son attention se porte sur un autre problème, parce qu'il s'adonne à une autre tâche... ;
- Erreurs de traitement : l'usager de la route a remarqué toutes les informations pertinentes mais évalue la situation de manière incorrecte. Il pense, par exemple, qu'il dispose encore de suffisamment de temps pour se rabattre, interprète mal les signaux d'un autre usager... ;
- Erreurs d'anticipation : l'usager de la route a remarqué la présence d'un autre usager mais ne s'attend pas à ce que celui-ci procède à une manœuvre. Il peut s'agir d'un usager de la route qui se trouve à l'arrêt et n'a pas la priorité mais qui s'engage tout de même sur la chaussée ;
- Erreurs de décision : l'usager de la route est contraint de prendre un risque ou de commettre une infraction, ou choisit lui-même d'ignorer les règles de sécurité ;
- Erreurs d'action : la maîtrise d'un véhicule est compromise par des facteurs perturbateurs externes (par exemple, une chaussée glissante), par l'exercice d'une tâche supplémentaire... ;

⁵ Aujourd'hui devenu l'Université Gustave Eiffel.

- Erreurs globales : un problème global se pose lorsqu'un usager de la route ne dispose pas des aptitudes nécessaires pour assurer la conduite de manière sûre, par exemple parce qu'il conduit sous l'influence de l'alcool.

Enfin, nous précisons quels facteurs jouent un rôle dans la survenance de l'accident et quels sont ceux qui peuvent influencer sa gravité. Ces facteurs comprennent, par exemple : la fatigue, la distraction, la conduite sous l'influence de l'alcool, les défaillances techniques du véhicule, les défauts dans l'aménagement de la voirie, le non-port de la ceinture de sécurité, les problèmes de visibilité, les conditions météorologiques... Un maximum de 5 facteurs d'accident peut être déterminé pour chaque usager de la route. Précisons toutefois qu'il nous semble impossible, sur la base de l'analyse du PV, de définir tous les facteurs causaux possibles pour un accident de la circulation donné. Souvent, plusieurs facteurs ayant provoqué un accident restent inconnus. Une enquête approfondie (analyse sur site, interview systématique des victimes – des pratiques auxquelles, à l'heure actuelle, on ne recourt pas en Belgique) serait nécessaire pour les détecter. Par conséquent, nous nous limitons aux facteurs qui ressortent explicitement des PV sans nous permettre d'extrapoler les facteurs incertains.

Les données ont été analysées en profondeur à l'aide de statistiques descriptives. Les résultats les plus pertinents et intéressants qui en découlent sont présentés dans le chapitre suivant. Au terme de ces analyses, les profils d'accidents les plus fréquents (groupes homogènes d'accidents qui ont un certain nombre de caractéristiques clés en commun) ont été identifiés de façon similaire à la méthode qui a été développée par Brenac & Megherbi (1996) et Brenac & Fleury (1999). Cette méthode a déjà été utilisée dans plusieurs analyses approfondies antérieures de l'institut Vias (Martensen & Roynard, 2013; Sloomans & De Schrijver, 2014). Le principe de cette méthode est d'étudier les cas de manière inductive : nous partons des spécificités des accidents sélectionnés afin de faire émerger une typologie pertinente, et non l'inverse.

4 Résultats

4.1 Caractéristiques des accidents impliquant une trottinette électrique

4.1.1 Moments et circonstances

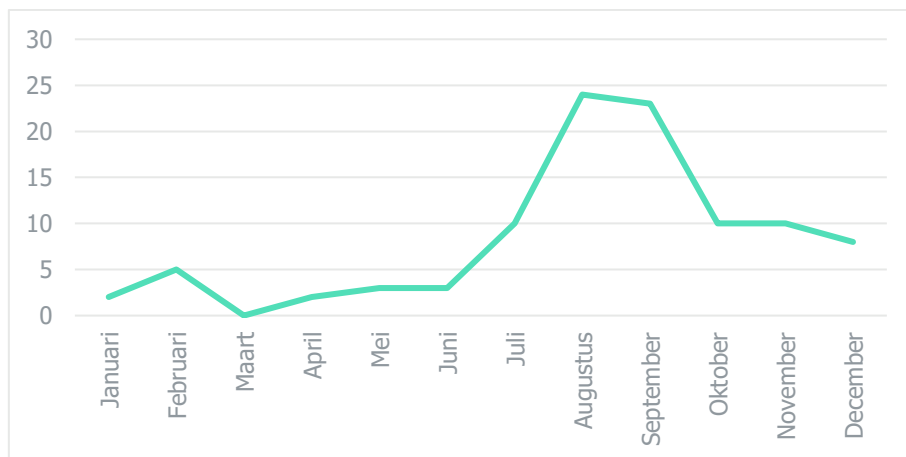
La majorité des accidents étudiés s'est produite en journée et essentiellement la semaine. 14 accidents uniquement ont eu lieu la nuit. Ceci est révélateur de la répartition jour-nuit que nous retrouvons également dans les données officielles d'accidents.

Même si la plupart des accidents se sont produits en journée, 30 accidents sur 100 ont tout de même eu lieu dans l'obscurité. Dans un de ces accidents nocturnes, l'éclairage public ne fonctionnait pas. Quant aux autres accidents, il faisait jour dans 65 cas et 2 accidents se sont produits au crépuscule (l'information est donc inconnue pour 3 accidents).

Un net pic des accidents l'après-midi, entre 14h et 17h, se remarque également dans cet échantillon d'accidents. Ensuite, le nombre d'accidents baisse à nouveau considérablement.

La répartition sur les mois de l'année indique clairement qu'il y a plus d'accidents durant les mois d'été, mais aussi au cours des derniers mois de l'année (d'octobre à décembre). La répartition présentée à la Figure 6 est fortement influencée par deux facteurs. Les accidents analysés se sont produits en 2020, année où un confinement complet a été décrété à partir de mars. De plus, l'usage de la trottinette était en pleine explosion à cette époque, ce qui peut en partie expliquer le plus grand nombre d'accident post-confinement que pré-confinement.

Figure 6. Répartition des accidents analysés en fonction des mois de l'année

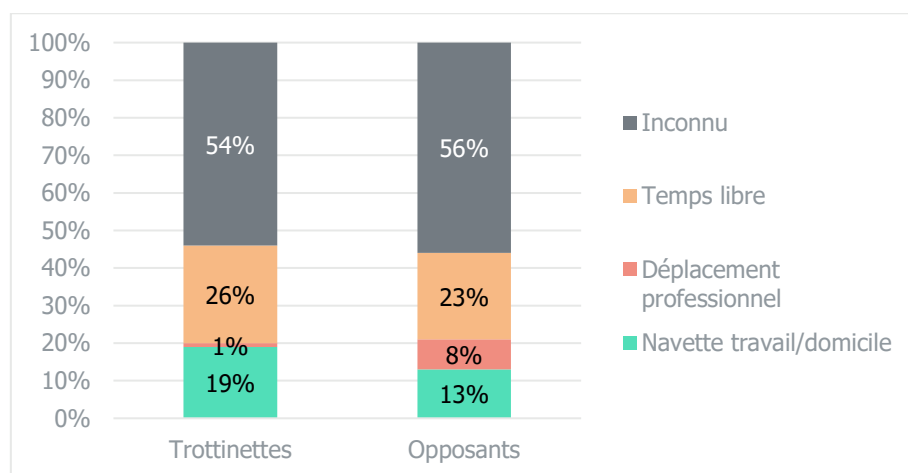


Il y a également un net pic des accidents l'après-midi, entre 14 et 17h. Ensuite, le nombre d'accidents baisse à nouveau considérablement. Dans la plupart des accidents, les conditions atmosphériques étaient bonnes et dans 8 cas, s'il pleuvait au moment où l'accident est survenu. Ceci signifie également que la route était sèche pour la majorité des accidents. La police a indiqué que la route était mouillée (flaques d'eau) dans seulement 9 accidents.

4.1.2 Caractéristiques du déplacement et de la collision

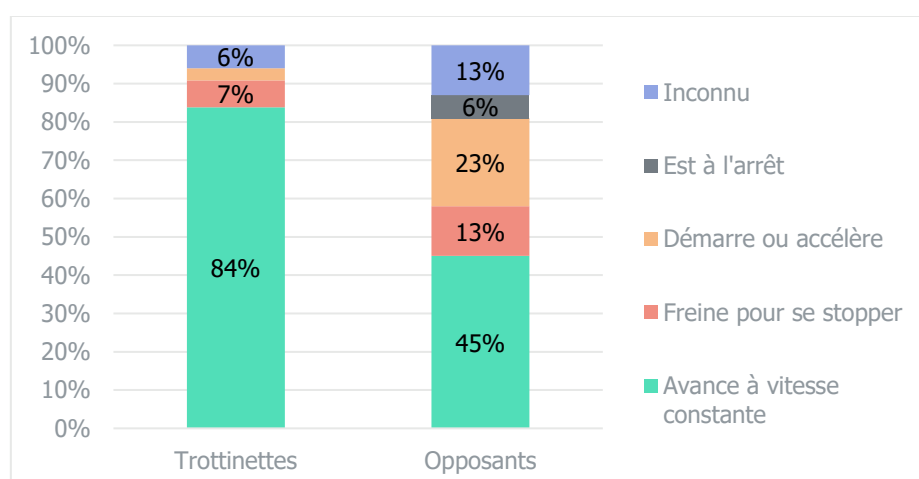
Pour plus de la moitié des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents, le motif du déplacement est inconnu. Les utilisateurs de trottinette électrique concernés effectuaient proportionnellement plus souvent des trajets domicile-travail alors que les opposants se déplaçaient plus pour des raisons professionnelles.

Figure 7. Raisons du déplacement des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés



La dynamique d'un usager de la route décrit si celui-ci se déplaçait à vitesse constante juste avant l'accident, s'il accélérait ou freinait, ou s'il était à l'arrêt. L'utilisateur de trottinette électrique se déplace le plus souvent à vitesse constante. Seuls 7% d'entre eux freinaient juste avant l'accident, et 3% démarraient ou accéléraient. Chez les opposants, le constat est beaucoup plus varié. Environ la moitié d'entre eux se déplacent également à vitesse constante, mais 23% d'entre eux démarrent ou accélèrent. La part d'utilisateurs de la route qui freinaient est également plus élevée chez les opposants.

Figure 8. Dynamique des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés



De grandes différences peuvent également être relevées au niveau du mouvement des usagers de la route juste avant l'accident entre l'utilisateur de trottinette électrique d'une part et l'opposant d'autre part. Une grande partie des utilisateurs de trottinette électrique roulent en ligne droite et 11% traversent la route (sur un passage pour piétons). Ce grand nombre d'accidents lors desquels les trottinettes se déplaçaient droit devant se reflète dans les profils d'accident (voir section 4.3), notamment le cas où les trottinettes électriques sont gênées par un autre usager alors qu'elles roulent en ligne droite sur une piste cyclable. Près de quatre opposants sur dix tournent à gauche ou à droite, et 8% d'entre eux entrent ou sortent d'une place de stationnement, d'un garage ou d'un parking (privé).

Tableau 3. Mouvement des conducteurs et des piétons impliqués dans les accidents analysés

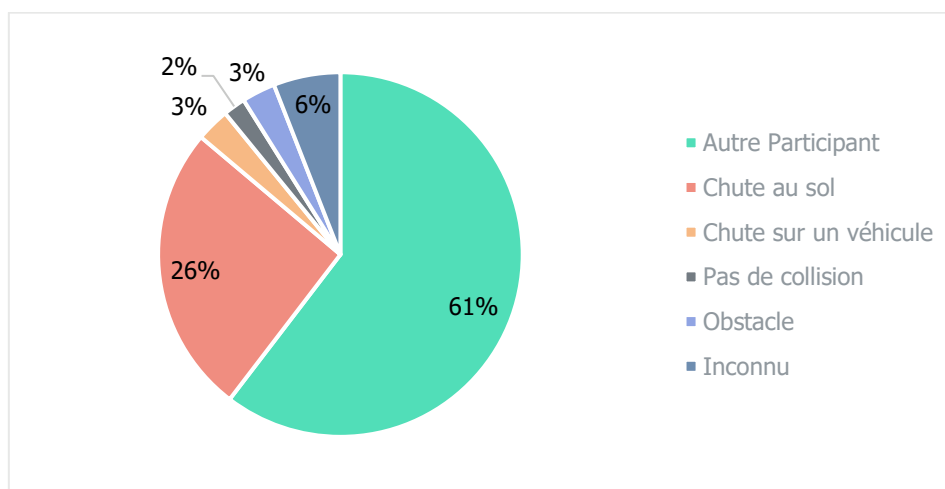
	Trotinettes		Opposants	
	Aantal	%	Aantal	%
Roule tout droit	58	59%	20	26%
Roule à contresens	6	6%	2	3%
Perd le contrôle et quitte la route	2	2%	1	1%
Tourne à gauche ou à droite	7	7%	30	39%

Dévie sur la gauche ou la droite	3	3%	2	3%
Dépasse	5	5%	4	5%
Stationne sur le bord de la route			3	4%
Sort d'une place de stationnement, d'un garage ou d'un parking			6	8%
Traverse la route	11	11%	1	1%
Piéton marchant sur la route			1	1%
Autres	3	3%	2	3%
Inconnu	3	3%	5	6%

Au total, 236 collisions ont été enregistrées. Deux personnes impliquées dans les accidents ont eu trois collisions, tandis que deux collisions ont été enregistrées pour 50 personnes. Il s'agissait principalement d'une collision avec un autre usager, suivie d'une chute au sol ou contre un véhicule.

Seulement 3% des collisions concernent avec un obstacle, comme un container, un îlot directionnel, un poteau, une barrière, etc.

Figure 9. Types de collisions enregistrées dans les accidents analysés



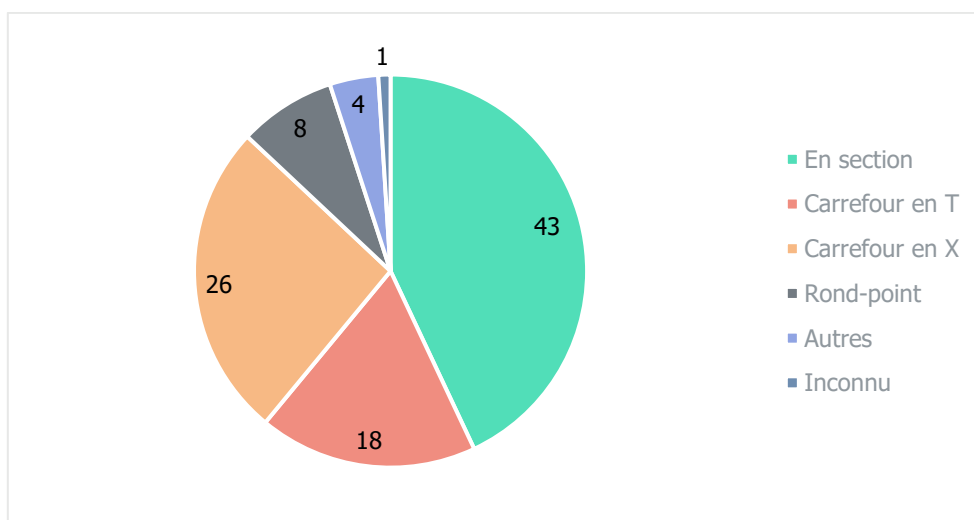
4.1.3 Caractéristiques de l'infrastructure

Les caractéristiques de l'infrastructure sont bien sûr largement déterminées par le lieu de l'accident. Tous les accidents analysés ont eu lieu à Bruxelles, où l'infrastructure cycliste est encore en plein développement.

Tous les accidents se sont produits en agglomération. En outre, la vitesse maximale autorisée dans presque tous les accidents était de 50 km/h ou moins.

Les accidents se sont produits plus souvent à un carrefour que sur un tronçon de route. Il s'agissait généralement d'un carrefour en X (carrefour à quatre bras) ou un carrefour en T (carrefour à trois bras, avec un angle droit entre les voies d'accès).

