

TRAUMATISMES

JUIN 2024

ÉTUDES ET ENQUÊTES

**CARACTÉRISTIQUES DES
ACCIDENTÉS À TROTTINETTES
ÉLECTRIQUES OU AUTRES ENGINS
DE DÉPLACEMENT PERSONNEL ET
COMPARAISON AVEC
LES ACCIDENTÉS À VÉLO**

Registre du Rhône des victimes d'accidents
de la circulation routière 2015-2019

Résumé

Caractéristiques des accidentés à trottinettes électriques ou autres engins de déplacement personnel et comparaison avec les accidentés à vélo

Registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation routière 2015-2019

Depuis plusieurs années, et pour différentes raisons (crise économique, crise climatique, pandémie de Covid-19, etc.), la mobilité des personnes en France connaît de grandes évolutions : diminution puis stabilisation de l'usage de la voiture particulière au profit des transports en commun, mise en place du covoiturage, retour de la marche et du vélo en ville et plus récemment l'arrivée des engins de déplacement personnel (trottinettes mécaniques et électriques, monoroues, gyropodes, etc.). Ces derniers connaissent un essor très rapide du fait de leur facilité d'utilisation et de l'alternative qu'ils offrent à certains modes de transport. La mise en place du libre-service de trottinettes électriques dans les grandes villes y a fortement contribué en augmentant leur attractivité. Le développement de ces nouvelles mobilités constitue un enjeu de santé publique, avec une forte augmentation du nombre de victimes observées dans les services d'urgences. Ce constat est à relier avec les conditions de déplacement de ces nouveaux engins : d'une part, avec les caractéristiques des appareils eux-mêmes (maniabilité, instabilité, manque de visibilité), et d'autre part, avec le partage de l'espace public (trottoirs, routes, pistes cyclables, etc.) entre différents modes de déplacement.

Dans ce contexte, cette étude, a pour premier objectif de décrire les caractéristiques de toutes les victimes ayant eu un accident avec un engin de déplacement personnel (EDP) et celles ayant eu un accident de vélo, ainsi que les circonstances de sa survenue. Le second objectif consiste à comparer, sur une population homogène quant aux pratiques de déplacement (homogénéité de topographie, de réglementation, de trafic, etc.) et d'âge (port du casque non obligatoire, exclusion des enfants), la gravité des blessures des usagers d'EDP motorisés (EDPm) à celle des cyclistes accidentés.

Cette analyse se base sur les données recueillies par le Registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation routière. Depuis 1995, il recense en milieu hospitalier toutes les victimes blessées (prises en charge dans les services d'urgences ou hospitalisées) lors d'un accident de la route survenu dans le département et impliquant au moins un véhicule en mouvement, qu'il soit motorisé ou non. La notion de victime repose sur le fait d'avoir au moins une lésion au sens de l'*Abbreviated Injury Scale* (AIS). L'indicateur de gravité retenu pour chaque victime est le maximum de l'AIS (MAIS) et correspond à l'AIS le plus élevé recensé chez un blessé. Les victimes ayant un MAIS égal à 1 sont considérées comme blessés légers, celles avec un MAIS égal à 2 sont considérées comme blessés modérés et les victimes ayant un MAIS égal ou supérieur à 3 sont considérées comme graves.

Cette étude permet de mettre en évidence une explosion du nombre de victimes EDP (motorisés ou non). Dans le Registre du Rhône, leur nombre est multiplié par cinq entre 2018 et 2019. Les caractéristiques des victimes sont cohérentes avec celles retrouvées dans la littérature. Les victimes EDP sont relativement jeunes (âge moyen de 24,3 ans). Les hommes sont 1,6 fois plus nombreux que les femmes. Parmi les victimes EDP, 3 % sont MAIS3+ et 10 % sont hospitalisées.

Si l'on compare la gravité des traumatismes des victimes EDPm à celle des cyclistes, en tenant compte de l'ensemble des facteurs de confusion dans un modèle de régression logistique multivarié, il est intéressant de noter que les victimes EDPm, ont « toutes choses égales par ailleurs », 1,8 fois (IC 1,1-2,7) plus de risque d'être blessées gravement que les cyclistes. Le risque de blessure grave est 2,2 (IC 1,7-2,9) fois plus élevé lorsque l'accident a lieu dans la couronne de Lyon (hors Lyon) que dans Lyon, 1,8 (1,3-2,4) fois plus élevé pour un homme que pour une femme, 1,9 (1,2-2,8) fois plus élevé pour un résident hors du Rhône qu'un

résident de ce département et il est multiplié par 1,9 (1,4-2,4) lorsque l'accident a lieu contre un véhicule motorisé par rapport à une chute seule.

Les accidents d'EDP, et notamment d'EDPm, représentent un fort enjeu de sécurité routière. Des mesures de prévention ciblées doivent être prises pour réduire leur fréquence et leur gravité. Elles peuvent être réfléchies à plusieurs niveaux : au niveau de l'environnement de l'utilisateur (bandes cyclables, amélioration de la chaussée, etc.), du véhicule (feu arrière plus grand, clignotants, etc.), et au niveau du comportement de l'utilisateur (port du casque, respect des règles, alcoolisation limitée à 0,5g/l de sang, etc.). La réglementation de ces engins dans le code de la route demande à être révisée afin d'améliorer la protection de ces usagers.

Les résultats produits dans ce rapport devront être actualisés afin de prendre en compte les évolutions de l'accidentalité des années récentes et l'effet des nouvelles règles de sécurité (décret de 2019 et arrêtés de juin et juillet 2020).

MOTS CLÉS : ÉPIDÉMIOLOGIE, ACCIDENT DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE, NOUVELLES MOBILITÉS, ENGIN DE DÉPLACEMENT PERSONNEL, TROTTINETTE ÉLECTRIQUE, TROTTINETTE MÉCANIQUE, VÉLO, GRAVITÉ, BLESSURE, AIS, REGISTRE DU RHÔNE, FRANCE

Citation suggérée : Tardy H, Amoros E, Ndiaye A, Gadegbeku B. Caractéristiques des accidentés à trottinettes électriques ou autres engins de déplacement personnel et comparaison avec les accidentés à vélo. Registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation routière 2015-2019. Saint-Maurice : Santé publique France, 2024. 47 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISSN : 2609-2174 - ISBN-NET - 979-10-289-0901-7 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : JUIN 2024

Abstract

Characteristics of casualties (injured or killed) from road accidents involving electric scooters and other personal mobility devices compared with those involving bicycles.

Rhône register of road traffic accident victims 2015-2019

In recent years, and for a variety of reasons (economic crisis, climate crisis, COVID-19 pandemic, etc.), personal mobility in France has undergone major changes. These include a decrease followed by a stabilisation in the use of private cars in favour of public transport, the development of car-sharing, a resurgence of walking and cycling in cities, and more recently the emergence of personal mobility devices (mechanical and electric scooters, electric unicycles, Segway, etc.). Easy to use, these devices quickly became a popular alternative to previous modes of transport. The arrival of shared electric scooter services in large cities also greatly contributed to the popularity of personal mobility devices (PMD).

Yet these new forms of mobility also represent a public health issue, with a sharp rise in the number of road-traffic casualties observed in emergency departments. This observation could be related to the conditions of transport surrounding such new devices, including the technical features of the devices themselves (manoeuvrability, instability, lack of visibility) and how public space (pavements, roads, cycle lanes, etc.) is shared between different modes of transport.