Figure 10. Type d'intersection où se sont produits les accidents analysés



Dans le tableau ci-dessous, nous analysons uniquement la route empruntée par la trottinette électrique juste avant l'accident. Il n'y a pas de piste cyclable (62%) sur une grande partie des routes. S'il y a une piste cyclable, il s'agit généralement d'une piste cyclable adjacente. Il n'y a généralement pas non plus de passage pour cycliste. Un tel passage n'a été identifiée que sur 5 routes, il s'agissait presque toujours d'un passage délimitée par des bandes discontinues. Il y avait un trottoir sur la plupart des routes, et sur un peu moins de la moitié des routes, il y avait également un passage pour piétons, lequel n'était généralement pas protégé par des feux de signalisation.

Tableau 4. Caractéristiques de l'infrastructure cycliste et piétonne

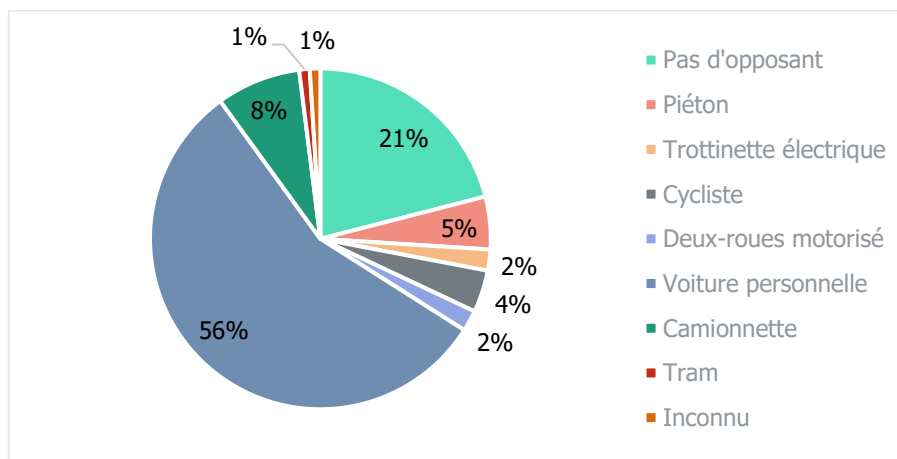
	Nombre	%
Type de piste cyclable		
Pas de piste cyclable	61	61%
Piste cyclable adjacente	18	18%
Piste cyclable adjacente et surrélevée	6	6%
Piste cyclable séparée	13	13%
Inconnu	2	2%
Type passage pour cycliste		
Aucun passage pour cycliste	93	93%
Marqué par des carrés blancs	1	1%
Marqué par des lignes interrompues	4	4%
Autre	1	1%
Inconnu	1	1%
Trottoir		
Aucun trottoir	9	9%
Trottoir présent	89	89%
Inconnu	2	2%
Type de passage pour piétons		
Pas de passage pour piéton	47	47%
Protégé par des feux de signalisation	19	19%
Non-protégé par des feux de signalisation	33	33%
Inconnu	1	1%

4.1.4 Caractéristiques des véhicules et des usagers impliqués

Dans les 100 accidents analysés, 188 usagers de la route ont été impliqués, parmi lesquels l'on dénombrait 177 conducteurs (et piétons) et 11 passagers.

Les opposants aux utilisateurs de trottinette électrique sont repris dans la figure ci-dessous. Dans plus de la moitié des accidents, l'opposant était une voiture. Il est à noter que dans 2 accidents sur 10, seule une trottinette électrique était impliquée. Dans 8% des accidents, outre la trottinette électrique, une camionnette était également impliquée. La part de piétons et de cyclistes chez les opposants est faible (9%).

Figure 11. Opposants aux utilisateurs de trottinette électrique dans les accidents analysés

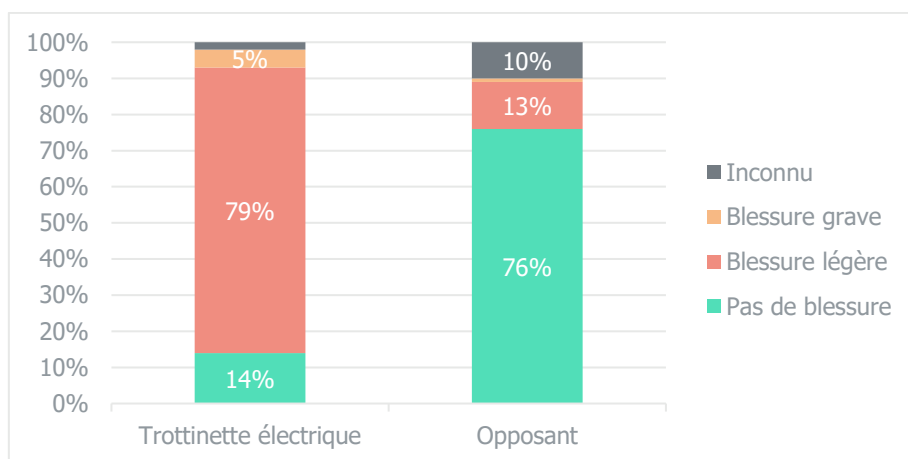


Le nombre de conducteurs de voiture et de camionnette qui n'étaient pas en ordre de documents est faible : 1 conducteur n'était pas en ordre d'assurance, 4 conducteurs n'étaient pas en ordre de contrôle technique et 2 conducteurs ne pouvaient pas présenter de permis de conduire valide.

Pour 18 trottinettes électriques, on ignore si elles sont la propriété de la victime ou s'il s'agit d'une trottinette électrique partagée. Pour les 82 trottinettes électriques restantes, la répartition est comme suit : 62% des trottinettes électriques sont la propriété de la victime, 38% des trottinettes électriques sont des trottinettes électriques partagées. Selon une autre étude de l'institut Vias (Vandael Schreurs et al, 2023), 48% des utilisateurs de trottinette ont uniquement recours à une trottinette personnelle et 20% uniquement aux trottinettes partagées. Les 32% restant utilisent les deux.

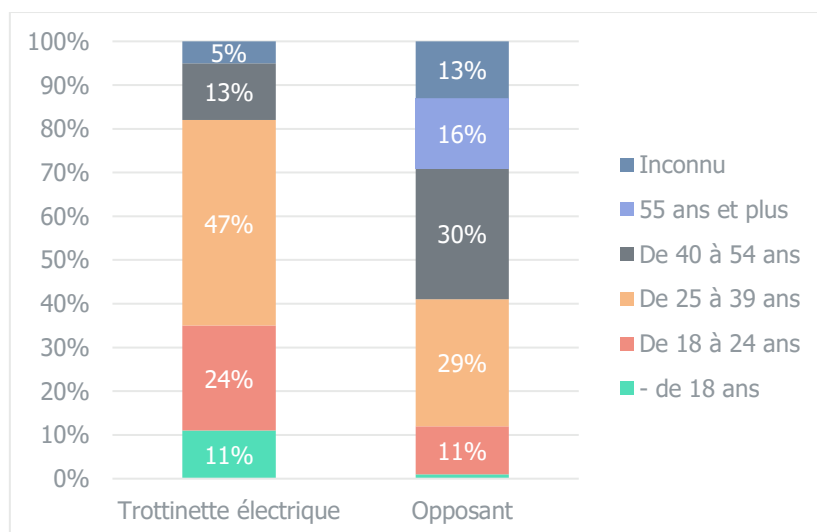
Nous avons sélectionné les accidents impliquant au moins une trottinette électrique à Bruxelles quelles que soient les lésions de l'utilisateur de trottinette électrique. La figure ci-dessous présente la gravité des blessures des utilisateurs de trottinette électrique et leurs opposants. La part d'utilisateurs de la route souffrant de graves lésions est faible : seuls 5% des utilisateurs de trottinette électrique et 1% des opposants ont été grièvement blessés à la suite de l'accident. La majorité des utilisateurs de trottinette électrique souffrait de lésions légères. En revanche, la plupart de leurs opposants étaient indemnes après l'accident. On ignore l'état des blessures de 10 personnes ; il s'agit essentiellement de conducteurs de voiture ayant commis un délit de fuite.

Figure 12. Gravité des blessures des personnes impliquées dans les accidents analysés



Pour ce qui est de l'âge, il y a une nette différence entre les utilisateurs de trottinette électrique et leurs opposants : les premiers étant plus jeunes que les seconds. Notons ainsi la différence au niveau de la catégorie « moins de 18 ans » : 11% pour les utilisateurs de trottinettes contre 1% pour les opposants. De plus, nous constatons que 15% des opposants ont 55 ans ou plus, alors qu'aucun utilisateur de trottinette électrique n'est issu de cette catégorie d'âge. Par ailleurs, la répartition par type de profession est fortement corrélée aux tranches d'âge représentées dans les deux groupes. Parmi les opposants, 75% travaillent, 7% sont pensionnés et 4% étudiants. La répartition est tout autre pour les utilisateurs de trottinette électrique : seule la moitié travaille, un quart est sans emploi et un quart est aux études.

Figure 13. Répartition des différentes catégories d'âge des personnes impliquées dans les accidents analysés



Enfin, la part d'hommes parmi les utilisateurs de trottinette électrique est supérieure à la part d'hommes parmi leurs opposants (76% contre 68%). Dans les deux groupes, la part des personnes de nationalité étrangère est élevée : 29% chez les utilisateurs de trottinette électrique et 26% chez leurs opposants. Toutefois, nous pouvons imputer ce phénomène au fait que les accidents se sont produits à Bruxelles dont les nationalités des habitants sont diversifiées.

4.2 Facteurs des accidents impliquant des trottinettes électriques

Lors de l'analyse des accidents, il est vérifié qui est juridiquement responsable de l'accident. L'utilisateur de trottinette électrique est juridiquement responsable de près de la moitié des accidents. Pour 13 accidents, les deux parties sont responsables et dans 35 accidents, c'est la faute de l'autre partie.

Tableau 5. Responsabilité légale de l'accident

	Nombre	%
Les deux parties partagent la responsabilité	13	13%
Uniquement l'utilisateur de trottinette	46	46%
Uniquement l'opposant	35	35%
Inconnu	6	6%

En dehors de la responsabilité juridique, il est au moins aussi important, sinon plus, de se demander qui aurait pu changer quelque chose à la situation (qui aurait pu aboutir à l'accident). Dans 44 accidents, les deux parties auraient pu agir pour éviter l'accident.

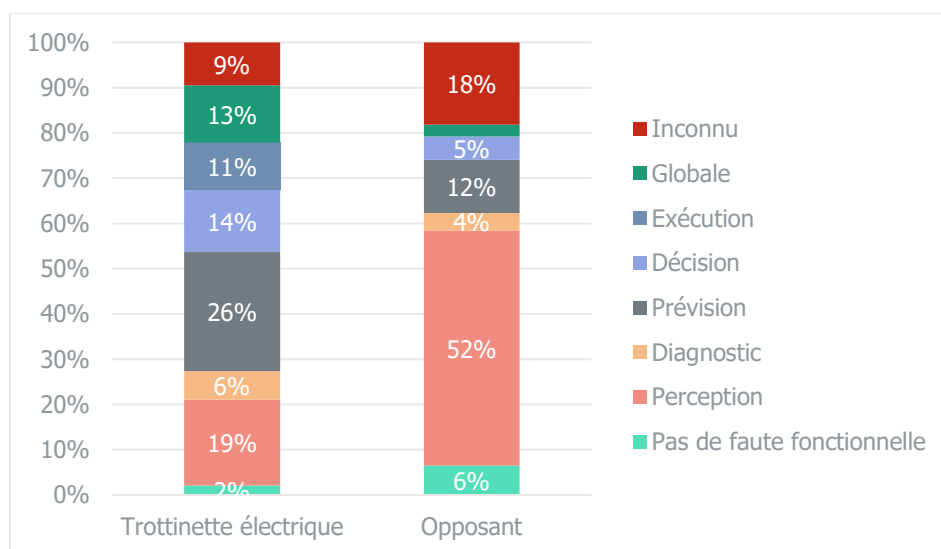
Tableau 6. Possibilité de prévenir l'accident

	Nombre	%
Les deux parties pouvaient prévenir l'accident	44	44%
Seul l'utilisateur de trottinette pouvait prévenir l'accident	40	40%
Seul l'opposant pouvait prévenir l'accident	15	15%
Inconnu	1	1%

Les « erreurs fonctionnelles » commises par les usagers impliqués sont cartographiées. Dans cette méthode, nous partons du principe que les problèmes (menant aux accidents) peuvent apparaître au cours de différentes phases : la perception, le traitement, l'anticipation, la décision et l'exécution (celles-ci sont définies dans la section 3). Par ailleurs, il existe aussi des erreurs dites globales comme la conduite sous l'influence de l'alcool.

Pour les utilisateurs de trottinette électrique, nous observons un profil très varié. Les erreurs de prévision sont les plus nombreuses (26 %), mais les erreurs de perception (19 %) sont également fréquentes. Dans certains cas, aucune erreur fonctionnelle ne peut être attribuée. Il s'agit principalement d'usagers de la route qui sont percutés par l'arrière et qui n'ont donc pas contribué activement à l'accident de quelque manière que ce soit. La part d'utilisateurs de trottinette électrique auxquels aucune erreur fonctionnelle n'a été imputée n'est que de 2 %. Chez les opposants, ce pourcentage est de 6%. Les erreurs globales surviennent plus souvent chez les utilisateurs de trottinette électrique que chez leurs opposants (13% contre 3%). Nous observons chez les opposants essentiellement des erreurs de perception (52%) et des erreurs d'anticipation (12%). D'autres erreurs fonctionnelles se produisent dans une bien moindre mesure.

Figure 14. Répartition des fautes fonctionnelles



Un dernier aspect de l'analyse causale concerne les facteurs d'accident. Jusqu'à 5 facteurs peuvent être codés pour chaque usager de la route. Une distinction est faite entre les facteurs humains, les facteurs liés au véhicule, les facteurs liés à l'infrastructure et les facteurs environnementaux.

Tant pour l'utilisateur de trottinette électrique que pour son opposant, les facteurs humains ont été répertoriés le plus souvent, et pour les deux groupes, la part de « mauvaise estimation du danger » était la plus élevée

(comme l'indique le tableau 7). Il s'agit d'utilisateurs qui engagent une action sans réfléchir aux conséquences éventuelles qu'elle peut entraîner. Exemple : traverser la chaussée alors que la vue sur la circulation est obstruée par un véhicule. L'idée que l'on a été vu par l'autre usager de la route ou la revendication de la priorité (« J'ai la priorité et je poursuis ma route sans regarder ») font également partie de cette catégorie de facteurs d'accident. Le manque d'expérience, qu'il s'agisse de l'expérience de conduite ou de l'expérience avec le véhicule, la perte de contrôle et la prise de risques (conduite trop rapide, pas assez de distance lors des dépassements, style de conduite agressif...) sont plus fréquents chez les utilisateurs de trottinette électrique. L'inattention, c'est-à-dire le fait de conduire en ne prêtant pas suffisamment attention à la circulation, est par contre plus souvent observée chez les opposants aux utilisateurs de trottinette électrique.

Les facteurs liés au véhicule sont plus fréquents chez les utilisateurs de trottinette électrique. Il s'agit principalement de défauts mécaniques, du non-port du casque, de passagers perturbant la stabilité de la trottinette électrique, et d'éléments de conception de la trottinette électrique tels que les petites roues, la difficulté à indiquer sa direction en la conduisant, etc.

Les facteurs liés à l'infrastructure ont également été imputés un peu plus souvent aux utilisateurs de trottinette électrique qu'à leurs opposants. Un manquement au niveau de l'aménagement routier (pistes cyclables étroites bidirectionnelles partagées avec d'autres usagers vulnérables, mauvais tracé de la route, routes trop étroites, etc.) et des problèmes de revêtement de la route étaient les plus courants.