In this context, the study's primary objective was to describe the characteristics of all casualties from PMD accidents and those from bicycle accidents, as well as the circumstances in which the accident occurred. The second objective was to compare the severity of injuries among users of motorised PMD (mPMD) with those sustained by cyclists, based on a homogeneous population in terms of travel practices (homogeneity of topography, regulations, traffic, etc.) and age (non-compulsory helmet, exclusion of children).

This analysis was based on data reported in the Rhône registry. Since 1995, this register has recorded all emergency department visits and hospital admissions for injuries sustained in road accidents that occurred in the Rhône district involving at least one moving vehicle, whether motorised or not. A casualty is defined as a person who sustains at least one injury according to the Abbreviated Injury Scale (AIS). The severity indicator for each casualty is the maximum AIS (MAIS), which corresponds to the highest AIS recorded for an injured person. Casualties with a MAIS of 1 are considered slightly injured, those with a MAIS of 2 moderately injured, and those with a MAIS equal to or greater than 3 are considered seriously injured.

This study highlights a considerable increase in the number of PMD casualties (motorised or not). In the Rhône register, their number multiplied by five between 2018 and 2019. Characteristics of casualties were consistent with those found in the literature. PMD victims were relatively young (average age 24.3 years). The proportion of male to female victims was 1.6 to 1. Among EDP victims, 3% were MAIS 3+ and 10% were hospitalised.

When comparing the severity of injuries between mPMD users and cyclists, using a multivariate logistic regression model adjusted for all confounding factors, it is interesting to note that mPMD victims are 1.8 times (CI 1.1–2.7) more likely to be seriously injured than cyclists, "all else being equal". The risk of serious injury is 2.2 (CI 1.7–2.9) times higher when the accident occurs in the outskirts of Lyon (outside Lyon) than within Lyon, 1.8 (1.3–2.4) times higher for a man than for a woman, 1.9 (1.2–2.8) times higher for non-residents of Rhône than for residents, and it is multiplied by 1.9 (1.4–2.4) when the accident involves a motor vehicle compared to a fall alone.

Accidents involving PMD, in particular motorised PMD, represent a significant road safety issue. Targeted preventive measures need to be implemented to reduce their frequency and severity. These measures could address several aspects of PMD use: the user environment (cycle lanes, improved road surface, etc.), the vehicle (larger rear light, indicators, etc.), and user behaviour (helmet use, adherence to rules, alcohol consumption limits, etc.). Revising the road traffic regulations governing these devices would also enhance protection for users.

The results produced in this report shall be updated to reflect changes in accident frequencies in recent years and the impact of new national road safety rules (decree of 2019 and orders of June and July 2020).

KEYWORDS: EPIDEMIOLOGY, ROAD TRAFFIC ACCIDENT, NEW MOBILITY, PERSONAL MOBILITY DEVICE, ELECTRIC SCOOTER, MECHANICAL SCOOTER, BICYCLE, SEVERITY, INJURY, AIS, RHÔNE REGISTER, FRANCE

Suggested citation: Tardy H, Amoros E, Ndiaye A, Gadegbeku B. Characteristics of casualties (injured or killed) from road accidents involving electric scooters and other personal mobility devices compared with those involving bicycles. Rhône register of road traffic accident victims 2015-2019. Saint-Maurice: Santé publique France, 2024. 47 p. Available online at: www.santepubliquefrance.fr

ISSN: 2534-6539 - ISBN-NET - 979-10-289-0901-7 - PRODUCED BY THE COMMUNICATION DIVISION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - LEGAL DEPOSIT: JUNE 2024

Auteurs (Umrestte, unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport travail environnement de l'Université Gustave Eiffel et de l'Université Claude Bernard Lyon 1)

| | |
|---------------------------|--|
| Hélène Tardy | Ingénieure d'études en épidémiologie |
| Emmanuelle Amoros | Chargée de recherche en épidémiologie des traumatismes |
| Amina Ndiaye | Ingénieure de Recherche |
| Blandine Gadegbeku | Ingénieure de recherche en épidémiologie des traumatismes, directrice adjointe de l'Umrestte |

Responsables du suivi (Santé publique France)

| | |
|--------------------------|---|
| Louis-Marie Paget | Chargé de projet et d'expertise scientifique, Unité traumatismes et avancée en âge, Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, |
| Julien Brière | Chargé de projets scientifiques en santé publique, Unité surveillance des pathologies en lien avec l'environnement et le travail, Direction Santé Environnement Travail |
| Nathalie Beltzer | Responsable de l'Unité traumatisme et avancée en âge, Direction des maladies non transmissibles et traumatismes |

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Résumé | 2 |
| Abstract | 4 |
| Auteurs (Umrestte)..... | 6 |
| Responsables du suivi (Santé publique France) | 6 |
| Glossaire/Définition/Abréviations | 8 |
| 1. INTRODUCTION | 9 |
| 2. OBJECTIFS | 11 |
| 3. MATÉRIEL ET MÉTHODE : LE REGISTRE DU RHÔNE | 11 |
| 3.1 Matériel : le Registre du Rhône | 11 |
| 3.1.1 Critères d'inclusion dans le Registre..... | 11 |
| 3.1.2 Codage des lésions : échelles AIS | 11 |
| 3.2 Méthodologie d'analyse | 12 |
| 3.2.1 Définitions et données sélectionnées | 12 |
| 3.2.2 Méthode | 12 |
| 4. RÉSULTATS..... | 14 |
| 4.1 Données de contexte | 14 |
| 4.1.1 Évolution du nombre de victimes selon le mode de transport | 14 |
| 4.1.2 Incidence globale | 14 |
| 4.2 Description des accidents corporels d'EDP et de leurs victimes | 15 |
| 4.2.1 Environnement des accidents..... | 15 |
| 4.2.2 Caractéristiques des véhicules et des antagonistes..... | 18 |
| 4.2.3 Caractéristiques des victimes | 20 |
| 4.3 Description des accidents corporels à vélo et de leurs victimes | 23 |
| 4.3.1 Environnement des accidents..... | 23 |
| 4.3.2 Caractéristiques des véhicules et des antagonistes..... | 25 |
| 4.3.3 Caractéristiques des victimes | 26 |
| 4.4 Comparaison de la gravité des traumatismes des victimes EDPm à celle des cyclistes ... | 28 |
| 4.4.1 Caractéristiques des victimes EDPm et cyclistes..... | 28 |
| 4.4.2 Facteurs associés aux blessures graves chez les victimes EDPm et chez les victimes à vélo..... | 32 |
| 5. DISCUSSION | 35 |
| 6. CONCLUSION | 39 |
| 7. ANNEXES..... | 41 |
| Annexe 1 | 41 |
| Annexe 2 | 41 |
| Annexe 3 | 41 |
| Annexe 4 | 42 |
| Annexe 5 | 43 |
| 8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 45 |

Glossaire/Définition/Abréviations

| | |
|---|--|
| 2 RM | Deux-roues motorisé |
| Abbreviated Injury Scale (AIS) | Classification de référence en traumatologie qui permet de coder chaque lésion élémentaire et de lui donner un degré de gravité immédiate allant de 1 (gravité mineure) à 6 (au-delà de toute ressource thérapeutique). Version 2005 mise à jour en 2008. |
| Accident corporel de la circulation routière | Événement qui implique au moins un véhicule en mouvement motorisé ou non (la notion de véhicule englobe tous les moyens de locomotion, y compris les non motorisés dès lors qu'ils présentent au moins des roulettes ; patins, rollers, trottinettes, etc.). Il survient sur une voie ouverte à la circulation routière (voie publique ou voie privée) et provoque au moins une victime (au sens de l'AIS). |
| Blessé grave | Victime dont le MAIS est égal ou supérieur à 3. |
| Blessé léger | Victime ayant un MAIS égal à 1. |
| Blessé modéré | Victime ayant un MAIS égal à 2. |
| Couronne de Lyon | Villes qui constituent la couronne de Lyon, hors ville de Lyon. |
| Engin de déplacement personnel (EDP) | Véhicule sans place assise, conçue et construit pour le déplacement d'une seule personne et dépourvu de tout aménagement destiné au transport de marchandises. Peut-être mécanique ou motorisé. (Décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel 2019). |
| Engin de déplacement personnel motorisé (EDPm) | Catégorie de véhicule compact, généralement monoplace, équipé d'un moteur non thermique ou d'une assistance non thermique, dont la vitesse est supérieure à 6 km/h et ne dépasse pas 25 km/h (décret du 23 octobre 2019). Catégorie qui regroupe les gyropodes, monoroues, trottinettes électriques, gyroskates, gyroroues, skateboards électriques. |
| Engin de déplacement personnel non motorisé (EDPnm-nr) | Catégorie de véhicule compact, généralement monoplace regroupant les patins, rollers, planches et trottinettes mécaniques. Dans les données du Registre, cette catégorie inclut aussi ceux dont la motorisation n'est pas renseignée. |
| IC | Intervalle de confiance. |
| MAIS (AIS maximum) | Définit le niveau global de sévérité des lésions pour une victime. Il correspond à l'AIS le plus élevé recensé chez un blessé. |
| Matrice de Haddon | Matrice d'analyse des accidents et traumatismes distinguant les différents niveaux de risque ou sécurité : sécurité primaire (éviter l'accident), sécurité secondaire (sachant qu'il y a accident, éviter les blessures), sécurité tertiaire (sachant qu'il y a blessure(s), éviter les séquelles). Ces niveaux sont croisés avec différents champs : environnement (spatial, temporel, sociétal), véhicule(s) (de l'utilisateur et de l'antagoniste), et usagers. Par exemple, le port du casque se situe en sécurité secondaire dans le champ usagers, alors que l'obligation du port du casque se situe dans le champ environnement sociétal (<i>Haddon Matrix 2022</i>). |
| Métropole de Lyon | Regroupe la ville de Lyon et les villes constituant sa couronne. |
| Réseau routier | Ensemble des voies de circulation routière (autoroutes, RN, RD, voies communales, rues, parkings, etc.). |
| Victime | Personne impliquée dans un accident de la circulation routière et ayant au moins une lésion au sens de l'AIS. Elle peut décéder des suites de son accident ; autrement dit, le terme « victimes » englobe blessés et tués. |

1. INTRODUCTION

Depuis une quinzaine d'années et pour différentes raisons (crise économique, crise climatique, pandémie de Covid-19, etc.), la mobilité des personnes en France connaît de grandes évolutions : diminution puis stabilisation de l'usage de la voiture particulière au profit des transports en commun, mise en place du covoiturage, retour de la marche et du vélo en ville et plus récemment arrivée des engins de déplacement personnel (EDP) d'après l'Enquête nationale mobilité des personnes de 2019 (ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires 2020 ; 2022). Ceux-ci sont définis comme des véhicules sans place assise, conçus et construits pour le déplacement d'une seule personne et dépourvus de tout aménagement destiné au transport de marchandises, ils peuvent être mécaniques ou motorisés (décret du 23 octobre 2019, article R 311-1 du code de la route).

Ces derniers connaissent un essor très rapide du fait de leur facilité d'utilisation et de l'alternative qu'ils offrent à certains modes de transport, comme en témoignent les chiffres de vente ; 1 734 800 engins ont été vendus en 2017, soit une augmentation de 35 % en volume par rapport à 2016 (Fédération des professionnels micro-mobilité 2020). Les trottinettes électriques sont très majoritaires au sein des engins de déplacement personnel motorisés (EDPm) et la mise en place du libre-service dans plusieurs grandes villes de France (Paris, Lyon, etc.) a fortement augmenté leur visibilité et leur attractivité. L'introduction de ces engins dans l'espace public se fait dans un cadre législatif où la réglementation fait défaut (le premier décret est arrivé le 23 octobre 2019).

Des différences d'utilisation apparaissent entre les EDPm personnels qui relèvent plus d'une mobilité quotidienne liée aux déplacements professionnels et scolaires, et les EDPm en libre-service qui correspondent davantage à une mobilité de loisirs (Smart Mobility Lab 2020). Ces engins de déplacement personnel sont particulièrement bien présents dans l'intermodalité et sont principalement utilisés dans les premiers/derniers kilomètres à parcourir. Les trottinettes en libre-service sont même un mode prisé des touristes (visiteurs français et étrangers) puisqu'ils représentent jusqu'à 42 % des usagers loueurs (enquête 6t, Usages et usagers des trottinettes électriques en *free-floating* en France, 2019).

Si les effets bénéfiques sur la santé sont avérés pour la pratique du vélo (Redberg, Vittinghoff, et Katz 2021) y compris en agissant sur la réduction du stress (Avila-Palencia *et al.* 2017), ils sont cependant moins évidents pour les usagers d'EDPm en termes d'effets directs, notamment au niveau cardio-vasculaire. Le développement de cette micro-mobilité pourrait avoir des effets indirects en agissant sur les polluants atmosphériques si un report modal était effectué de la voiture vers les EDP. Cet effet potentiel est à moduler puisqu'une étude de l'institut norvégien d'économie des transports a montré qu'en Norvège le report modal depuis la voiture n'est que de 8 % vers les trottinettes, versus 60 % en remplacement de la marche. Une étude montre que « 44 % des usagers locaux auraient réalisé le trajet à pied plutôt qu'en trottinette en *free-floating* si ce mode n'avait pas existé » (6t-bureau de recherche 2019). Par ailleurs, l'ouvrage sur les Mobilités décarbonées du Cerema (chapitre 5 : Quand les engins de déplacement personnel transforment la mobilité urbaine, Mathieu Rabaud et Cyprien Richer (cerema 2022) constatent que ce mode de déplacement se situe entre la marche et le vélo en termes de distance parcourue par déplacement.

En France, le groupe de travail mobilités actives (Assises de la mobilité, ateliers de l'innovation, 2017) s'est exprimé pour une évolution de la réglementation qui doit aller dans le sens d'une assimilation des EDP motorisés aux vélos plutôt qu'aux piétons, rejoignant ainsi une partie des conclusions du comité des experts du CNSR (Conseil national de la sécurité routière - Novembre 2017). Les règles de circulation de ces engins ont été précisées dans le code de la route en octobre 2019 (Décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel, complété par le Décret n°2023-848 du

31 août 2023). La circulation des EDPm est dorénavant interdite sur les trottoirs (sauf autorisation spécifique du maire) (voir détail en annexe 1).

Cependant, sur la période d'étude, ici 2015 à 2019, ces règles n'étaient pas encore statuées. En particulier, les trottinettes électriques roulaient sur presque toutes les infrastructures : routes, pistes cyclables, voies cyclables, voies piétonnes, et notamment sur les trottoirs.

Le format compact de ces engins présente l'avantage de permettre à l'utilisateur de manœuvrer facilement dans un environnement urbain qui peut être particulièrement dense, mais il a aussi le désavantage de l'instabilité (roues de petite taille). Cette maniabilité et cette instabilité, cumulées avec le manque de conspécuité (le fait d'être visible par autrui) et le partage de l'espace public (trottoirs, routes, pistes cyclables, etc.) avec différents usagers, augmentent potentiellement le risque d'accident.