Enfin, en ce qui concerne les facteurs environnementaux, le comportement de l'autre usager de la route a été le plus souvent évoqué, tant par les utilisateurs de trottinette électrique que par leurs opposants. Une visibilité obstruée par un véhicule a également été observée dans un certain nombre de cas.

Tableau 7. Causes d'accidents attribuées aux utilisateurs de trottinette électrique et à leurs opposants

	Trottinette électrique		Opposant	
	Nombre	%	Nombre	%
Aucun facteur d'accident	6	3%	4	4 %
Conduite sous l'influence de l'alcool/d'une drogue	13	7%	5	5%
Inattention	5	3%	13	13%
Distraction	6	3%	5	5%
Autre facteur psychologique	2	1%	2	2%
Manque d'expérience	10	5%	1	1%
Mauvaise évaluation du danger	24	13%	15	15%
Infraction	16	9%	9	9%
Perte de contrôle	17	9%		
Prise de risque	23	13%	8	8%
Facteurs liés au véhicule	13	7%	3	3%
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	11	6%	6	6%
Facteurs liés au revêtement de la route	9	5%		
Obstruction de la vision due à l'infrastructure	1	1%	2	2%
Circonstances météorologiques	1	1%	1	1%
Comportement d'un autre usager de la route	19	10%	20	19%
Obstruction de la vision due à un autre véhicule	6	3%	7	7%
Autres facteurs dus à l'environnement	1	1%	2	2%

4.3 Profils d'accidents fréquents et leurs caractéristiques

4.3.1 Introduction

Les 100 accidents analysés ont été répartis en 8 profils d'accident. Cette classification a été réalisée par le biais d'une méthode conçue par Brenac et Fleury (1999), qui permet d'identifier les accidents présentant une certaine similitude générale. Les accidents d'un même profil ne sont habituellement pas exactement identiques, mais suivent globalement le même scénario. Les critères de classification ne sont pas définis au préalable. En outre, deux chercheurs classent d'abord les accidents séparément les uns des autres, ce qui constitue la base de discussion pour la catégorisation finale.

Cette section vise à passer en revue différents profils types d'accidents qui ressortent de notre analyse de l'échantillon de PV. Comme nous l'avons mentionné dans la section « méthodologie », notre méthode d'analyse est « inductive » : nous avons observé quels scénarios se répètent et quelles caractéristiques en commun ces accidents possèdent. Sur base de cela, des profils d'accident capturant ces caractéristiques clés ont été formées.

Pour chacun de ces profils, un aperçu de leurs caractéristiques est produit à l'aide des données compilées sur base des PV. Chaque aperçu se structure de la manière suivante :

- Une courte description factuelle du scénario
- Les circonstances clés propres à ces scénarios (météo, luminosité, type de chaussée...)
- La liste des types d'utilisateurs impliqués
- Les facteurs causaux ayant engendrés l'accident

Dans une volonté de pertinence et de concision, toutes les variables que nous avons prélevées ne sont pas forcément mentionnées pour chaque profil, surtout quand ceux-ci ne comprennent qu'un nombre très réduit d'accidents. Nous avons sélectionné les aspects les plus saillants, pouvant aider à formuler des recommandations de contre-mesures. Les profils d'accident qui ressortent de cette analyse sont repris dans le tableau ci-dessous. Bien évidemment, certains profils sont beaucoup plus fréquents que d'autres. Enfin, la dernière catégorie « autres » reprend tous les accidents « uniques » qui n'ont pas de similarité frappante avec un autre et est donc très hétérogène. Aucune analyse complémentaire n'est effectuée pour ce groupe résiduel qui comprend par exemple une collision entre une voiture qui faisait marche arrière et une trottinette qui arrivait derrière elle, une collision frontale entre trottinette engagée à contre-sens et une voiture dans un rond-point ou encore un accident avec des circonstances très incertaines car amnésie du conducteur de trottinette suite au choc et délit de fuite de l'autre partie.

Tableau 8. Aperçu des profils d'accident impliquant une trottinette électrique les plus fréquents, parmi notre échantillon analysé

N°	Nom du profil	Nombre d'accidents
1A	Accidents unilatéraux par cause externe.	10
1B	Accidents unilatéraux par facteur humain.	13
2A	Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite.	12
2B	Un des deux utilisateurs enfreint les règles de priorité en se croisant.	14
2C	Une voiture tente de doubler une trottinette qui tourne soudainement à gauche.	3
3	Une trottinette génère une situation dangereuse en traversant un passage pour piéton avec suspicion de vitesse excessive.	11
4	Collision entre une trottinette et un autre utilisateur faible.	9
5	Collision entre une trottinette et la portière ouverte d'un véhicule garé / une personne entrant dans un véhicule garé.	4
6	Un véhicule rejoignant ou quittant un emplacement de parking percute une trottinette.	6
7	Une trottinette est frôlée latéralement par un autre véhicule qui la double.	5

8	Collision frontale entre une trottinette et un autre véhicule dans un sens unique limité	3
/	Autres.	10

4.3.2 Profil 1 : Accidents unilatéraux

Cette première grande catégorie contient tous les accidents qui ne concernent que le conducteur de la trottinette lui-même. Aucune interaction directe avec un autre usager n'a influencé ces accidents. Les accidents où un conducteur de trottinette perd le contrôle de son engin et chute au sol après avoir évité d'extrême justesse un autre véhicule ne font par exemple pas partie du profil 1.

Le profil 1 contient deux « sous-profils » : d'un côté, les accidents dus à un problème indépendant de la volonté du conducteur (problème d'infrastructure ou de véhicule) et de l'autre, les accidents dus à une conduite risquée ou vraisemblablement nonchalante du conducteur de trottinette. Ce type d'accidents unilatéraux est sans doute proportionnellement sous-représenté dans notre échantillon basé sur des PV de police. En effet, il est fort probable qu'une personne qui se blesse seule avec sa trottinette n'appelle pas la police à la suite de l'accident.

4.3.2.1 Profile 1A : Accidents unilatéraux par cause externe (10 accidents)

1/ Description

Ces accidents se produisent à cause d'un problème mécanique ou d'infrastructure, généralement très difficile à anticiper. La faute semble bien souvent imputable à des facteurs autres que le comportement du conducteur de trottinette électrique ou que le comportement du reste du trafic.

Il s'agit d'accidents aux scénarios très divers. Néanmoins, nous remarquons que les petites roues de la trottinette sont généralement impliquées dans ces accidents. Parmi les scénarios rencontrés : la roue de la trottinette peut se bloquer dans un nid de poule rencontré sur la chaussée ou le trottoir, ou encore dans une bouche d'égout (6), un dérapage sur le rail du tram (2), l'accélérateur de la trottinette peut rester "coincé" (1) et une collision avec un poteau laissant peu de place au passage sur une piste cyclable (1). La plupart de ces accidents consistent en une perte de contrôle du véhicule suivie d'une chute.



Figure 15 : Illustration du profil d'accident 1A

2/ Circonstances

Bien qu'un grand nombre de ces accidents soient dus à un trou dans la chaussée (qui n'a pas été vu à l'avance par le conducteur de la trottinette bien souvent, nous pouvons l'imaginer), seul 1 de ces accidents a eu lieu pendant la nuit, en condition d'obscurité. Le temps non plus ne semble pas jouer de rôle, à nouveau 9 des 10 accidents ont eu lieu par conditions atmosphériques normales.

Ces accidents ont eu lieu majoritairement sur des chaussées dépourvues d'infrastructure pour cyclistes : 8 sur une route sans piste cyclable et 2 sur une route avec piste cyclable. Ils ne se déroulent généralement pas non

plus dans un carrefour : 8 se sont déroulés hors croisement. Ceci est logique car ils sont dus à une perturbation hors de toute interaction avec les autres usagers, qu'il s'agisse d'un trou dans la chaussée, d'un rail de tram, ou d'un accélérateur bloqué.

3/ Personnes et véhicules impliqués :

Il s'agit majoritairement de trottinettes partagées (6). Ceci peut être un signe que les conducteurs de trottinette impliqués dans ce genre d'accidents sont généralement des utilisateurs occasionnels moins expérimentés avec l'engin (notamment dans le cas de la trottinette dont l'accélérateur s'est "coincé"). De plus, les victimes de ce type d'accidents sont relativement jeunes (3 victimes mineures).

Ceux-ci se sont surtout blessés les membres (3 blessures aux membres supérieurs et 3 aux membres inférieurs). Dans 1 des 10 cas, il s'agit d'un blessé grave qui s'est cassé la nuque. Celui-ci a cogné avec sa tête un véhicule stationné sur le côté de la route après avoir perdu l'équilibre à cause d'un trou dans la chaussée.

Dans tous ces cas d'accident, aucun autre véhicule n'est impliqué.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Sans surprise, la plupart des victimes ont eu une défaillance « psychomotrice » (perte de contrôle du véhicule). Dans la moitié des 10 cas, un ou plusieurs facteurs humains "physiques ou psychologiques" ont également influencé l'accident. Il s'agit surtout du jeune âge ou du manque d'expérience des usagers. Dans un cas néanmoins (une glissade sur le rail du tram), le conducteur était sous l'influence de l'alcool.

Dans 3 des 10 cas, les caractéristiques techniques du véhicule ont joué un rôle prépondérant, soit de par la petite taille des roues (2) soit de par un problème technique (1). L'infrastructure a bien évidemment joué un rôle dans 9 des 10 accidents : tous sauf la chute due au blocage de l'accélérateur. Dans un seul cas, un facteur environnemental a joué un rôle (pluie qui influe l'adhérence sur le rail du tram). Le trafic et les conditions de circulation n'ont influencé aucun de ces accidents.

Tableau 9. Facteurs d'accident pour le profil 1A

	Trottinette	Opposant
Conduite sous l'influence de l'alcool/d'une drogue	1	
Distraction	1	
Manque d'expérience	4	
Mauvaise évaluation du danger	1	
Perte de contrôle	5	
Facteurs liés au véhicule	5	
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	4	
Facteurs liés au revêtement de la route	6	
Circonstances météorologiques	1	

4.3.2.2 Profil 1B : Accidents unilatéraux par facteur humain (13 accidents)

1/ Description

Cette catégorie inclut des cas d'accidents sans opposant lors desquels le conducteur de la trottinette est clairement en tort. Le scénario de l'accident montre généralement une négligence manifeste de celui-ci.

Parmi ces scénarios, on remarque une prépondérance de chutes sous influence de l'alcool et de chutes dues à une conduite "récréative" et risquée (conduite en zigzag, tourner en rond sur une rue piétonne...). Dans 3 cas cependant, le conducteur a heurté un autre objet avant de chuter : à 2 reprises un véhicule garé de

manière réglementaire et à 1 reprise le rebord d'un trottoir. Ces accidents se caractérisent par la prépondérance des facteurs humains liés à la conduite, ils auraient pu être évités avec plus de prudence.



Figure 16 : Illustration du profil d'accident 1B

2/ Circonstances

Il y a une prépondérance d'un contexte de "sortie" ou de fête, 6 des 13 accidents se sont passés pendant la nuit (c'est-à-dire entre 22h et 6h du matin). Il peut cependant faire sombre plus tôt, 8 accidents ont en réalité eu lieu alors qu'il faisait sombre et 1 au crépuscule. 7 des accidents se sont déroulés pendant le weekend. Dans 9 des 10 cas, les conducteurs ont déclaré se déplacer "pour leur compte" (l'information est inconnue dans 3 cas).

3 de ces accidents ont lieu avec un passager sur la trottinette. C'est clairement un aspect prononcé puisque seulement 2 autres accidents dans l'ensemble des autres profils se déroulent également alors qu'un passager se trouvait sur la trottinette.

3/ Personnes et véhicules impliqués

Ces accidents ne concernent que des conducteurs (ou passagers) de trottinette, et aucun autre usager de la route. Dans 2 cas, le conducteur de trottinette a percuté une voiture garée de manière réglementaire. Une de ces deux victimes fut d'ailleurs lourdement blessée par l'accident. Malheureusement, la cause exacte de cet accident est inconnue.

Ces conducteurs de trottinette « imprudents » semblent plutôt utiliser des trottinettes partagées et non des trottinettes propres (9 cas sur 12 où l'information est fournie alors que 40% de la totalité des accidents de notre échantillon ont eu lieu avec ce type de trottinettes). Ceci pourrait suggérer un manque d'expérience avec le véhicule en comparaison avec la moyenne des accidents. De plus, les utilisateurs sont en général assez jeunes : 27 ans de moyenne et 2 mineurs d'âge.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Les facteurs humains sont évidemment fondamentaux pour expliquer ces accidents. Ceux-ci peuvent être de différents types. Comme nous l'avons déjà dit, il peut s'agir de conduite sous influence de l'alcool (5 cas avérés), mais aussi d'une expérience de conduite avec le véhicule explicitement faible (3 cas). Des aspects propres au véhicule ont également joué un rôle dans certains cas : à 3 reprises le véhicule s'est retrouvé déstabilisé car peu adapté à la présence d'un passager et lors d'1 accident, la petite taille des roues est en cause (la roue avant a heurté la bordure d'un trottoir).

L'infrastructure semble avoir joué une influence dans un seul des cas (le revêtement d'un trottoir en mauvais état). Il en est de même pour les actions des autres usagers (une camionnette garée de manière illicite rendant le passage plus étroit).

Tableau 10. Facteurs d'accident pour le profil 1B

	Trottinette	Opposant
Conduite sous l'influence de l'alcool/d'une drogue	7	
Inattention	1	
Autre facteur psychologique	1	

Manque d'expérience	3	
Infraction	1	
Perte de contrôle	7	
Prise de risques	4	
Facteurs liés au véhicule	4	
Facteurs liés au revêtement de la route	1	
Comportement d'un autre usager de la route	1	

4.3.3 Profil 2 : Accidents aux croisements

Le profil 2 rassemble tous les accidents ayant eu lieu dans un croisement, lors d'une interaction entre un conducteur de trottinette et un autre usager de la route (en grande majorité des voitures). Ces accidents sont classés en 3 sous-genres aux scénarios spécifiques.

4.3.3.1 Profil 2A Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite (12 accidents)

1/ Description

Le profil 2A rassemble des accidents lors desquels une trottinette atteint un carrefour et souhaite le traverser en continuant tout droit. La trottinette voit alors sa route barrée par un autre véhicule plus lourd qui provient de la même rue (roulant soit dans le même sens ou soit dans le sens inverse, comme le montre l'illustration) et qui souhaite virer dans la rue situé à droite du sens de marche de la trottinette. Dans la moitié des cas (6), la voiture circule dans le même sens que la trottinette et souhaite tourner sur sa droite. Dans l'autre moitié des cas, la voiture souhaite virer sur sa gauche et traverse la/les bandes de circulation en sens inverse avant d'entraver le chemin de la trottinette. Ces accidents sont bien souvent liés à une difficulté pour le véhicule opposant de voir la trottinette arriver.

Selon une précédente étude semblable menée par l'institut Vias (Slootmans & Schinckus, 2021), ce scénario d'accidents était d'ailleurs très courant pour les conducteurs de cyclomoteur circulant sur une piste cyclable et souhaitant continuer tout droit à un croisement (18% des accidents de l'échantillon). Une autre étude portant sur les accidents de cyclistes en Région bruxelloise (Vias institute, 2017) révèle également une proportion similaire de ce type d'accidents (14%).

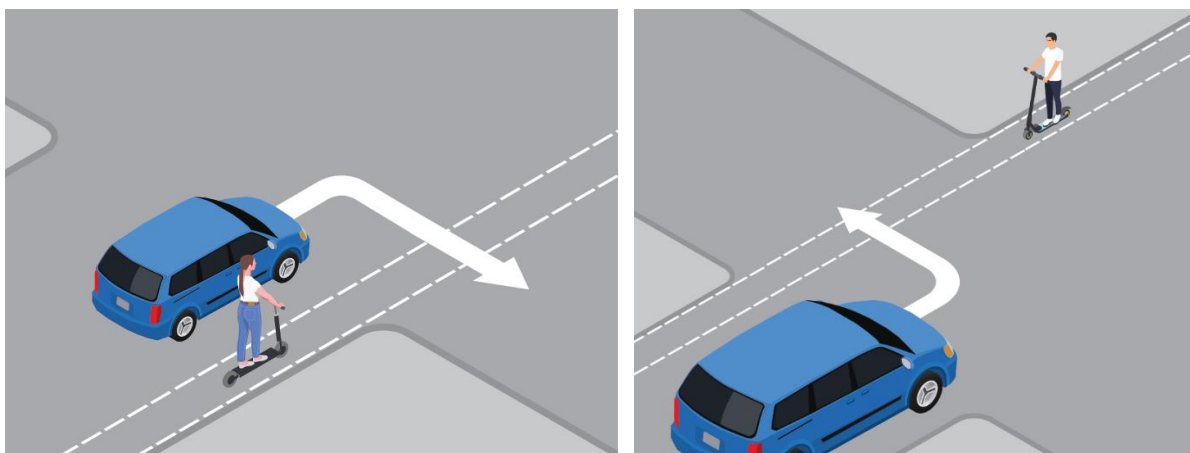


Figure 17 : Illustration du profil d'accident 2A

2/ Circonstances

L'entièreté de ces accidents ont eu lieu pendant la journée. Ce paramètre est particulièrement intéressant car il met en évidence l'importance probable du trafic dans ce type d'accident. Les PV nous informent parfois sur l'état du trafic lors des accidents (dense ou peu dense) mais l'information n'est malheureusement pas toujours reprise et reste souvent vague. Ces accidents ont d'ailleurs généralement lieu sur de grandes artères de la ville (6 accidents sur des routes à 3 bandes ou plus) et des routes munies de pistes cyclables (8 accidents), permettant donc aux trottinettes de dépasser légalement les usagers plus lourds par la droite en cas de trafic dense (ce qui favorise sans doute ce type de collision). 3 de ces pistes cyclables étaient même séparées de la chaussée. La branche du croisement dans laquelle l'opposant souhaitait tourner est par contre souvent une route de moindre importance (seulement à 2 reprises, la rue dans laquelle l'opposant voulait tourner était aussi dotée de 3 ou davantage de bandes).

Dans 4 cas, l'accident a eu lieu dans un carrefour régulé par des feux tricolores (ceux-ci n'empêchant bien évidemment pas l'accident puisqu'il ne s'agissait pas de carrefours avec priorité absolue).

3/ Personnes et véhicules impliqués

Les utilisateurs de trottinette sont d'âges variés et ont principalement utilisé des trottinettes leur appartenant (seulement 2 cas avec trottinette partagée). Aucun d'entre eux ne s'est blessé gravement. Dans un cas un peu particulier, la trottinette n'a même pas été touchée dans l'accident : une voiture voulant tourner a freiné au dernier moment devant la trottinette et une motocyclette a heurté l'arrière de la voiture. C'est le seul cas où la trottinette n'est impliquée que de manière "indirecte" dans l'accident.

L'opposant est toujours une voiture, sauf dans le cas spécifique précédant où à la fois une voiture et une motocyclette sont concernées.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans ce type de scénario, la responsabilité légale n'est généralement pas endossée par le conducteur de trottinette. En effet, si ce dernier souhaite continuer tout droit, il jouit de la priorité à moins qu'un feu tricolore ne le lui interdise. Dans un des accidents, il se pourrait que le conducteur de trottinette soit en tort à ce niveau-là, mais les éléments présents dans le PV ne permettent pas de le certifier. Dans un autre cas par contre, la responsabilité du conducteur de trottinette est établie car il circulait sur une piste cyclable à contresens (à gauche de la chaussée, donc).

L'erreur des automobilistes provient dans la majorité des cas (8) d'un manque de "détection de l'information" (dont 2 fois où l'automobiliste a focalisé son attention sur une autre partie du trafic). Dans les 4 autres cas, la défaillance de l'automobiliste n'apparaît pas explicitement dans le PV.

De plus, dans 2 cas, l'automobiliste n'a pas enclenché son feu clignotant avant d'entamer son virage.

Dans 2 autres cas, la forme de l'infrastructure a joué un rôle, rendant difficile pour l'automobiliste de voir la trottinette : une fois, un automobiliste voulant virer à droite ne s'attendait pas à ce que la trottinette arrive dans le sens inverse à sa circulation (piste cyclable bidirectionnelle) et l'autre, l'automobiliste a déclaré que la piste cyclable séparée était difficilement visible.

La "défaillance" des conducteurs de trottinettes se situe davantage au niveau de l'anticipation de la manœuvre de la voiture. Ils ne s'attendaient généralement pas au virage de la voiture à ce moment puisqu'ils avaient la priorité. La manœuvre de l'automobiliste est souvent décrite comme "inattendue". Cette constatation s'applique dans tous les cas sauf dans un où la trottinette circulait sur sa gauche (piste cyclable à contresens).

Tableau 11. Facteurs d'accident pour le profil 2A

	Trottinette	Opposant
Inattention	1	3
Manque d'expérience		1
Mauvaise évaluation du danger	1	4
Infraction	1	2
Prise de risques		1
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières		1
Obstruction de la vision dûe à l'infrastructure		1

Circonstances météorologiques		1
Comportement d'un autre usager de la route	5	1
Autres facteurs dus à l'environnement	1	

4.3.3.2 Profil 2B : Un des deux usagers enfreint les règles de priorité en se croisant (14 accidents)

1/ Description

Ces accidents se sont également déroulés dans des croisements. Il s'agit des cas où une trottinette et une voiture se croisent et l'un des deux usagers n'a pas donné la priorité par non-respect des règles (là où s'agissait surtout d'un problème de visibilité pour le profil 2A). Contrairement au profil d'accidents 2A où la responsabilité de l'accident reposait presque toujours sur l'opposant, la priorité peut avoir été non-respectée tant par la trottinette que par l'opposant. La responsabilité est dans certains cas difficile à déterminer, notamment s'il y a des informations contradictoires quant à l'état des feux tricolores dans les PV.

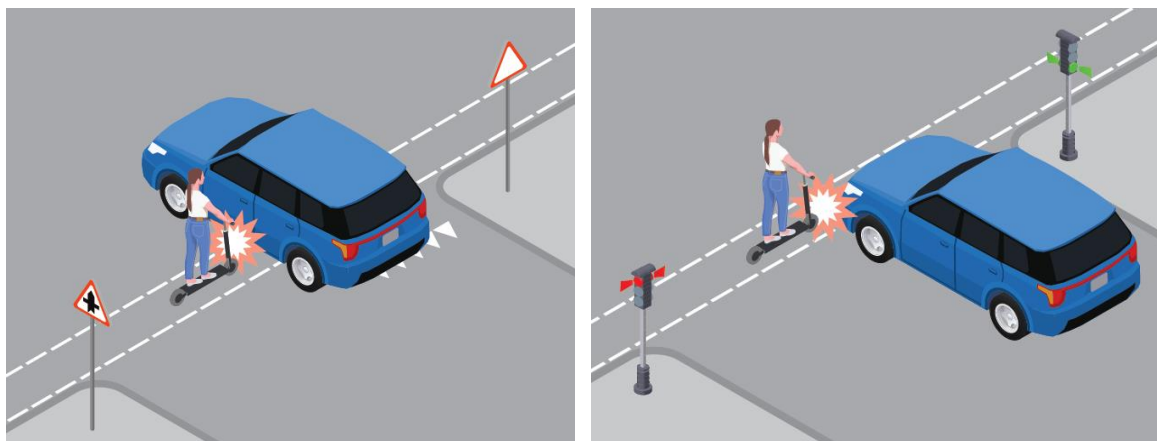


Figure 18 : Illustration du profil d'accident 2A

2/ Circonstances

9 de ces accidents se sont déroulés alors qu'il faisait sombre et pour 1 d'entre eux, le manque de visibilité de la trottinette a clairement eu une influence sur l'accident. Il s'agit essentiellement d'accidents où les véhicules arrivent de direction perpendiculaire (là où les véhicules circulaient dans le même sens ou dans des sens opposés dans le profil 2A). 3 de ces accidents ont lieu dans un rond-point. Ces accidents se déroulent en moyenne sur des routes de moins grande largeur que les accidents du profil 2A : sur 11 accidents, la trottinette évoluait sur une route de moins de 3 bandes (et 10 accidents pour l'opposant). Les trottinettes se déplaçaient par contre moins fréquemment sur des pistes cyclable (4 accidents).

3/ Personnes et véhicules impliqués

La presque totalité des conducteurs de trottinette impliqués sont des hommes (12) et plutôt jeunes (5 d'entre eux ont moins de 25 ans). Un d'entre eux était positif à l'alcool et un autre au THC. Les blessures touchent uniquement les utilisateurs de trottinette, et ce principalement aux membres (3 fois aux bras, 3 fois aux jambes et 4 cas de blessures multiples). 2 d'entre eux furent grièvement blessés.

L'opposant est toujours un automobiliste, sauf dans un cas plus spécifique où il s'agit d'un tram (la priorité absolue du tram n'a pas été respectée malgré l'usage du signal sonore). 3 de ces automobilistes étaient sous l'influence de l'alcool au moment de l'accident.

4/ Facteurs causaux et aggravants

9 conducteurs de trottinettes et 8 conducteurs de voiture sont légalement responsables de l'accident. En effet, dans 3 des accidents, les deux usagers sont tous en tort (par exemple conduite sous influence de l'un et non-respect de la priorité de l'autre).

Les défaillances des conducteurs de trottinette ayant mené aux accidents sont fort variées : dans 4 cas, il s'agit d'une erreur d'anticipation (le conducteur de trottinette continue sa route ne s'attendant pas à une perturbation au croisement). Dans 3 cas, il s'agit d'une violation délibérée de la règle de priorité en brûlant un feu tricolore. 3 cas également proviennent de capacités cognitives altérées par la prise de substance (1 alcool, 1 THC et 1 état confus suspect chez une personne non-testée).

Les facteurs humains sont clairement la principale explication de ces accidents. Seuls 2 facteurs liés à l'infrastructure ressortent des PV (dont une glissade par temps humide). Les automobilistes déclarent avoir été surpris du comportement de la trottinette à 6 reprises.

Tableau 12. **Facteurs d'accident pour le profil 2B**

	Trottinette	Opposant
Conduite sous l'influence de l'alcool/d'une drogue	3	3
Inattention	1	2
Distracted	1	
Autre facteur psychologique	1	
Manque d'expérience	1	
Mauvaise évaluation du danger	3	2
Infraction	6	2
Perte de contrôle	1	
Prise de risques	1	2
Facteurs liés au véhicule		1
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	1	
Facteurs liés au revêtement de la route	1	
Comportement d'un autre usager de la route	1	1
Autres facteurs dus à l'environnement		1

4.3.3.3 Profil 2C : Une voiture tente de doubler une trottinette qui tourne soudainement à gauche (3 accidents)

1/ Description

Les trois accidents de ce profil sont très spécifiques et suivent tous le même scénario. Une trottinette roule devant une voiture (même rue et même sens donc), et souhaite tourner à gauche. C'est à ce moment-là que la voiture tente de doubler la trottinette par la gauche et la heurte. Le virage de la trottinette est décrit par l'automobiliste comme imprévisible.

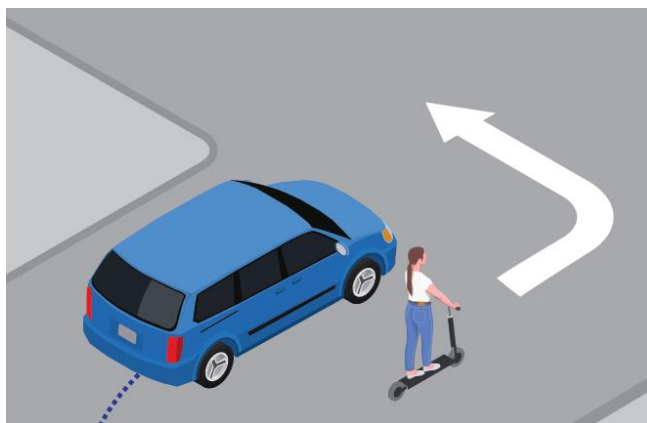


Figure 19 : Illustration pour le profil d'accident 2C

2/ Circonstances

Ces accidents ont à chaque fois eu lieu dans de bonnes conditions météorologiques et en plein jour. Les usagers circulaient toujours sur une rue à deux bandes et deux sens de circulation, ce qui réduisait l'espace pour doubler. La priorité de droite était d'application (priorité des usagers concernés par rapport à la rue de gauche dans laquelle la trottinette souhaitait tourner).

3/ Personnes et véhicules impliqués

Les accidents concernent à chaque fois une trottinette et une voiture. Les conducteurs de trottinette sont plutôt jeunes (2 ont moins de 25 ans et 1 a entre 25 et 34 ans).

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans 2 des cas, le conducteur de trottinette était distrait : l'un utilisait des écouteurs et n'était donc pas à même d'entendre la voiture arriver derrière lui, l'autre avait son attention focalisée sur les nids de poule présents sur la route. Dans ces deux cas-ci, le conducteur de trottinette n'a pas indiqué du tout son intention de tourner à gauche. Ils sont donc responsables de l'accident.

Dans le troisième cas, le conducteur de la trottinette déclare avoir indiqué son intention de tourner en levant le bras. À l'inverse, c'est l'automobiliste qui était distrait (usage du téléphone) et qui est responsable de l'accident.

Tableau 13. Facteurs d'accident pour le profil 2C

	E-step	Opponent
Distraction	2	1
Mauvaise évaluation du danger	3	
Infraction	1	
Prise de risques	1	1
Facteurs liés au véhicule	1	
Facteurs liés au revêtement de la route	1	
Comportement d'un autre usager de la route		2

4.3.4 Profil 3. Une trottinette génère une situation dangereuse en traversant un passage pour piéton avec suspicion de vitesse excessive (11 accidents)

1/ Description

Dans ces 11 accidents, le conducteur de trottinette était en train de traverser une rue sur un passage pour piéton (en venant du trottoir, donc) au moment de la collision. L'automobiliste concerné ne s'attendait pas à l'arrivée d'une trottinette.

Nous parlons d'une "suspicion de vitesse élevée" car il est impossible, sur base des PV, de prouver que la vitesse des trottinettes était réellement trop élevée. Même lorsqu'un témoignage vient appuyer cette hypothèse, nous n'avons jamais de mesure objective de la vitesse de la trottinette. Néanmoins, compte tenu de la limitation de la vitesse à celle du pas (6 km/h) et de la surprise des automobiliste face à une arrivée souvent décrite comme "soudaine", nous nous permettons d'émettre cette hypothèse.

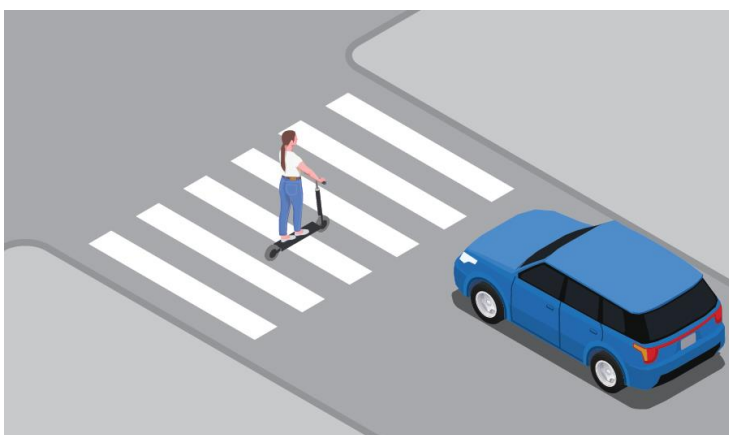


Figure 20 : Illustration du profil d'accident 3

2/ Circonstances

Ils se sont généralement produits dans des routes avec moins de 3 bandes de circulation (8 accidents). Les trottinettes circulaient peut-être sur le trottoir car il s'agissait généralement de rues dépourvues de pistes cyclables. Dans 3 cas cependant, la rue avait bien une piste cyclable et 2 des utilisateurs de trottinette roulaient malgré cela sur le trottoir. L'infrastructure du dernier cas est un peu particulière, il y avait une piste cyclable qui s'interrompait à l'approche du croisement, ce qui explique que la trottinette ait transité par le trottoir.