L'accroissement récent du nombre de victimes observé dans les services hospitaliers des villes où les EDPm sont en libre-service, a révélé un fort enjeu de sécurité secondaire (au sens du risque d'être blessé dans un accident), enjeu probablement sous-évalué quant aux blessés légers puisque ceux-ci ne consultent pas systématiquement à l'hôpital. Dans différents pays occidentaux, un certain nombre de publications émanent des services d'urgence des hôpitaux ; elles portent donc essentiellement sur les lésions et peu sur les circonstances d'accident. Il faut cependant noter que les articles publiés sur le sujet concernent principalement les trottinettes électriques. Dans certains services d'urgences, le nombre de victimes EDP atteint même celui de victimes cyclistes (Beck *et al.* 2020). Cependant, pour bien étudier le risque d'accident (sécurité primaire), il faut des données de mobilité, ce qui n'est pas encore très répandu ou accessible.

Les articles concernant les blessures, en matière de localisation, de gravité et de nature sont très nombreux. La catégorisation des blessures varie d'une étude à l'autre et le manque de cohérence des informations collectées rend les comparaisons/conclusions difficiles. Concernant la localisation des blessures et selon une revue bibliographique exploratoire (Toofany *et al.* 2021), les victimes à trottinettes électriques sont particulièrement touchées au niveau de la tête, des membres supérieurs et inférieurs. Les lésions au thorax et à l'abdomen sont moins fréquentes. La sévérité des blessures n'est pas consistante dans toutes les études, mais il semble que la gravité soit plutôt mineure.

En France, un registre des victimes d'accidents corporels de la circulation routière existe depuis plus de vingt-cinq ans dans le département du Rhône (1,8 m d'habitants, 9 071 victimes enregistrées en 2018). Très urbanisé, avec une densité moyenne supérieure à la moyenne nationale (560 habitants/km² versus 106 habitants/km²), ce territoire inclut une métropole (Lyon métropole, 2 570 habitants/km², (Insee 2021)) ce qui représente un atout pour la surveillance des nouvelles formes de mobilité urbaine. La densité urbaine joue sur l'accidentalité : plus elle est dense, plus il y a d'accidents mais moins ils sont graves. Ceci se retrouve dans les chiffres, le Rhône se caractérise par une faible mortalité routière (32 tués pour 1 million d'habitants vs 53 pour l'ensemble de la France métropolitaine (Observatoire national interministériel de la sécurité routière 2019)). Néanmoins, les chiffres de sécurité routière ne se résument pas au nombre de tués, et si l'on regarde les taux d'accidents corporels de la route pour 100 000 habitants, ils sont de 367 dans le Rhône contre 409 sur la France métropolitaine (« Interventions réalisées par les services d'incendie et de secours - data.gouv.fr » 2020).

Dans ce contexte, nous réalisons une analyse des blessés usagers de trottinettes électriques et autres EDP, comparés aux blessés à vélo.

2. OBJECTIFS

Le Registre du Rhône collecte des données de traumatologie routière dans le département du Rhône depuis plus de vingt-cinq ans (Laumon *et al.* 1997; Laumon 1997). Le premier objectif de cette étude est de décrire les caractéristiques des victimes ayant eu un accident avec un engin de déplacement personnel (EDP) et celles ayant eu un accident de vélo ainsi que les circonstances de survenue de leur accident.

Les usagers d'EDPm et de vélos présentent des similitudes en termes de vitesse pratiquée, de voies de circulation, d'absence de carrosserie. Pour ces raisons, dans un deuxième objectif, nous avons comparé la gravité lésionnelle des victimes usagers d'EDP motorisé (EDPm) à celle des cyclistes.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODE : LE REGISTRE DU RHÔNE

3.1 Matériel : le Registre du Rhône

3.1.1 Critères d'inclusion dans le Registre

Le Registre du Rhône existe depuis 1995 et recense toutes les victimes corporelles, c'est-à-dire ayant au moins une lésion au sens de l'*Abbreviated Injury Scale* (AIS) (AAAM, 2005 mis à jour en 2008) lors d'un accident de la route, autrement dit survenant sur une voie ouverte à la circulation routière (voie publique ou voie privée), dans le département du Rhône et impliquant au moins un véhicule en mouvement, motorisé ou non (la notion de véhicule englobe tous les moyens de locomotion, y compris les non motorisés dès lors qu'ils présentent au moins des roulettes). Sont donc incluses en particulier les victimes d'accident de véhicules à roues, motorisés ou non (rollers, trottinettes, etc.) chutant seules. Le recueil repose sur l'ensemble des structures sanitaires publiques et privées, au nombre de 245, qui prennent en charge les blessés de la route du Rhône : urgences pré-hospitalières (Samu et Smur), services d'urgences, réanimation, médecine légale, chirurgie, rééducation, convalescence, y compris dans les départements limitrophes du Rhône.

3.1.2 Codage des lésions : échelles AIS

Les lésions sont codées à l'aide de l'AIS 2005, révision 2008 (*Abbreviated Injury Scale* (AIS) 2008) à partir des observations médicales notées en clair dans la fiche de recueil Registre. Cette classification des lésions traumatiques comporte un descriptif de la lésion. Les codes renseignent la région corporelle atteinte (R), le type de structure anatomique (T), la structure anatomique spécifique (S) et le type d'atteinte lésionnelle (N), auxquels est associé un niveau de gravité immédiate : le score AIS. Celui-ci varie de 1 pour une lésion de gravité « mineure » à 6 pour une lésion de gravité « maximale » (c'est-à-dire au-delà de toute ressource thérapeutique).

Afin de tenir compte du caractère potentiel de polytraumatisme, l'indicateur de gravité global pour chaque victime utilisé dans cette étude est le MAIS (Maximum de l'AIS). Pour une personne ayant plusieurs blessures, il correspond à l'AIS de sa blessure la plus grave. Les victimes ayant un MAIS égal à 1 sont considérées comme blessés légers, celles avec un MAIS égal à 2 sont considérées comme blessés modérés et les victimes ayant un MAIS égal ou supérieur à 3 sont considérées comme graves.

3.2 Méthodologie d'analyse

3.2.1 Définitions et données sélectionnées

Afin de prendre en compte l'arrivée des engins liés aux nouvelles mobilités (trottinettes électriques, *hoverboards*, monoroues, etc.), seules les années récentes du registre (2015-2019) sont analysées.

La première partie de l'analyse porte sur l'ensemble des victimes ayant eu un accident d'EDP. Il regroupe les engins de déplacement personnel motorisés (EDPm) et non motorisés (EDPnm). D'après l'article 3 du décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 du Journal officiel¹, l'engin de déplacement personnel motorisé (EDPm) est défini comme « un véhicule sans place assise, conçu et construit pour le déplacement d'une seule personne et dépourvu de tout aménagement destiné au transport de marchandises, équipé d'un moteur non thermique ou d'une assistance non thermique, et dont la vitesse est supérieure à 6 km/h et ne dépasse pas 25 km/h. ». Les EDPm comprennent les *hoverboards*, gyropodes, monoroues, trottinettes électriques, gyroskates, gyroroues, *skateboards* électriques. Les EDPnm n'ont pas de moteurs et incluent les patins, rollers, planches, trottinettes mécaniques. Les analyses sont présentées selon les deux types d'EDP (avec cependant une incertitude sur la motorisation de certains EDP).

La deuxième partie de l'analyse porte sur l'ensemble des victimes ayant eu un accident de vélo, électrique ou non.