Les accidents ont presque tous eu lieu dans de bonnes conditions atmosphériques (1 seul accident sous la pluie et 1 seul de nuit). Dans 3 des cas, la voiture amorçait un virage au moment de la collision.

3/ Personnes et véhicules impliqués

L'ensemble des conducteurs de trottinette sont des blessés légers excepté un qui en est ressorti indemne. En effet, dans un des accidents repris, la voiture a dû faire une manœuvre de dernière seconde pour éviter la trottinette qui arrivait du trottoir et a heurté un élément de mobilier urbain servant à garer des vélos. Cet automobiliste fut légèrement blessé. 7 voitures et 2 vans sont impliqués dans ces accidents et aucun des conducteurs, parmi les 5 conducteurs testés, n'était sous influence.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Les défaillances du conducteur de trottinette ayant mené à l'accident sont d'origines très diverses, il s'agit à la fois d'erreurs de détection de l'information, d'anticipation et des violations délibérées des règles en vigueur. Chacun de ces 3 aspects est apparu comme le plus flagrant dans 3 cas d'accidents. Toutefois, la frontière entre les 3 types de défaillance n'est souvent pas très nette. Pour les opposants, les soucis de détection de l'information sont plus souvent évoqués : ceux-ci ont été surpris par l'arrivée d'une trottinette sur le passage pour piéton et ne l'avaient pas vue sur le trottoir.

Les facteurs humains liés à la conduite sont très présents, avec une mauvaise évaluation du danger (6 cas) ou un comportement à risque (3 cas). Dans une moindre mesure, des facteurs liés au trafic sont intervenus : obstruction de la vue par un autre véhicule (1 cas) ou comportement peu clair de l'opposant (1 cas).

Tableau 14. Facteurs d'accident pour le profil 3

	Trottinette	Opposant
Inattention	1	1
Distraction	1	1
Manque d'expérience	2	
Mauvaise évaluation du danger	8	5
Perte de contrôle	1	
Prise de risques	3	
Facteurs liés au véhicule		1
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	1	
Comportement d'un autre usager de la route	1	2
Obstruction de la vision due à un autre véhicule	1	1

4.3.5 Profil 4. Collision entre une trottinette et un autre usager faible (9 accidents)

1/ Description

Ce groupe d'accidents se distingue par les opposants qu'ils concernent (là où les profils 2 et 3 rassemblaient des accidents aux scénarios similaires). Il s'agit d'accidents impliquant des usagers faibles autres que le conducteur de trottinette : cyclistes ou piétons. Leurs scénarios sont donc variés mais certaines tendances se dégagent néanmoins. Il est par exemple pertinent de constater que dans le contexte de ces collisions entre trottinettes et usagers faible, la responsabilité de l'accident est généralement plus du côté du conducteur de trottinette (8) que de l'usager faible (3).

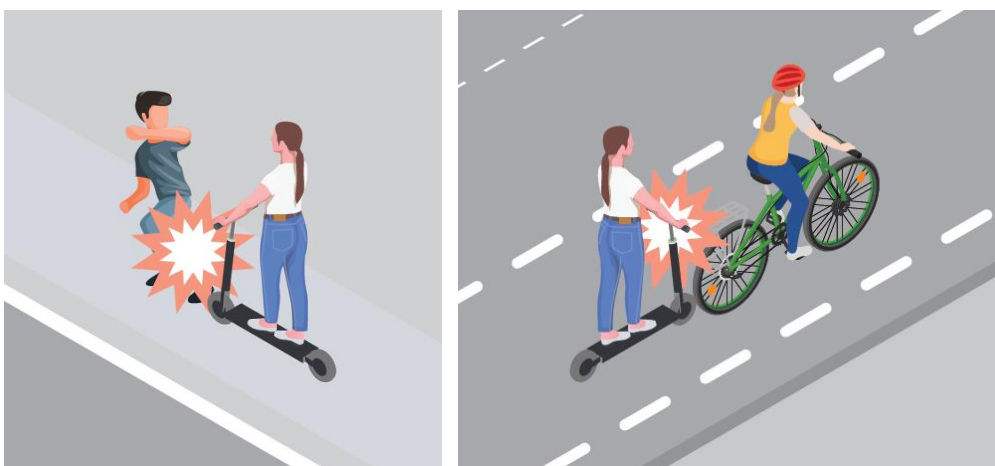


Figure 21: Illustration pour le profil d'accident 4

2/ Circonstances

Lors de 2 de ces accidents, le conducteur de la trottinette s'est blessé en tentant une manœuvre d'évitement vis-à-vis d'un cycliste (une chute et une collision avec un véhicule garé).

Deux des accidents impliquant un cycliste ont quasiment le même scénario : 2 cyclistes roulent côte à côte et la trottinette arrive par derrière à une vitesse décrite par les cyclistes comme "élevée". C'est en voulant doubler les cyclistes que l'accident se produit. 3 autres accidents (pour un total de 5 donc) impliquent aussi une collision avec un autre usager faible "par l'arrière" : 1 avec un cycliste qui avait le pied à terre, un avec un cargo bike qui tourne et 1 avec un piéton.

Les accidents du profil 4 se sont déroulés à des endroits très différents de la chaussée, puisque dans 3 cas cela s'est produit sur le trottoir (à chaque fois avec des piétons et avec une suspicion d'une vitesse excessive), dans 3 cas sur une piste cyclable (à chaque fois avec des cyclistes logiquement, à 2 reprises avec la trottinette venant par derrière et à une reprise avec une rencontre frontale), dans 2 cas sur la route (1 fois avec un cargo bike et 1 fois avec un piéton traversant la route) et à une reprise dans une rue piétonne (avec cycliste).

Tous ces accidents ont eu lieu alors que la météo était bonne et 1 seul accident a eu lieu la nuit.

3/ Personnes et véhicules impliqués

À 5 reprises, l'accident a lieu avec un cycliste et à 4 reprises avec un piéton. Dans 3 des 4 accidents avec piéton, il s'agissait d'une personne particulièrement faible : 1 enfant en bas âge et 2 personnes très âgées (plus de 85 ans). Le conducteur de trottinette est blessé dans 3 cas alors que l'opposant l'est à 8 reprises (dont une blessure grave, dans le cas d'un piéton âgé)

4/ Facteurs causaux et aggravants

Le conducteur de la trottinette est légalement responsable dans 8 accidents sur 9 et des facteurs humains liés à la conduite sont perceptibles dans 7 cas, notamment de la suspicion de vitesse excessive (3 cas) ou une perte de contrôle dû à une manœuvre d'évitement in extremis (2 cas).

Il y a un accident où les spécificités propres à la trottinette ont exercées une influence : en tentant d'éviter un cycliste, la trottinette a dû rouler dans du gazon, ce qui est difficile avec les petites roues (et sans doute plus sujet à chute qu'avec un vélo).

Le facteur qui apparaît principalement dans le chef des opposants est l'effet de surprise, le fait que la manœuvre de la trottinette était inattendue. L'accident est difficilement évitable pour la plupart d'entre eux (notamment parce que la trottinette est arrivée dans le dos du piéton ou du cycliste dans 5 cas).

Tableau 15. Facteurs d'accident pour le profil 4

	Trottinette	Opposant
Aucun facteur d'accident		1
Inattention		1
Mauvaise évaluation du danger	1	
Infraction	1	1
Perte de contrôle	2	
Prise de risques	5	
Autre facteur psychologique		1
Facteurs liés au véhicule	2	
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	2	
Comportement d'un autre usager de la route	1	3

4.3.6 Profil 5. Collision entre une trottinette et la portière ouverte d'un véhicule garé / une personne entrant dans un véhicule garé (4 accidents)

1/ Description

3 accidents concernent une ouverture de portière qui a surpris le conducteur de la trottinette. 1 accident implique le propriétaire d'une voiture qui passe par la chaussée dans le but d'accéder à la portière arrière, côté chaussée. L'entièreté de ces accidents concernent le côté gauche de la voiture. À noter que ceux-ci semblent beaucoup plus courants chez les cyclistes (14% des accidents en Région bruxelloise) (Vias institute, 2017).



Figure 22 : Illustration pour le profil d'accident 5

2/ Circonstances

Parmi les 4 cas que comporte ce profil, la voiture impliquée dans l'accident était garée correctement dans 3 cas. Dans 1 cas cependant, cela est plus litigieux : le conducteur de la trottinette a indiqué que la voiture dépassait largement de l'emplacement prévu pour le parking et que la portière une fois ouverte obstruait totalement la piste cyclable.

La trottinette circulait à 2 reprises sur une piste cyclable située à gauche d'un emplacement de parking le long de la chaussée (avec un léger espace entre piste cyclable et parking) et 2 fois sur une chaussée sans piste cyclable. Une de ces 2 chaussées sans piste cyclable était en mauvais état. De plus, il s'agissait d'une rue étroite à sens unique limité (exception pour cyclistes donc) avec une rigole au milieu de la route, forçant la trottinette à serrer à droite près des voitures.

2 des accidents se sont déroulés en condition d'obscurité.

3/ Personnes et véhicules impliqués

Les 4 conducteurs de trottinettes sont d'âge moyen, tous au-dessus de 25 ans. 3 d'entre eux sont blessés légèrement. Dans le quatrième cas, c'est le piéton qui marchait le long de son véhicule via la chaussée qui est blessé.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans 3 des 4 accidents, le manque d'anticipation semble être la défaillance principale des conducteurs de trottinette, ils ne s'attendaient à aucune perturbation sur leur chemin.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'infrastructure fut un facteur déterminant dans un cas (mauvais état de la voirie et rigole centrale gênante pour la trottinette).

Le manque d'attention fut le facteur déterminant pour l'ensemble des 4 opposants qui ont soit ouvert la portière, soit contourné à pied leur voiture sans vérifier si un autre véhicule arrivait sur la chaussée.

Dans l'ensemble des 4 cas, l'opposant est légalement responsable de l'accident.

Tableau 16. Facteurs d'accident pour le profil 5

	Trottinette	Opposant
Inattention		3
Mauvaise évaluation du danger	1	1
Prise de risques	1	
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	1	
Facteurs liés au revêtement de la route	1	
Comportement d'un autre usager de la route	3	
Obstruction de la vision due à un autre véhicule	2	1

4.3.7 Profil 6. Un véhicule rejoignant ou quittant un emplacement de parking percute une trottinette (6 accidents)

1/ Description

Ces 6 accidents se sont tous déroulés alors qu'un véhicule (l'opposant, un conducteur de voiture ou de camionnette) tente de rejoindre ou de quitter un emplacement de parking situé hors de la chaussée. "Emplacement de parking" est à comprendre dans un sens large, 3 de ces accidents ont en réalité eu lieu alors que les voitures voulaient entrer ou quitter une pompe à essence. Le contexte de ces accidents est différent de celui des profils 2A, 2B et 2C car ils se passent hors de tout croisement. L'opposant devait « couper » la trajectoire de la trottinette pour accéder ou quitter cet emplacement.

Pour les 3 autres cas, il s'agissait 2 fois du parking d'un immeuble d'habitation et 1 fois du parking d'une entreprise. 4 accidents se sont déroulés alors que la voiture tentait d'entrer dans le parking et 2 accidents lors d'une sortie de parking.



Figure 23 : Illustration pour le profil d'accident 6

2/ Circonstances

La plupart de ces accidents (4) se sont déroulés sur des routes à haut niveau de trafic (4 bandes ou plus). Ils semblent se concentrer le long de grandes chaussées situées en périphérie de la ville (des voiries souvent bordées de pompes à essence et d'entreprises avec parking).

Pour 5 de ces accidents, la trottinette circulait de manière réglementaire sur une piste cyclable, et dans 4 de ces 5 cas sur une piste cyclable séparée et surélevée par rapport à la chaussée. Même si ces infrastructures protègent considérablement les cyclistes et les trottinettes du reste de la circulation, elles ne semblent pas empêcher les accidents dans ce type de scénario. 2 de ces 4 pistes cyclables séparées étaient des pistes bidirectionnelles, ce qui a pu générer un effet de surprise pour l'automobiliste (la trottinette circulait donc à gauche de la chaussée par rapport à son sens de marche).

3/ Personnes et véhicules impliqués

5 conducteurs de trottinette ont été blessés légèrement et 1 grièvement. Ces conducteurs sont tous âgés de plus de 25 ans. Aucun des automobilistes n'a été blessé dans ces accidents et un a commis un délit de fuite.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans 3 des 6 cas, le conducteur de la trottinette est responsable légalement de l'accident : une tentative de doublement par la droite (sans piste cyclable donc), une trottinette qui roulait à contresens sur la piste cyclable et un attachement trop strict à la priorité (l'opposant était déjà en train de manœuvrer et la trottinette a tenté de passer devant).

L'aménagement de la voirie a joué un rôle déterminant dans 2 des accidents de par des pistes cyclables bidirectionnelles qui semblent avoir surprises les automobilistes, et dans un de ces deux cas aussi par la présence de véhicules garés (légalement) entre la chaussée et la piste cyclable, obstruant particulièrement la vue.

Tableau 17. Facteurs d'accident pour le profil 6

	Trottinette	Opposant
Inattention		2
Mauvaise évaluation du danger	1	2
Infraction	1	1
Perte de contrôle	1	
Prise de risques	1	
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières		2
Comportement d'un autre usager de la route	1	1
Obstruction de la vision due à un autre véhicule		1

4.3.8 Profil 7. Une trottinette est frôlée latéralement par un autre véhicule qui la double (5 accidents)

1/ Description

Dans ces accidents, le conducteur de trottinette électrique est dépassé par un autre véhicule (4) ou dépasse un véhicule par la droite (1). Le conducteur de la voiture (2) ou de la camionnette (3) n'a pas vu la trottinette électrique et se déporte vers la droite, laissant une distance trop faible entre son véhicule et la trottinette électrique. L'utilisateur de la trottinette électrique entre en collision latéralement avec le véhicule et tombe ensuite au sol. Dans un des cas, l'utilisateur de trottinette tombe contre un véhicule en stationnement. Dans un autre, l'accident se produit à une intersection, et un troisième se déroule dans un rond-point. Selon une autre étude de l'institut Vias, seulement 2% des accidents de cyclistes en Région bruxelloise se dérouleraient selon un scénario semblable (Vias institute, 2017).



Figure 24 : Illustration pour le profil d'accident 7

2/ Circonstances

Ces accidents se produisent sur les routes principales, avec 2 bandes par sens de circulation, et ne disposant pas de piste cyclable. Dans les deux cas en intersection (une intersection en X et un rond-point) la priorité est réglementée par des panneaux de signalisation.

3/ Personnes et véhicules impliqués

Les 5 utilisateurs de la trottinette électrique possédaient la trottinette avec lequel ils voyageaient. Ils ont subi des blessures mineures à la suite de l'accident, avec notamment des blessures aux membres inférieurs (2) ou aux membres supérieurs (1).

L'un des opposants n'était pas titulaire d'un permis de conduire valide. Aucun d'entre eux n'a été blessé.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans chacun des cinq accidents de ce profil, l'opposant a été considéré comme légalement responsable et dans un accident, la responsabilité était partagée avec l'utilisateur de la trottinette. Pour 4 conducteurs de trottinette électrique, l'erreur fonctionnelle concernait une mauvaise appréciation de la situation. Aucune erreur fonctionnelle n'a été constatée pour le 5^{ème} utilisateur de trottinette. Les erreurs fonctionnelles attribuées à l'opposant étaient principalement liées à la perception (4) - ils n'ont pas vu la trottinette électrique - ou à la décision (1) - à savoir une manœuvre de stationnement.

Les facteurs d'accident relevés sont en grande partie liés au comportement des opposants de trottinette électrique. Il s'agissait d'infractions, mais aussi de prises de risques, d'inattention, de distraction et de mauvaise appréciation du danger. Du point de vue des utilisateurs de trottinette électrique, le facteur principal est logiquement le comportement de l'autre usager de la route qui a contribué aux trois accidents. Un seul facteur véhicule a été enregistré : il s'agit d'un cas où l'angle mort de l'opposant a joué un rôle. L'aspect « angle mort » ne ressort explicitement que d'un seul PV, mais notons que 3 des opposants conduisaient une camionnette, qui permet généralement une moins bonne vision périphérique qu'une voiture. Les facteurs liés à l'infrastructure sont le peu d'espace pour les cyclistes et le grand nombre de véhicules garés.

Tableau 18. Facteurs d'accident pour le profil 7

	Trottinette	Opposant
Inattention		1
Distraction		1
Mauvaise évaluation du danger	1	1
Infraction	1	2
Perte de contrôle	1	
Prise de risques	1	2
Autre facteur psychologique		1
Facteurs liés au véhicule		1
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières	1	1

Comportement d'un autre usager de la route	3	
Obstruction de la vision due à un autre véhicule	1	1
Autres facteurs dus à l'environnement		1

4.3.9 Profil 8. Collision frontale entre une trottinette et un autre véhicule dans un sens unique limité(3 accidents)

1/ Description

Ces trois accidents se produisent tous de la même manière : un conducteur de trottinette électrique circule dans une rue étroite, un sens unique limité, à l'approche d'une intersection avec une voie principale. Le conducteur d'une voiture (2) ou d'un camionnette (1) se dirige vers l'intersection depuis la voie principale et souhaite tourner dans le sens unique limité par lequel arrive la trottinette électrique. Au cours de cette manœuvre, il entre en collision avec la trottinette. Le conducteur de la trottinette électrique tombe au sol à la suite de la collision.

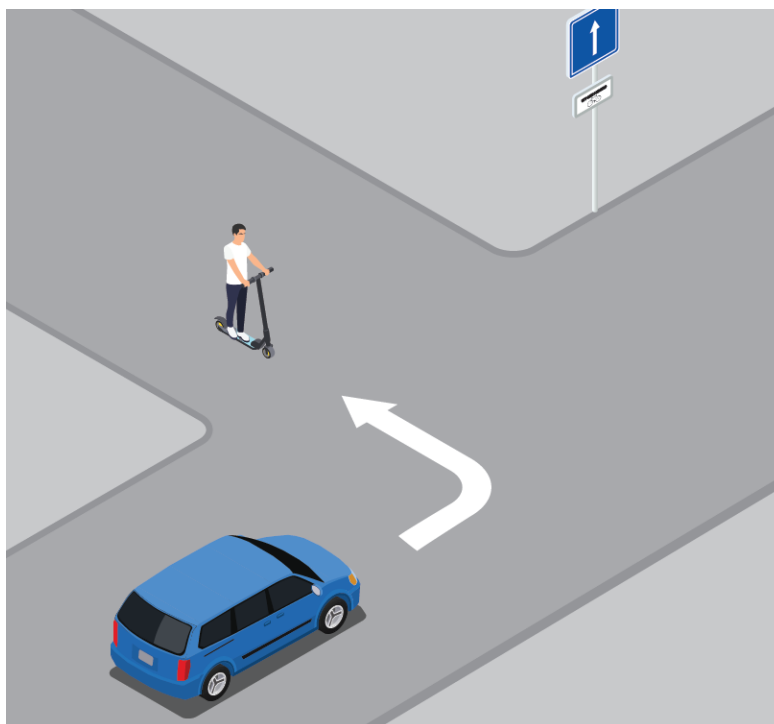


Figure 25 : Illustration pour le profil d'accident 8

2/ Circonstances

2 de ces accidents ont lieu en plein jour et 1 accident lorsqu'il faisait nuit. Les trois accidents ont lieu un jour de week-end.

Deux accidents se sont déroulés dans un carrefour en T et un accident s'est produit à un carrefour en X. Dans chacune de ces trois intersections, le droit de passage est réglementé différemment : par des feux de signalisation, par des panneaux de signalisation ou par priorité de droite. Il n'y a pas de piste cyclable dans la rue où se trouvaient les conducteurs de trottinette électrique.

3/ Personnes et véhicules impliqués

Dans deux cas, la trottinette électrique entre en collision avec une voiture tandis qu'un cas implique une collision avec un camionnette. Tous les conducteurs de trottinette électrique souffrent de blessures mineures aux membres supérieurs ou inférieurs à la suite de l'accident.

4/ Facteurs causaux et aggravants

Dans un des accidents, les deux parties étaient légalement responsables de l'accident, dans un accident la faute légale incombait au conducteur de la trottinette électrique et dans un accident à l'opposant

Pour deux des opposants, une erreur de perception est à l'origine de l'accident : l'un n'avait pas vu le conducteur de la trottinette électrique et l'autre l'avait vu trop tard. Pour le troisième opposant, il s'agissait d'une erreur de traitement de l'information : il avait vu la trottinette mais avait mal évalué la situation. Pour les conducteurs de trottinette électrique, les erreurs fonctionnelles sont diverses : nous avons relevé une erreur de perception, une erreur de traitement et une erreur de décision.

Les facteurs humains ont eu un rôle majeur dans ces accidents. Pour le conducteur du trottinette électrique, nous avons constaté non seulement deux prises de risque - à savoir rouler au milieu de la route dans une rue étroite, juste avant une intersection - mais aussi une mauvaise appréciation du danger et une infraction. L'opposant a également pris des risques, ici principalement des virages très larges où le véhicule se retrouve sur le côté gauche de la chaussée.

Un seul facteur lié au véhicule a été relevé (non port du casque) ainsi qu'un facteur lié à l'infrastructure (route étroite). En outre, dans un accident, la vue des deux usagers de la route était obstruée par un véhicule en stationnement.

Tableau 19. Facteurs d'accident pour le profil 8

	Trottinette	Opposant
Distraction		1
Mauvaise évaluation du danger	1	
Infraction	1	1
Prise de risques	2	2
Facteurs liés au véhicule	1	
Facteurs liés à la conception des infrastructures routières		1
Comportement d'un autre usager de la route		1
Obstruction de la vision due à un autre véhicule	1	1

4.3.10 Synthèse des profils

Nous pouvons classer les accidents en 4 catégories :

1. Accidents à un carrefour
2. Accidents unilatéraux, sans opposant
3. Accidents où une trottinette électrique traverse sur le passage pour piétons
4. Tous les autres accidents

Dans la figure ci-dessous, nous comparons quelques caractéristiques-clés pour chaque type d'accident. La ligne rouge représente ainsi la totalité des accidents, et la ligne verte représente le type d'accident en question.

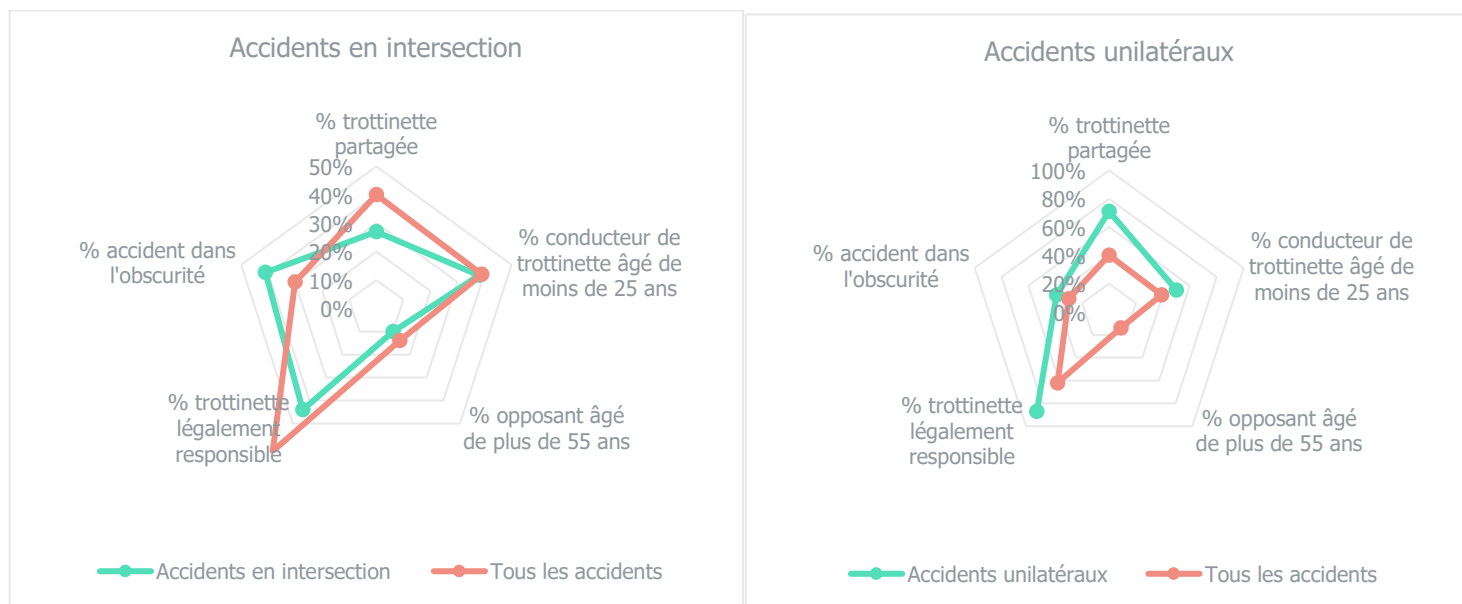
En comparaison des autres accidents, les accidents à un carrefour ont plus souvent lieu dans l'obscurité. Ces accidents se produisent aussi plus souvent avec une trottinette électrique dont la personne impliquée est le propriétaire. En outre, la responsabilité juridique incombe plus souvent à l'opposant que dans le cas des accidents en général.

Pour les accidents unilatéraux, ceux-ci se produisent davantage avec une trottinette partagée. Une explication possible est que les utilisateurs de trottinette partagée ont moins d'expérience avec le véhicule que les personnes qui ont acheté elles-mêmes une trottinette électrique, elles sont donc plus souvent impliquées dans des accidents où des manquements au niveau de l'infrastructure et un manque d'expérience jouent un rôle. Vu l'absence d'opposant dans ce type d'accident, l'utilisateur de trottinette électrique est toujours juridiquement responsable de l'accident. Ces accidents se produisent plus souvent dans l'obscurité comparés à tous les autres types d'accidents. Les utilisateurs de trottinette électrique sont plus jeunes que dans l'ensemble des accidents impliquant une trottinette.

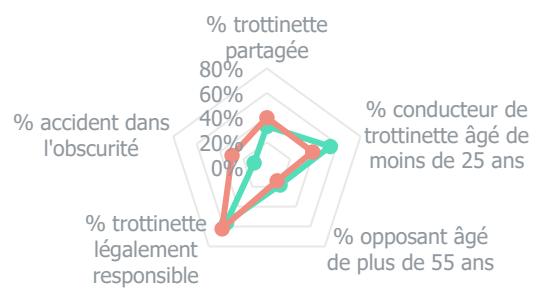
Les utilisateurs de trottinette électrique qui traversent sur un passage pour piétons et entrent en collision avec un autre usager, sont plus jeunes en comparaison de l'ensemble des accidents. Ces accidents se produisent moins souvent dans l'obscurité.

Le groupe « autres accidents » est particulièrement hétérogène. Une plus faible part de jeunes utilisateurs de trottinette électrique est impliquée dans ce type d'accidents et les opposants sont plus âgés en comparaison de l'ensemble des accidents. En outre, la majorité des utilisateurs de trottinette électrique voyageaient avec leur véhicule personnel. L'opposant était plus souvent juridiquement responsable que dans tous les autres types d'accident.

Figur 1. Graphique radar des accidents à une intersection, des accidents unilatéraux, des accidents où un utilisateur de trottinette traverse sur le passage pour piéton et de tous les autres accidents.

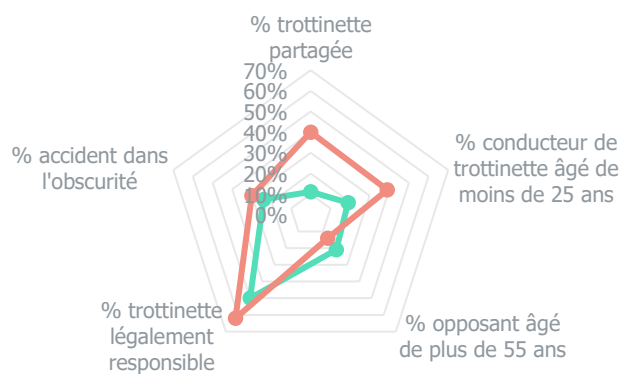


Accidents lors desquels une trottinette traverse le passage pour piéton



—●— Accidents lors desquels une trottinette traverse le passage pour piéton
 —●— Tous les accidents

Autres accidents



—●— Autres accidents —●— Tous les accidents

5 Discussions et recommandations

5.1 Points forts, limitations et recherches futures

Notre échantillon de 100 PV possède sans doute une bonne représentativité des accidents de trottinette à Bruxelles, puisque 157 accidents de trottinette avec lésion y ont eu lieu en 2020. Ce nombre est monté à 414 en 2021, mais notre couverture reste très satisfaisante. Un biais subsiste cependant par la limitation des accidents à la région bruxelloise. Nous avons postulé que ceux-ci restent représentatifs car l'écrasante majorité des accidents de trottinette ont lieu à Bruxelles ou dans les principales villes belges (en milieu urbain donc). Les prochaines études sur les accidents de trottinette électrique devront néanmoins prendre ce critère géographique en compte.

Un autre point fort est l'utilisation de données détaillées de PV qui fournit un ensemble de données bien plus riches que les informations de la base de données officielle relative aux accidents. Il faut cependant noter que les données de PV ne sont pas toujours complètes, ce qui constitue une sérieuse limite. Certaines informations qui nous seraient potentiellement utiles manquent de façon relativement systématique. Dans le cas des accidents de trottinette, il s'agit par exemple du port du casque ou de la présence de dispositifs lumineux/réfléchissants sur l'engin. Il est également impossible d'identifier tous les facteurs ayant contribué à l'accident sur la base des données de PV. Les témoignages sont en effet généralement assez succincts et certains usagers n'ont même pas témoigné du tout (par délit de fuite ou parce que la personne est impossible à joindre). La retranscription des dépositions par la police peut également donner lieu à des biais car il s'agit d'un résumé. L'objectif de la collecte d'information est davantage de déterminer la culpabilité d'un point de vue légal que d'identifier la défaillance cognitive exacte de l'utilisateur (perception de l'information, anticipation...), des éléments peuvent avoir été omis par les usagers interrogés.

La subdivision des accidents en plusieurs profils a permis de dégager un certain nombre de schémas très récurrents dans les données et d'analyser les facteurs d'accidents de façon plus ciblée. Notre classification des accidents en profils conserve une part de subjectivité. Toutefois, le but fut d'identifier des caractéristiques clés, de manière exploratoire (les trottinettes étant arrivées récemment sur nos routes). De futures études permettront de réévaluer cette classification et de comprendre plus précisément ces accidents et leurs conséquences.

5.2 Contre-mesures

Cette section explore en deux temps des propositions de contre-mesures permettant de limiter le nombre d'accidents impliquant des trottinettes : nous revenons d'abord sur les modifications de la loi adoptées en juillet 2022 et formulons ensuite quelques recommandations de mesures additionnelles. Nous faisons référence à nos profils d'accident à cet égard car certaines mesures ont un potentiel effet sur certains types d'accidents et pas sur d'autres.