La troisième partie porte sur la comparaison de la gravité des victimes EDPm et des victimes à vélo. Les pratiques sont différentes entre les usagers EDPm et les cyclistes. Les EDPm ont une pratique essentiellement urbaine et concentrée dans la métropole lyonnaise où les flottes de trottinettes électriques en libre-service ont été mises en place dans certaines communes. Les cyclistes ont une pratique plus large (urbaine et rurale) et les usages en dehors de la ville peuvent être assez différents de ceux en milieu urbain avec une pratique plutôt sportive. Nous choisissons donc de restreindre le lieu de pratique à la métropole lyonnaise, et ce lieu est approximé, faute de mieux par le lieu de l'accident ; ce choix permet également d'avoir une similarité topographique, de réglementation et de trafic sur la zone étudiée. Par ailleurs, le code de la route autorise l'usage des EDPm à partir de 12 ans (pour les EDPm privés); il est donc pertinent de restreindre la population cycliste à cette même tranche d'âge. De plus, cela homogénéise le contexte de réglementation du port du casque : non obligatoire pour tous les usagers d'EDPm et pour les cyclistes de plus de 12 ans.

3.2.2 Méthode

Afin de réaliser le premier objectif, les victimes sont séparées en 3 groupes : les EDP non motorisés et ceux dont la motorisation est non renseignée (EDPnm-nr), les EDP motorisés (EDPm) et les vélos. Pour chaque sous-population, l'analyse des données consiste à décrire différents aspects selon la matrice de Haddon : caractéristiques de l'environnement des accidents (jour de la semaine, mois, saison, métropole [définie comme Lyon et sa couronne], heure, éclairage², type de réseau routier), caractéristiques des véhicules (de la victime et de l'antagoniste) puis celles des usagers blessés ou tués (âge, sexe), de leurs lésions (gravité globale et par région corporelle), et de leur prise en charge (hospitalisation).

Pour les deux premières parties du rapport, l'analyse des données consiste en la production de statistiques descriptives sur le département du Rhône : fréquences, incidences, létalité.

¹ [JORF n° 0249 du 25 octobre 2019](https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2019/10/23/INTS1913464D/lo/texte). Décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2019/10/23/INTS1913464D/lo/texte>

² La variable « éclairage » définit si l'accident s'est produit de jour ou de nuit. Elle est établie en fonction de la date et de l'heure d'accident et du lever/coucher du soleil pour chaque jour de l'année.

Les incidences des victimes blessées à vélo et en EDP selon l'âge et le sexe sont calculées pour 100 000 habitants et basés sur les données annuelles de population du département du Rhône fournies par l'Insee.

Pour comparer la gravité des blessés en EDPm et à vélo, toutes choses égales par ailleurs, des modèles de régression logistique sont réalisés afin d'évaluer la gravité globale (MAIS3+ vs MAIS1-2), en ajustant sur les éventuels facteurs de confusion. Ceux-ci peuvent être des caractéristiques de l'environnement (année d'accident, saison, semaine/week-end, Lyon/couronne/hors Lyon), des véhicules (de la victime et de son antagoniste) ou de l'individu (âge en 4 catégories, sexe, département de résidence). Afin de comprendre plus précisément les spécificités des accidents d'EDPm par rapport aux vélos, deux modèles de régression séparés sont présentés pour chacun des deux modes de transport (Annexe 5).

Les variables significatives à 20 % dans les modèles univariés seront incluses dans le modèle multivarié correspondant. Une procédure pas à pas descendante est appliquée pour obtenir le modèle final. Pour tenir compte du déséquilibre des effectifs observés selon l'année d'accident, cette variable est « forcée » dans le modèle afin d'ajuster sur les évolutions des usagers sur 2015-2019. Le nombre de cyclistes blessés chaque année est relativement stable (environ 1 700 par an) alors que le nombre de victimes EDPm augmente fortement en 2019 suite à l'introduction des trottinettes électrique en libre-service (28 septembre 2018). Les intervalles de confiance à 95 % sont donnés avec les odds ratio. Les variables liées à l'heure de l'accident ne sont pas prises en compte dans le modèle car trop de données sont manquantes (35 %). Les interactions (type d'utilisateur et âge, type d'utilisateur et saison ainsi que type d'utilisateur et antagoniste) ont été testées, aucune n'est significative, certainement par un manque de puissance statistique.

Lorsque des comparaisons de groupes sont réalisées, des tests du χ^2 (ou Fisher) sont appliqués aux variables catégorielles et des tests de Student de comparaison de moyenne aux variables continues.

Toutes les analyses sont effectuées avec le logiciel SAS 9.4®.

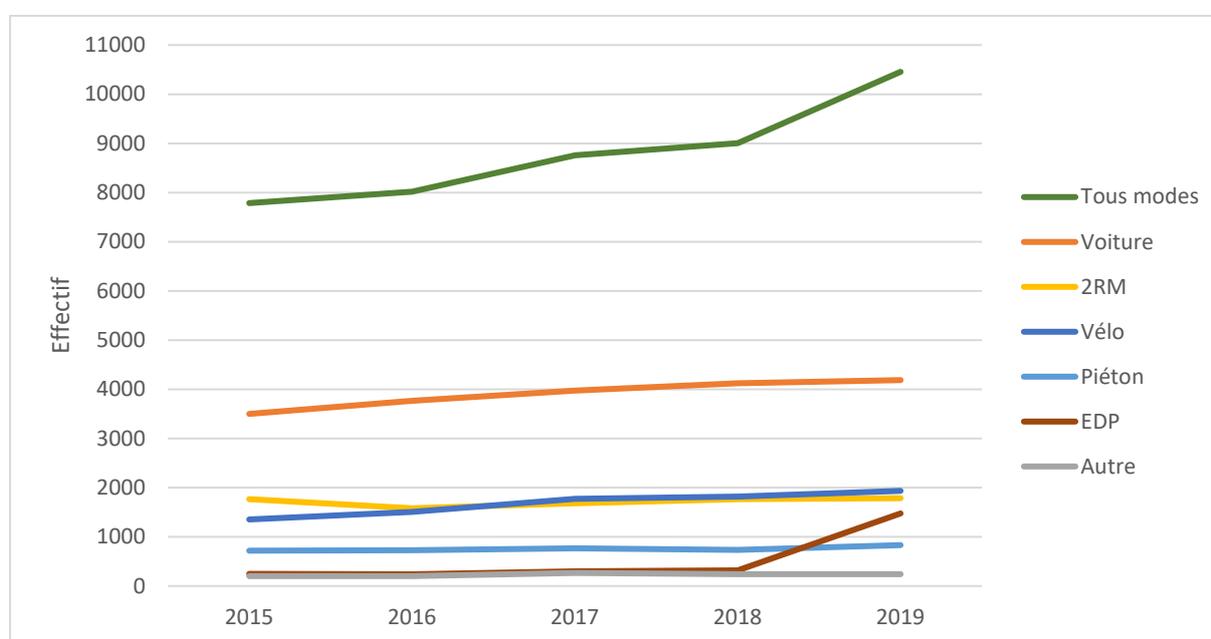
4. RÉSULTATS

4.1 Données de contexte

4.1.1 Évolution du nombre de victimes selon le mode de transport

Le nombre total de victimes d'accident de la route dans le Rhône augmente sur la période de 7 786 en 2015 à 10 455 en 2019, soit une augmentation de 34 %. L'évolution au cours du temps dépend du mode de transport (cf. Figure 1, tableau Annexe 2) : d'un côté, elle est stable chez les usagers de deux-roues motorisés et les « autres » usagers, mais d'un autre côté, elle est en augmentation régulière chez les cyclistes (+ 43%) et chez les automobilistes (+ 20%). Le nombre de victimes EDP est stable sur les quatre premières années et connaît une augmentation spectaculaire en 2019 (+ 500% par rapport à 2015).