5.2.1 Changement de la Loi de 2022

5.2.1.1 Interdiction d'avoir un passager

Nous n'avons identifié que 5 accidents lors desquels un passager était présent sur la trottinette. Trois de ces accidents font partie de notre profil 1B (les accidents unilatéraux par facteur humain), c'est-à-dire des accidents où le conducteur de la trottinette a fait preuve d'une claire négligence ayant mené à sa chute. Nous n'avons pas encore de données d'exposition quant au nombre de kilomètres roulés en trottinette et encore moins quant au nombre de kilomètres roulés en trottinette avec passager. Notre précédente étude nous indique cependant que 12% des conducteurs de trottinette ont déjà roulé avec un passager lors des 30 jours précédents leur participation à l'enquête (Slootmans & Schinckus, 2021).

Il est très probable que la présence d'un passager ait un impact sur l'équilibre du véhicule ainsi que sur la concentration du conducteur. Néanmoins, la présence d'un passager sur une trottinette ne semble pas être l'élément le plus préoccupant d'après notre échantillon d'accidents. Dans cet échantillon, la trottinette à plusieurs est surtout associée à un certain penchant vers une conduite risquée, par un public plutôt jeune, la présence du passager et la prise de risque semblant aller de pair.

5.2.1.2 Interdiction de conduire sur le trottoir

Lorsque les accidents en question se sont déroulés, les trottinettes étaient tolérées sur les trottoirs à condition qu'elles circulent à la vitesse du pas. Dès lors, elles étaient assimilées à des piétons, pouvant donc utiliser les passages pour piétons.

Cependant, nous remarquons que ce principe était problématique à deux égards. Premièrement, nous avons observé 11 accidents lors desquels la trottinette traversait un passage pour piéton (profil 3). La plupart des automobilistes avec qui la collision eut lieu déclarent avoir été totalement surpris par l'arrivée de la trottinette. Ces 11 accidents constituent une part loin d'être négligeable de notre échantillon et semblent montrer que la pratique est (ou du moins était) fréquente. Deuxièmement, 3 de nos 9 accidents du profil 4 (collisions entre trottinette et usager faible) se sont déroulés sur un trottoir. 3 piétons ont été blessés dont 2 personnes que l'on pourrait qualifier de "fragiles" (un enfant en bas âge et une personne très âgée). Il s'agit vraisemblablement de conflits entre usagers se déplaçant à des vitesses et de manières très différentes (un enfant en bas âge n'utilise pas le trottoir de la même façon qu'un adulte).

Dans un cas de figure comme dans l'autre, il nous est impossible d'affirmer avec certitude que la trottinette avait commis une infraction. Ceci semble néanmoins très probable compte tenu de la violence des collisions décrites et de la surprise des opposants. En effet, certains automobilistes disent avoir été surpris quand bien même ils ont jeté un œil au passage pour piéton avant de s'engager. Si un usager se déplace beaucoup plus vite qu'un piéton moyen, son arrivée sur le passage peut être très difficile à anticiper. L'interdiction des trottinettes sur les trottoirs et leur assimilation à des cyclistes aurait donc théoriquement permis d'éviter 14 des 100 accidents de notre échantillon. Il nous semble donc primordial que ce principe soit mis en application d'une manière stricte, l'usage de la trottinette sur le trottoir étant à l'origine d'un nombre conséquent d'accidents.

5.2.1.3 Âge d'usage

Aucune limite d'âge n'était clairement énoncée par la Loi au moment où les accidents en question ont eu lieu. Six accidents impliquant des mineurs d'âge de moins de 16 ans ont été constatés dans l'ensemble des PV analysés.

Dans ces 6 cas, nous remarquons que 2 mineurs étaient des passagers alors qu'un de leurs parents conduisait l'engin. Dans les 4 autres cas, l'enfant ou l'adolescent conduisait le véhicule lui-même. Parmi ces 4 cas, 3 accidents font partie du profil d'accident 3 (traversée d'un passage pour piéton en venant du trottoir). Un manque de discernement et de prudence dû à ce jeune âge a potentiellement joué un rôle dans l'accident. La limitation de la trottinette sur la voirie publique aux personnes âgées de minimum 16 ans semble dès lors être pertinente à cet égard.

5.2.1.4 Parking libre

La récente loi vise également à réguler le stationnement des trottinettes. Cependant, cet aspect n'est pas traité par notre rapport. Les accidents présents ne concernent que des trottinettes conduites et non stationnées. Nous n'avons pas pris en compte les éventuelles collisions d'autres véhicules avec des trottinettes garées ou des chutes de piétons dues à celles-ci.

5.2.1.5 Caractéristiques de l'engin

La trottinette doit désormais être équipée d'éléments visuels réfléchissants (catadioptrés et bandes latérales) et d'un dispositif sonore.

Sur les 100 accidents analysés, dans seulement 2 cas l'opposant (un automobiliste) déclare explicitement ne pas avoir vu le conducteur de la trottinette car celui-ci était peu visible dans l'obscurité. Un cas provient du profil 2A (Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite) et un du profil 2B (Un des deux usagers enfreint les règles de priorité en se croisant). Cependant, ceci ne signifie pas que la trottinette était munie des éléments réfléchissants désormais obligatoires dans les 28 autres cas d'accident en condition d'obscurité. Notre rapport se base sur les déclarations retranscrites dans les PV, et celles-ci font rarement mention des dispositifs lumineux dont la trottinette était équipée.

30 des accidents analysés ont eu lieu pendant la nuit, parmi lesquels 21 n'étaient pas des accidents unilatéraux (la présence de réflecteurs lumineux n'aurait donc eu aucune influence dans 9 cas). Cela signifie qu'aucune plainte explicite quant au manque de visibilité n'était dans le PV dans 19 d'accidents de nuit sur 21. Bien qu'il

soit difficile de savoir sur base des PV si les trottinettes étaient munies de phares ou non, cette mesure est probablement très bénéfique compte tenu de l'usage important de la trottinette pendant la nuit et de la prépondérance des accidents où la trottinette n'avait pas été vue par l'opposant (la perception de l'autre usager apparaît comme étant la défaillance principale de l'opposant dans plus de la moitié des cas).

5.2.2 Recommandations

5.2.2.1 Port du casque

La Loi actuelle n'oblige aucunement le port du casque à trottinette. Comme nous l'avons mentionné en introduction, celui-ci est extrêmement limité (4% des conducteurs de trottinette impliqués dans un accident seulement en porterait un selon la littérature (OECD/ITF, 2020)). Malheureusement, les PV ne comprennent souvent pas cette information. Il est dès lors impossible d'évaluer la proportion de conducteurs de trottinette portant un casque au moment de l'accident.

Cependant, nous avons dénombré huit blessures à la tête (dont une grave) parmi les 85 conducteurs de trottinette blessés. Cette proportion serait sans doute encore plus grande si nous avions une plus grande proportion d'accidents graves dans notre échantillon, ayant nécessité une prise en charge par un hôpital. C'est d'ailleurs le cas pour les cyclistes, selon les données issues des hôpitaux (53% de blessures à la tête pour les accidents unilatéraux et 39% pour les accidents avec un autre usager (Bouwen et al., 2022)). Pour la Belgique, une première étude issue du CHU Saint-Pierre (2022) fait état de 40% de blessures à la tête parmi les patients qui ont eu un accident de trottinette. Par ailleurs, une étude similaire réalisée dans un hôpital allemand indique une proportion de blessures à la tête plus élevée pour les conducteurs de trottinette que pour les cyclistes (sur vélo électrique ou classique) parmi les victimes se rendant aux urgences (Meyer et al., 2022).

Une augmentation du port du casque, qui semble pour le moment rare, pourrait permettre de limiter le nombre d'accidents les plus graves. À noter également que 4 de ces 8 blessures à la tête proviennent en effet d'accidents du profil 1B (accidents unilatéraux dus à une négligence claire du conducteur de trottinette). Ces blessures à la tête semblent donc corrélées avec une conduite plus risquée.

5.2.2.2 Contrôles de police (alcoolémie et vitesse maximale des trottinettes)

Récemment, la police bruxelloise a augmenté le nombre de contrôles destinés aux conducteurs de trottinette. Ces contrôles visent principalement deux aspects : le niveau d'alcoolémie et la conformité des trottinettes.

Parmi les accidents analysés, les conducteurs de la trottinette étaient à 6 reprises sous influence et à 2 reprises non-testés mais dans un état "suggérant l'influence de l'alcool". Comme dans le cas des blessures à la tête, la conduite de trottinette sous influence de l'alcool est associée avec les accidents du profil 1B (4 sur 8), qui suggère une tendance à la prise de risque. Une augmentation des contrôles pourrait permettre de limiter ce type d'accidents. Notons qu'il est difficile d'évaluer dans quelle mesure les règles sanitaires alors d'application ont pu influencer la fréquence des accidents impliquant un utilisateur de trottinette sous influence. Les événements avec vente d'alcool ou même la simple possibilité de se réunir à plus d'une poignée de personnes ayant été limités pendant cette période, il est possible que la consommation générale d'alcool fut réduite. Néanmoins, les données officielles indiquent que les proportions d'accidents avec usager sous influence (tous types confondus) n'a diminué que de 15% entre 2019 et 2020.

Quant à la conformité des trottinettes, c'est malheureusement une information qui n'est à nouveau pas présente dans les PV. La Police peut notamment tester si le véhicule est bien bridé à 25km/h comme le demande la loi, mais il est impossible de savoir si certaines des trottinettes impliquées dans notre échantillon d'accidents étaient débridées ou si elles étaient en excès de vitesse. De plus, il n'est parfois même pas possible de vérifier la conformité d'une trottinette si le diamètre de ses roues est particulièrement petit car il n'est pas possible de la poser de manière adéquate sur un banc à rouleaux.

5.2.2.3 Immatriculation des trottinettes

À l'heure actuelle, il est difficile pour un policier de verbaliser un conducteur de trottinette lorsqu'une infraction est constatée. Comme les trottinettes ne sont pas immatriculées, le policier doit nécessairement intercepter l'usager fautif. Une telle immatriculation, qui existe par ailleurs pour les cyclomoteurs de classe A dont la vitesse se limite également à 25 km/h, permettrait de responsabiliser le propriétaire d'une trottinette impliquée dans une infraction. Les firmes qui mettent les trottinettes à disposition devraient dès lors être aptes à communiquer l'identité du propriétaire enregistré pour un engin. Signalons également que l'immatriculation

des trottinettes est soumise à l'existence d'une homologation nationale (ou européenne) qui définirait légalement les engins nécessitant cette immatriculation ou pas.

5.2.2.4 Sensibilisation vers les utilisateurs de trottinette

Une campagne de sensibilisation pourrait être conçue afin d'informer les conducteurs de trottinette quant à certains dangers qu'ils encourent par leur comportement.

Compte tenu de leur probable forte sous-estimation (peu d'intérêt de prévenir la police lors d'une chute), une telle campagne devrait sans doute mettre l'accent sur les accidents unilatéraux. En effet, selon une étude de l'institut Vias (Vandael Schreurs et al, 2023), 70% des accidents auto-déclarés de trottinette sont unilatéraux.

Dans notre échantillon, 10 de ces accidents sont provoqués par un problème d'infrastructure ou de véhicule (profil 1A) et 13 par le facteur humain (profil 1B). Cependant, il est possible qu'à l'intérieur du profil 1, les accidents de type 1A sont sans doute surreprésentés par rapport aux accidents de type 1B. En effet, 6 des 10 accidents de type 1A sont dus à un trou dans la voirie ou à une bouche d'égout. Il est plus probable que la personne souhaite alors faire constater l'accident (par exemple, pour attaquer l'autorité responsable de l'état de la voirie).

La sensibilisation devrait se centrer sur les caractéristiques de la conduite risquée, à savoir : la conduite sous influence, la "conduite récréative" ou le manque d'expérience. La conduite sous influence est corrélée avec les accidents unilatéraux. Dans notre échantillon de conducteurs de trottinette, la conduite sous influence n'est pas spécialement associée avec le jeune âge (moyenne d'âge de 34 ans alors que la moyenne d'âge des conducteurs de trottinette impliqués est de 30 ans), contrairement aux deux autres aspects cités.

La "conduite récréative" désigne une tendance à conduire la trottinette pour l'amusement et la recherche de sensations plutôt que pour aller d'un point A à un point B. Cela se constate dans une série d'accidents du profil 1B (conduite en zigzag, tourner en rond sur une rue piétonne...). Le manque d'expérience se constate notamment parmi les utilisateurs de trottinettes partagées. Plusieurs d'entre eux semblent être surpris par le comportement de l'engin (« il s'est arrêté d'un coup »...).

Les habitudes de conduite sur le trottoir sont aussi très préoccupantes, tant au niveau de l'usage des passages pour piéton à vitesse probablement supérieure à celle du pas (11 accidents) que pour les piétons percutés sur un trottoir (3 accidents). Bien que le législateur vienne de réguler cette pratique en interdisant aux trottinettes l'accès au trottoir, cet aspect pourrait aussi être ciblé dans une hypothétique politique de sensibilisation.

Cette sensibilisation pourrait prendre la forme d'une campagne de prévention aux dangers (affichages, sessions explicatives à l'école...) ou encore de cours d'initiation aux bonnes pratiques, étant donné l'expérience relativement faible avec l'engin d'une bonne part des usagers. L'institut Vias a par ailleurs mené une étude pilote en collaboration avec l'opérateur Lime en 2020, au cours de laquelle l'académie « First Ride » a été mise sur pied. Au cours de celle-ci, les nouveaux utilisateurs ont reçu dans un premier temps des informations sur le Code de la route et quelques astuces théoriques pour conduire une trottinette électrique. Ensuite, ils ont pu s'exercer sur un terrain fermé sous la surveillance de formateurs avant de s'entraîner dans une situation de trafic réelle.

Les régions ont cependant déjà mis en place diverses campagnes afin de sensibiliser les utilisateurs de trottinette. Au moment d'écrire ces lignes, une campagne d'affichage de Bruxelles Mobilité met en garde vis-à-vis d'une série de comportements risqués : non-respect des feux de signalisation, usage illégal du trottoir, conduite sous influence, ou encore « zigzag » entre les véhicules motorisés.

5.2.2.5 Sensibilisation vers le trafic motorisé

Une campagne visant à sensibiliser les conducteurs de véhicule motorisé quant aux dangers que les conducteurs de trottinette subissent contre leur gré pourrait également être mise en œuvre.

Cette campagne se concentrerait sur les scénarios les plus accidentogènes pour lesquels la responsabilité légale du conducteur de trottinette est beaucoup moins souvent engagée que celle de son opposant. Il s'agirait des profils 2A (Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite), 5 (Collision entre une trottinette et la portière ouverte d'un véhicule garé / une personne entrant dans un véhicule garé), 6 (Un véhicule rejoignant ou quittant un emplacement de parking percute une trottinette, avec vraisemblablement un effet de surprise dû à la piste cyclable bidirectionnelle dans 2 cas) et 7 (Une trottinette est frôlée latéralement par un autre véhicule qui la double).

Il s'agit de 4 scénarios dans lesquels la trottinette voit sa route entravée alors qu'elle désirait continuer son chemin (soit en jonction, soit dans un croisement dans lequel elle avait la priorité dans le cas du profil 2). De plus, dans plus de la moitié de ces cas (15 sur 27, si l'on compte l'ensemble de ces profils), l'accident eut lieu alors que la trottinette évoluait sur une piste cyclable.

Cette campagne devrait insister sur le danger vécu par les conducteurs de trottinette, et les conséquences dramatiques éventuelles, lorsque sa trajectoire est coupée de manière imprévisible. Le manque d'attention vis-à-vis des usagers évoluant sur la piste cyclable est souvent la cause de ces accidents (une défaillance dans la perception de l'information de la part de l'automobiliste apparaît dans 18 des 27 cas). Une telle campagne pourrait être bénéfique tant pour la sécurité à trottinette que pour celles des cyclistes et des cyclomoteurs dans une certaine mesure. La présente étude montre d'ailleurs que des accidents très similaires aux profils 2A et 6 semblent encore plus fréquents chez les cyclomoteurs que chez les trottinettes (18% d'accidents semblables au profil 2A chez les cyclomoteurs, et 12% au profil 6) (De Ceunynck et al, 2018).