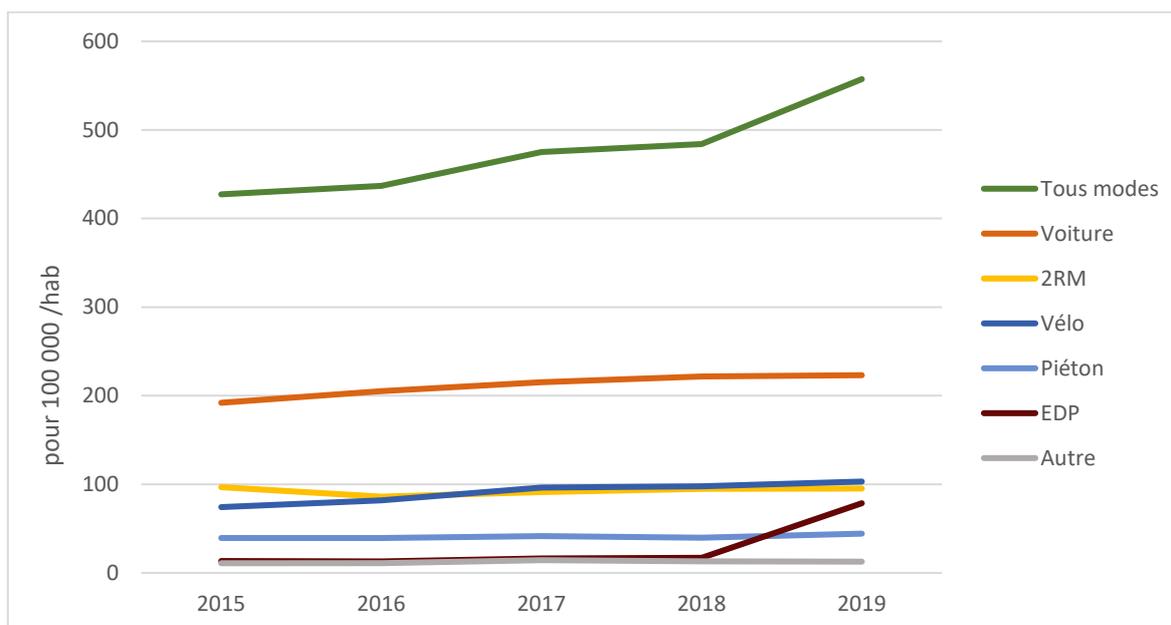
Figure 1 : Évolution du nombre de victimes d'accidents corporels selon le mode de transport sur la période 2015-2019, Registre du Rhône (n= 44 021)



4.1.2 Incidence globale

L'incidence globale augmente sur la période (cf. Figure 2), passant de 427/100 000 habitants à 477/100 000 habitants. Celle des victimes en voiture augmente de façon régulière entre 2015 (192/100 000 habitants) et 2019 (223/100 000 habitants). L'incidence des victimes à vélo augmente fortement entre 2015 (74/100 000 habitants) et 2017 (98/100 000 habitants) puis plus légèrement sur la fin de la période d'étude (103/100 000 habitants en 2019), celle des victimes en EDP est faible et stable sur la période 2015-2018 (3/100 000 habitants) puis atteint brusquement 79/100 000 habitants en 2019. Les incidences des victimes piétonnes, des victimes de 2RM et des autres usagers sont stables sur toute la période (41/100 000, 93/100 000 et 12/100 000 habitants respectivement).

Figure 2 : Incidences selon le mode de transport sur la période 2015-2019, Registre du Rhône, Insee



4.2 Description des accidents corporels d'EDP et de leurs victimes

4.2.1 Environnement des accidents

Sur la période 2015-2019, 2 564 accidents impliquant au moins une victime EDP ont été recensés, répartis en 1 589 accidents d'EDPnm-nr (62 %) et 975 accidents d'EDPm (38 %).

4.2.1.1 Caractéristiques temporelles

Selon l'année, le mois et la saison

Sur l'ensemble des cinq années, les accidents d'EDPnm-nr représentent la majorité des accidents d'EDP (62 %). Le nombre d'accidents d'EDPnm-nr est relativement stable entre 2015 et 2018 et se trouve multiplié par 2,6 en 2019 (cf. Tableau 1). Le nombre d'accidents d'EDPm est en légère et constante augmentation sur 2015-2018, et est multiplié par 10,6 entre 2018 et 2019. Désormais, depuis l'implantation du libre-service des trottinettes électriques dans Lyon et Villeurbanne, à l'automne 2018, les accidents d'EDPm sont plus nombreux que les accidents d'EDPnm-nr.

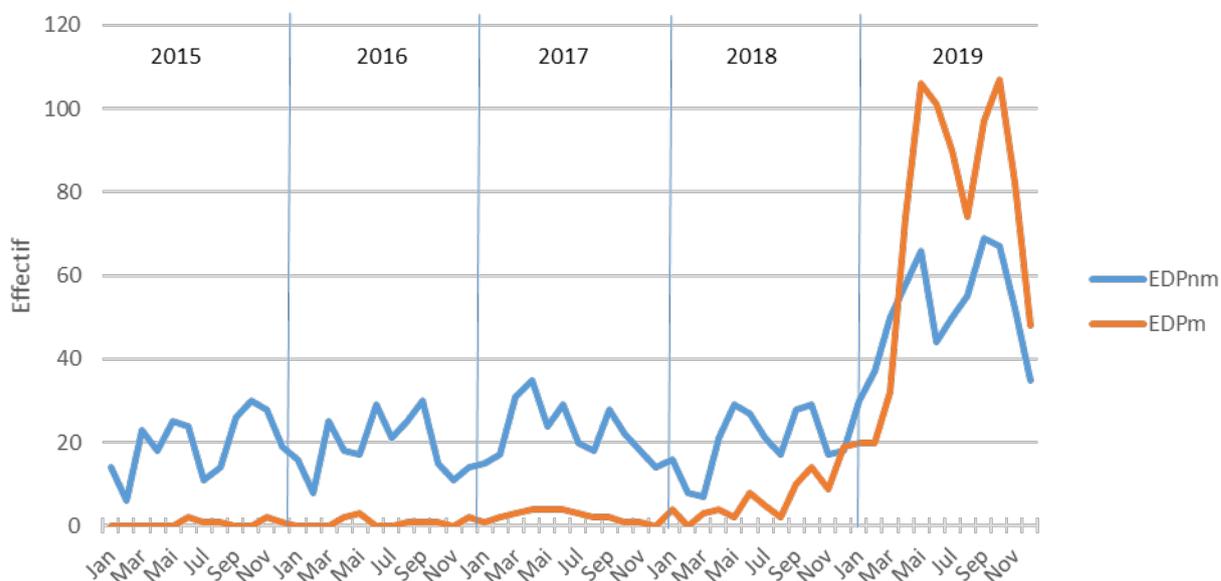
Tableau 1 : Nombre d'accidents corporels et pourcentage par année et selon le type d'EDP, Registre du Rhône (n=2 564)

| Année d'accident | EDPnm-nr* | | EDPm* | | Total EDP | |
|------------------|--------------|----------------|------------|----------------|--------------|----------------|
| | N | % colonne | N | % colonne | N | % colonne |
| 2015 | 238 | 15,0 % | 7 | 0,7% | 245 | 9,6% |
| 2016 | 229 | 14,4% | 10 | 1,0% | 239 | 9,3% |
| 2017 | 271 | 17,0% | 27 | 2,8% | 298 | 11,6% |
| 2018 | 238 | 15,0% | 80 | 8,2% | 318 | 12,4% |
| 2019 | 613 | 38,6% | 851 | 87,3% | 1 464 | 57,1% |
| Total | 1 589 | 100,0 % | 975 | 100,0 % | 2 564 | 100,0 % |

*La distinction dans les données du registre entre EDP électriques ou mécaniques n'est pas parfaite. En effet, la fiche de recueil utilisée dans les services hospitaliers ne faisait pas la distinction entre véhicule électrique ou non, et ce jusqu'à la fin de l'année 2019. Le recueil de cette information était basé sur une annotation proactive par les professionnels de santé. Ainsi, la catégorie EDPnm-nr contient une part sans doute non négligeable d'EDPm mal classés (22 % sur les cinq années, et 56 % sur 2019 si on suppose une hausse de 10 % de l'usage des EDPnm sur 2019 par rapport à la moyenne 2015-2018).

Des variations saisonnières et mensuelles sont visibles sur la période (cf. Figure 3). La proportion d'accidents d'EDPnm-nr est la plus élevée au printemps (30 %), puis en été et à l'automne (27 % et 26 % respectivement) et est plus faible en hiver (16 %). Concernant les accidents d'EDPm, leur part dans l'ensemble des accidents est stable en été, automne et printemps (32 %, 30 % et 30 %), alors qu'elle est de 8 % en hiver.

Figure 3 : Répartition du nombre d'accidents corporels selon le mois et l'année d'accident et selon le type d'EDP sur la période 2015-2019, Registre du Rhône (n=2 564)

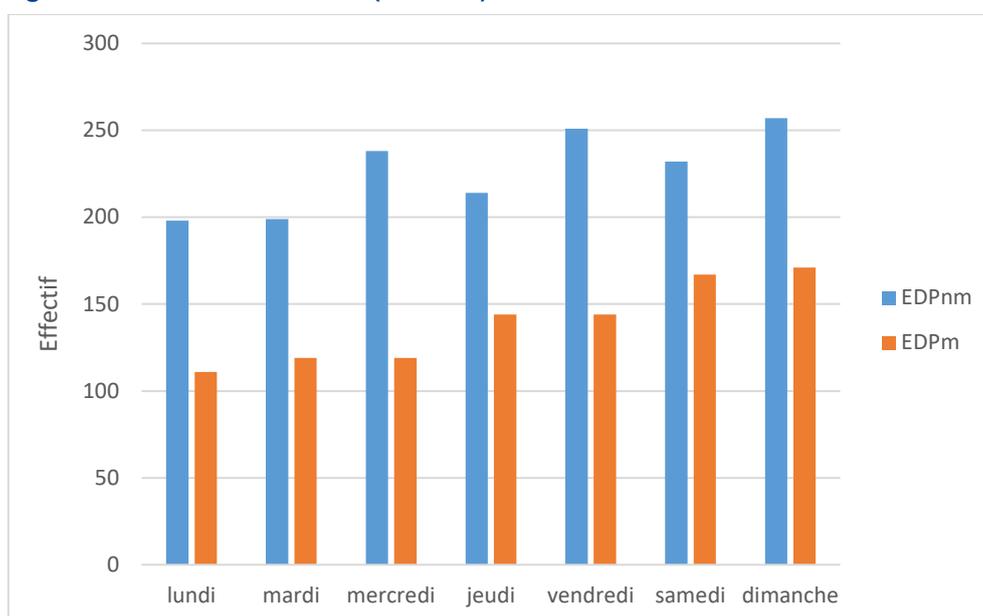


Selon le jour de la semaine

Les jours de la semaine où les accidents sont les plus nombreux sont les dimanches (16,7 %), les samedis (15,6 %) et les vendredis (15,4 %) (cf. Figure 4). Les jours de la semaine où les accidents sont les moins nombreux sont les lundis (12,1 %) et les mardis (12,4 %).

Les accidents ayant lieu le week-end (samedi et dimanche) représentent à eux seuls 32,3 % des accidents d'EDP (30,8 % des EDPnm-nr et 34,7 % des EDPm). Il faut noter aussi un petit pic le mercredi pour les EDPnm-nr, avec 15 % des accidents.

Figure 4 : Répartition du nombre d'accidents corporels selon le jour de la semaine et le type d'EDP, Registre du Rhône 2015-2019 (n=2 564)



Selon l'heure et l'éclairage

L'heure de l'accident est une variable avec un fort taux de valeurs manquantes : 39,7 %. De plus, ce taux diffère chez les EDPnm-nr (34,6 %) et chez les EDPm (48,0 %).

Néanmoins, parmi les accidents dont l'heure est connue, trois pics horaires sont visibles (cf. Figure 5) : autour de [17 h-18 h[(11,6%), de [11 h-12 h[(5,8%) et de [8 h-9 h[(5,1%). Ils correspondent globalement aux horaires d'entrée et de sortie d'école, d'études ou de travail. Il est noté un plus grand nombre d'accidents d'EDPm que d'EDPnm-nr entre 23 heures et 6 heures du matin qui pourrait correspondre aux horaires des soirées festives. Le caractère festif a été exploré en croisant le jour de la semaine et l'heure, mais des résultats probants n'ont pu être obtenus à cause du fort taux de valeurs manquantes sur l'heure de l'accident.

Environ trois quarts (73,5 %) des accidents ont lieu de jour (cf. Figure 6). Cependant, la proportion d'accidents qui ont lieu de jour diffère entre les EDPnm-nr (79 %) et les EDPm (63 %).

Figure 5 : Répartition du nombre d'accidents corporels selon l'heure d'accident et selon le type d'EDP, Registre du Rhône 2015-2019, données manquantes exclues (n=1 546)