5.2.2.6 Infrastructure

La qualité de l'infrastructure est explicitement mise en cause dans 6 cas de chutes dues aux trous ou à d'autres défauts présents sur la voirie (alors qu'il y a 10 accidents unilatéraux dus à des facteurs externes au total). Les trottinettes sont particulièrement sensibles aux aspérités présentes sur la route à cause de la petite taille de leurs roues. Le mauvais état de la route a indirectement joué un rôle dans un autre accident lors duquel le conducteur de la trottinette a dû « zigzaguer » entre les trous, ce qui a détourné son attention des autres usagers. Il est recommandé également d'utiliser de l'asphalte pour le revêtement des pistes cyclables, ainsi que des plans inclinés aux entrées et sorties de piste.

La lisibilité de la voirie est également un élément clé. De manière générale, une série de mesures traditionnellement destinées aux cyclistes seraient également bénéfiques pour les utilisateurs de trottinette. Le marquage des pistes pourrait être davantage standardisé (par exemple, via l'usage régulier de l'asphalte rouge et des flèches au sol en début de piste). Même l'ajout de vélos dessinés au sol peut être bénéfique, en rappelant la présence des usagers vulnérables aux conducteurs de véhicule motorisé.

L'analyse des accidents indique que les pistes cyclables séparées de la route, bien qu'elles aient de claires vertus en termes de sécurité des usagers vulnérables (en séparant physiquement les usagers en fonction de leur vitesse), peuvent rendre les trottinettes peu visibles, notamment dans le cas du profil d'accident 2A (Une trottinette traversant un croisement se fait bloquer par un véhicule tournant sur sa droite). Les pistes cyclables bidirectionnelles sont également des infrastructures accidentogènes car les automobilistes n'anticipent parfois pas la venue d'une trottinette se déplaçant sur la gauche de la route (par rapport au sens de marche de la trottinette). Certains lieux clés pourraient bénéficier d'indications supplémentaires (par exemple, les sorties de parking et de stations d'essence basés le long de pistes bidirectionnelles, qui sont également des lieux sensibles).

Tout comme pour les cyclistes, les pistes cyclables situées le long de zones de parking peuvent être dangereuses pour les trottinettes à cause des ouvertures de portière. Une distance suffisante entre la piste et les emplacements de parking est à recommander.

5.2.2.7 Caractéristiques du véhicule

Une dernière manière d'agir dans le but de prévenir les accidents de trottinette électrique est de conditionner la commercialisation des engins à certaines normes minimales. Par exemple, une norme minimale en termes de taille de roues pourrait limiter les pertes d'équilibre. Nous avons observé 8 accidents unilatéraux dus à une aspérité de la voirie et de nombreux (17) accidents lors desquels le conducteur perd le contrôle de son engin. Une étude anglaise visant à tester la capacité de trottinettes à rouler sur des trous sans perte d'équilibre montre un grand gain de stabilité lorsque les roues sont plus grandes⁶. L'ETSC suggère à cet égard d'imposer un minima de 12 pouces (environ 30 cm) pour le diamètre des roues alors que les trottinettes actuellement commercialisées ont très souvent des roues de seulement 8 pouces de diamètre (environ 20 cm). À noter que selon une étude similaire des accidents impliquant des cyclistes à Bruxelles (Vias institute, 2017), les accidents unilatéraux dus à une aspérité de la route ne représentaient que 2% de la totalité des PV analysés, ce qui montre l'importance de la taille des roues pour éviter ce type d'accidents.

Une autre norme que le législateur pourrait imposer aux constructeurs est une réduction de la vitesse maximale atteignable avec l'engin. Actuellement de 25 km/h par défaut, l'ETSC (2023) préconise de la réduire à 20km/h

⁶ <https://swiftyscooters.com/blogs/journal/scooter-safety-pothole-test-results>

car cette vitesse reste supérieure à celle atteinte en moyenne par les cyclistes et permettrait de limiter les probabilités de blessure graves. Néanmoins, ce type d'obligations rencontrerait sans doute beaucoup de résistances, tant de la part des constructeurs que des utilisateurs (qui pourraient toujours tenter de débrider leur engin) et semble peu aisé à mettre en œuvre. Cette limitation de vitesse pourrait théoriquement aussi être assurée par les forces de police, mais la faisabilité d'une telle mesure semble aussi incertaine. La limitation de la vitesse à 20 km/h est déjà d'application dans plusieurs pays européens (Allemagne, Danemark, Suède...). Des trottinettes capables d'atteindre des vitesses largement supérieures à 25 km/h (illégales sur la voie publique donc, destinées par exemple à la course) peuvent également se trouver en ligne.

Des normes minimales quant à la puissance des éclairages pourraient également être prévues pour renforcer l'obligation actuelle de catadioptrés et de bandes réfléchissantes latérales. Rendre les trottinettes plus visibles est un enjeu clé compte tenu des 52% d'opposants qui n'ont pas perçu la trottinette lors de l'accident.

Enfin, un mode mécanique de freinage pourrait être rendu obligatoire sur les trottinettes. Celui-ci servirait notamment à remplacer le freinage électrique en urgence si ce dernier a un problème. L'équipement de deux freins différents est déjà requis pour les cyclomoteurs.

De manière plus générale, les trottinettes électriques auraient besoin d'un cadre légal permettant de contrôler la fiabilité des engins. Il s'agirait de lister un ensemble de normes minimales d'homologation à respecter mais aussi de donner à la police des critères sur lesquels baser leurs contrôles. À l'heure actuelle, nous possédons très peu de garanties quant à la fiabilité d'un engin, surtout si celui-ci est commandé en ligne de l'autre bout du monde. Ceci rend difficile d'établir les responsabilités d'un accident si jamais la trottinette casse de manière imprévue. Selon une autre étude de l'institut Vias (Vandael Schreurs et al., 2023), une large proportion des accidents auto-rapportés par les utilisateurs de trottinette ont été causés par des problèmes techniques (35,6% des accidents unilatéraux de trottinette, alors que la proportion de ces accidents est beaucoup plus négligeables chez les vélos électriques ou les vélos classiques), ce qui plaide en faveur d'un système d'homologation. Les accidents pour cause de problème technique sont donc sous-représentés dans nos données basées sur les PV d'accident (seul 1 accident parle explicitement d'un « accélérateur bloqué »).

Un groupe de travail réfléchit actuellement à l'élaboration d'une telle norme au niveau européen. À noter également l'exemple de l'Espagne, qui a déjà adopté au niveau national une norme contraignante pour toutes les trottinettes électriques vendues sur son territoire. Cette loi concerne des aspects très variés, tels que :

- La qualité des freins : oblige l'engin d'être équipé de deux freins pouvant être commandés via le même mécanisme et capables de fournir un certain niveau de décélération (3,5 m/s).
- Les dimensions des différentes parties de l'engin (hauteur globale, largeur du guidon,...)
- La résistance des matériaux utilisés
- Les mesures contre les véhicules trafiqués
- La fiabilité de l'électronique embarquée et la protection de la batterie
- La traçabilité de l'engin (plaque métallique avec numéro de série, de certification,...)

Des normes spécifiques aux trottinettes (exemple : la norme NBN EN 17128 :2020) existent déjà et pourraient être utilisées comme base pour formuler la liste des critères techniques légaux.

5.2.2.8 Étude future

La présente étude souffre de deux manquements qui l'empêchent de pleinement représenter la situation belge actuelle quant aux accidents de trottinette électrique. D'abord, elle prend en compte que des accidents survenus à Bruxelles (où se sont déroulés 45% des accidents de trottinette) et non dans le reste de la Belgique. Si la Région bruxelloise est clairement le centre névralgique des accidents de trottinette, ces derniers pourraient avoir des caractéristiques différentes en Flandre et en Wallonie, notamment de par les différences régionales au niveau des infrastructures destinées aux cyclistes. Et deuxièmement, les PV analysés concernent des accidents qui datent de 2020. Ceci nous a permis d'évaluer la pertinence des règles en application depuis le 1^{er} juillet 2022. Il serait intéressant de vérifier si les scénarios d'accidents dans lesquels une de ces nouvelles règles est enfreinte (par exemple, la conduite sur le trottoir) sont proportionnellement moins présents dans des PV plus récents, ce qui attesterait d'une application effective de la loi. Refaire une autre édition de cette étude dans le futur serait donc pertinent pour répondre à ces deux manquements.

Références

- Aizpuru, M., Farley, K. X., Rojas, J. C., Crawford, R. S., Moore, T. J., & Wagner, E. R. (2019). Motorized scooter injuries in the era of scooter-shares: A review of the national electronic surveillance system. *American Journal of Emergency Medicine*, 37(6), 1133–1138.
- Badeau, A., Carman, C., Newman, M., Steenblik, J., Carlson, M., & Madsen, T. (2019). Emergency department visits for electric scooter-related injuries after introduction of an urban rental program. *American Journal of Emergency Medicine*, 37(8), 1531–1533.
- Bauer, F., Riley, J. D., Lewandowski, K., Najafi, K., Markowski, H., & Kepros, J. (2020). Traumatic Injuries Associated with Standing Motorized Scooters. *JAMA Network Open*, 3(3).
- Beck, S., Barker, L., Chan, A., & Stanbridge, S. (2020). Emergency department impact following the introduction of an electric scooter sharing service. *Emergency Medicine Australasia*, 32(3), 409-415.
- Blomberg, S. N. F., Rosenkrantz, O. C. M., Lippert, F., & Collatz Christensen, H. (2019). Injury from electric scooters in Copenhagen: A retrospective cohort study. *BMJ Open*, 9(12), 1–8.
- Brenac, T., & Fleury, D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications, *Recherche Transports Sécurité*, 63, 63–76.
- Brenac, T., & Megherbi, B. (1996). Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirées aléatoirement, *Recherche Transports Sécurité*, 52, 59–71.
- Bresler, A. Y., Hanba, C., Svider, P., Carron, M. A., Hsueh, W. D., & Paskhover, B. (2019). Craniofacial injuries related to motorized scooter use: A rising epidemic. *American Journal of Otolaryngology - Head and Neck Medicine and Surgery*, 40(5), 662–666.
- Bruneau, J.-F., & Maurice, P. (2012). A legal status for personal mobility devices. In 13th International Conference on Transport and Mobility for Elderly and Disabled.
- De Ceunynck, T., Sloomans, F., & Daniels, S. (2017) Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents graves impliquant un cyclomoteur en agglomération. Bruxelles, Belgique: Vias Institute.
- Degele, J., Gorr, A., Haas, K., Kormann, D., Krauss, S., Lipinski, P., ... Hertweck, D. (2018). Identifying E-Scooter Sharing Customer Segments Using Clustering. In 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2018 - Proceedings.
- Dhillon, N. K., Juillard, C., Barmparas, G., Lin, T. L., Kim, D. Y., Turay, D., ... Ley, E. J. (2020). Electric Scooter Injury in Southern California Trauma Centers. *Journal of the American College of Surgeons*, 231(1), 133–138.
- European Transport Safety Council (2023). Recommendations on Safety of E-scooters.
- Fearnley, N., Berge S H & Johnsson E. (2020). Shared electric scooters in Oslo, An early survey, TOI report 1748/2020.
- Fitt, H., & Curl, A. (2019). E-scooter use in New Zealand: Insights around some frequently asked questions, (June), 21.
- Jiao, J., & Bai, S. (2020). Understanding the shared e-scooter travels in Austin, TX. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2).
- KFV. (2019). E-Scooter : Neue KFV-Analyse zeigt hohe Unfallzahlen und großen Aufklärungsbedarf, pp. 3–5.
- Köllner, C. (2020). Unfallrisiko für E-Scooter ist höher als das für Fahrräder, Mikromobilität, article en ligne consulté le 10/01/2023 (<https://www.springerprofessional.de/mikromobilitaet/elektrofahrzeuge/unfallrisiko-fuer-e-scooter-ist-hoher-als-das-fuer-fahrraeder/18144552>)
- Lefrancq, M. (2019). Shared freefloating micromobility regulations - results of e-scooter users' survey, (summer), 1–19. Retrieved from http://erscharter.eu/sites/default/files/resources/presentation_martin_lefrancq.pdf

- Martensen, H. & Roynard, M. (2013). MOTAC – Motorcycle accident causation. Analyse approfondie des accidents graves et mortels impliquant des motocyclistes. Bruxelles, Belgique : Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de Connaissance Sécurité Routière
- Meyer, H.L., Kauther, M.D., Polan, C., Abel, B., Vogel, C., Mester, B., Burggraf, M. & Dudda, M. (2022). E-scooter, e-bike and bicycle injuries in the same period-A prospective analysis of a level 1 trauma center, *Der Unfallchirurg*.
- Nisson, P. L., Ley, E., & Chu, R. (2020). Electric scooters: Case reports indicate a growing public health concern. *American Journal of Public Health*, 110(2), 177–179.
- OECD/ITF. (2020). Safe Micromobility, 98. (<https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility>)
- Paudel, M. & Yap, F.F., (2021). Front steering design guidelines formulation for e-scooters considering the influence of sitting and standing riders on self- stability and safety performance. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*. 235.
- Puzio, T. J., Murphy, P. B., Gazzetta, J., Dineen, H. A., Savage, S. A., Streib, E. W., & Zarzaur, B. L. (2020). The electric scooter: A surging new mode of transportation that comes with risk to riders. *Traffic Injury Prevention*, 21(2), 175–178.
- Siman-Tov, M., Radomislensky, I., & Pelega, K. (2013). The Casualties from Electric Bike and Motorized Scooter Road Accidents, 1–23.
- Slootmans, F. en De Schrijver, G. (2015). Les tués sur les autoroutes. Analyse approfondie des accidents de la circulation mortels sur les autoroutes belges pendant la période 2009-2013. Bruxelles, Belgique : Institut Belge pour la Sécurité Routière - Centre de Connaissance de Sécurité Routière.
- Slootmans, F. & Schinckus, L. (2021). Mobiliteit en veiligheid van e-step gebruik – Verkenning van de mobiliteit en de veiligheid van gebruikers van elektrische steps via een online enquête, Brussel, België: Vias institute
- Störmann, P., Klug, A., Nau, C., Verboket, R. D., Leiblein, M., Müller, D., ... Lustenberger, T. (2020). Characteristics and Injury Patterns in Electric-Scooter Related Accidents—A Prospective Two-Center Report from Germany. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1569.
- Vandael Schreurs, K., Ben Messaoud, Y., Dons, E., Wrzesinska, D. & Deleuze, J. (2023). Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents impliquant une trottinette électrique – [Subject], Brussels, Belgium: Vias institute
- Van Elslande, P., & Marechal, M. (2008). Accidentologie des cyclomoteurs, Rapport final [in French]. Salon-de-Provence, France: IFSTTAR, Unité de recherche Mécanismes d'accidents.
- Vias institute (2017). Analyse détaillée d'accidents corporels de cyclistes survenus en RBC de 2010 à 2013. Brussels, Belgium: Vias institute.
- Vias institute (2021). Briefing "Elektrische steps en verkeersveiligheid". Brussel, België, Vias institute, www.vias.be/briefing
- [Vias institute \(2022\)](http://www.vias.be). Baromètre de la Mobilité — VIAS (vias-modalsplit.be, consulté le 30/01/2023).
- Yarmohammadi, A., Baxter, S. L., Ediriwickrema, L. S., Williams, E. C., Kobayashi, L. M., Liu, C. Y., ... Kikkawa, D. O. (2020). Characterization of Facial Trauma Associated with Standing Electric Scooter Injuries. *Ophthalmology*, 127(7), 988–990.