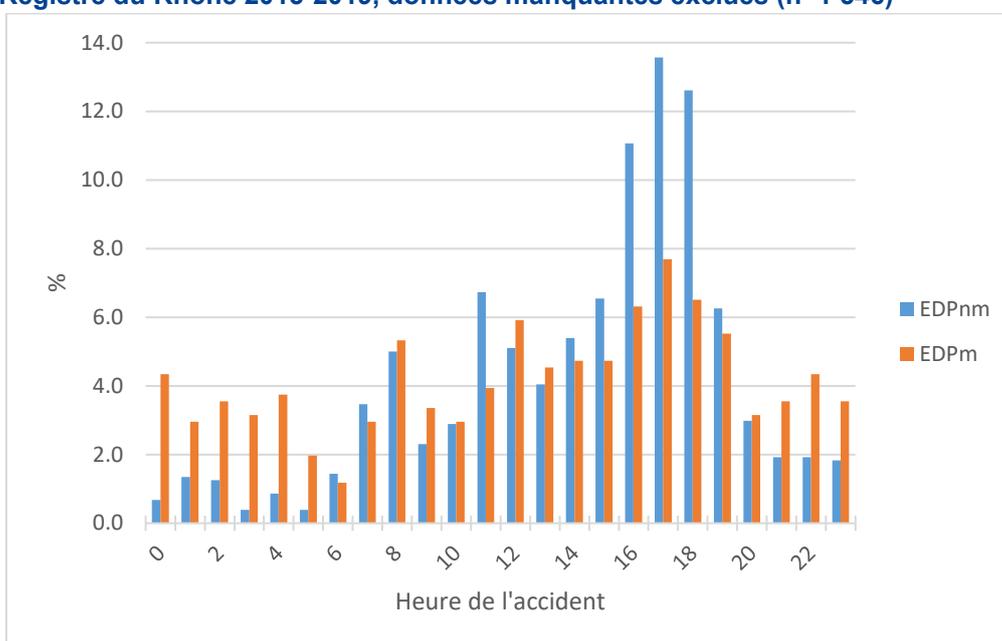
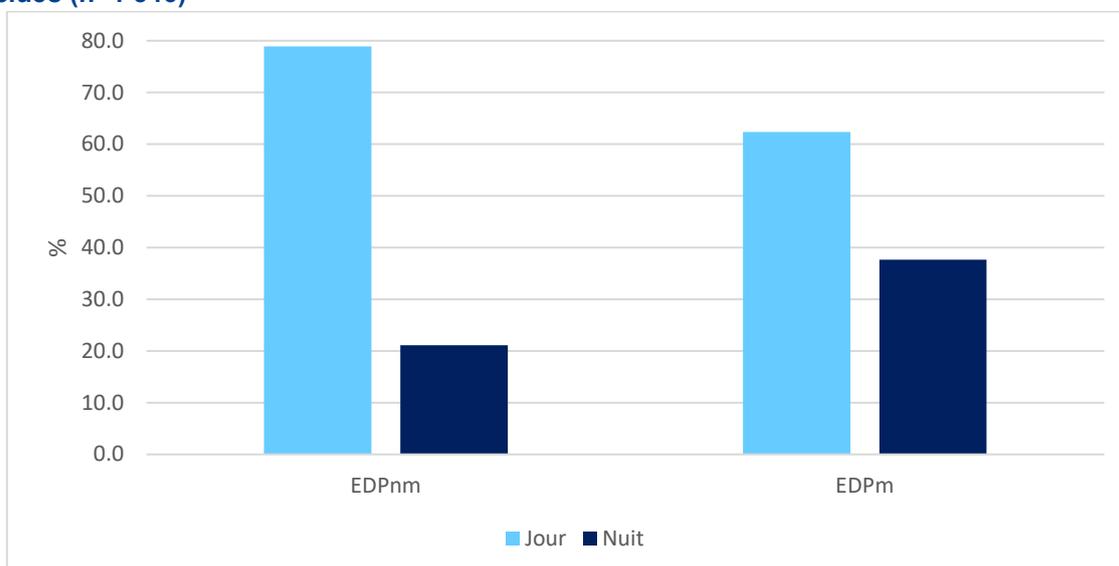


Figure 6 : Répartition des accidents corporels EDPnm-nr et d'EDPm selon les conditions d'éclairage au moment de l'accident, Registre du Rhône 2015-2019, données manquantes exclues (n=1 546)



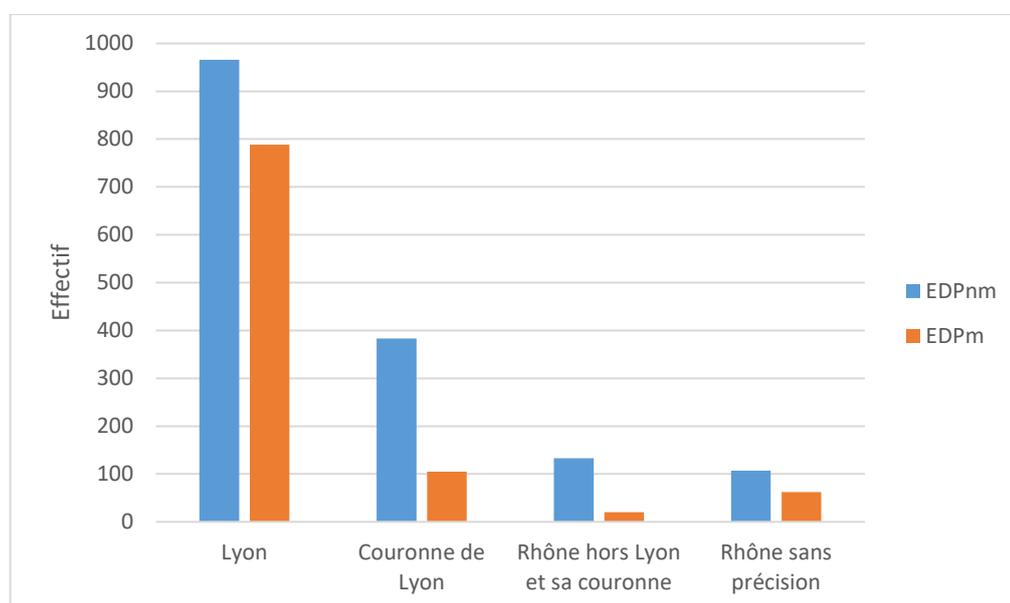
4.2.1.2 Caractéristiques spatiales

Selon le lieu (métropole et type de voie)

La grande majorité des accidents corporels d'EDP (68,8 %) a lieu dans Lyon (60,8 % pour les EDPnm-nr et 80,8 % pour les EDPm), 19 % ont lieu dans les villes de la couronne de Lyon (24,1 % pour les EDPnm-nr et 10,8 % pour les EDPm), 6 % des accidents ont lieu dans le Rhône en dehors de de Lyon et sa couronne (8,4 % pour les EDPnm-nr et 2,1 % pour les EDPm). Enfin, 6,6 % des accidents ont une localisation inconnue, tout en restant dans le Rhône (cf. Figure 7).

La quasi-totalité (88,9 %) des accidents a lieu dans une rue (86,5 % chez les EDPnm-nr et 92,9 % chez les EDPm). Les autres accidents ont surtout lieu hors réseau, qui regroupe les endroits qui ne sont pas totalement ouverts à la circulation publique : enceintes d'hôpitaux ou d'entreprises, berges du Rhône, parc, etc.

Figure 7: Nombre d'accidents corporels selon le lieu de l'accident et par type d'EDP, Registre du Rhône 2015-2019 (n=2 564)



4.2.2 Caractéristiques des véhicules et des antagonistes

4.2.2.1 Caractéristiques des véhicules

Sur la période 2015-2019, 2 581 victimes d'EDP ont été enregistrées pour les 2 564 accidents, et au moins 31,7 % de ces victimes étaient sur un engin motorisé (cf. Tableau 2). Les victimes EDPm sont à 90 % des victimes à trottinette électrique, les 10 % restant sont des victimes d'autres EDPm (tels que les gyropodes, monoroues, etc., 9,7 %) et de planches électriques (0,3 %). Les victimes d'EDPnm-nr sont à trottinettes mécaniques (65 %), en rollers (18 %), en skateboard (15 %) ou en rollers/planches non précisés (2 %).

Tableau 2 : Répartition des victimes d'accidents corporels selon le type et le caractère électrique des engins de déplacement personnel, Registre du Rhône 2015-2019 (n=2 581)

| | Mécanique ou NR* | | Électrique | | Total | |
|---------------------|------------------|---------------|------------|---------------|--------------|---------------|
| | N | % colonne | N | % colonne | N | % colonne |
| Rollers | 281 | 17,6 % | 0 | 0,0% | 281 | 10,9% |
| Planches | 243 | 15,2 % | 3 | 0,3 % | 246 | 9,5 % |
| Roller/planches NP* | 37 | 2,4 % | 0 | 0,0 % | 37 | 1,5 % |
| Trottinettes | 1 033 | 64,8 % | 888 | 90,0 % | 1 921 | 74,4 % |
| Autres EDP*** | 0 | 0,0 % | 96 | 9,7 % | 96 | 3,7 % |
| Total | 1 594 | 100,0% | 987 | 100,0% | 2 581 | 100,0% |

*NR : non renseigné

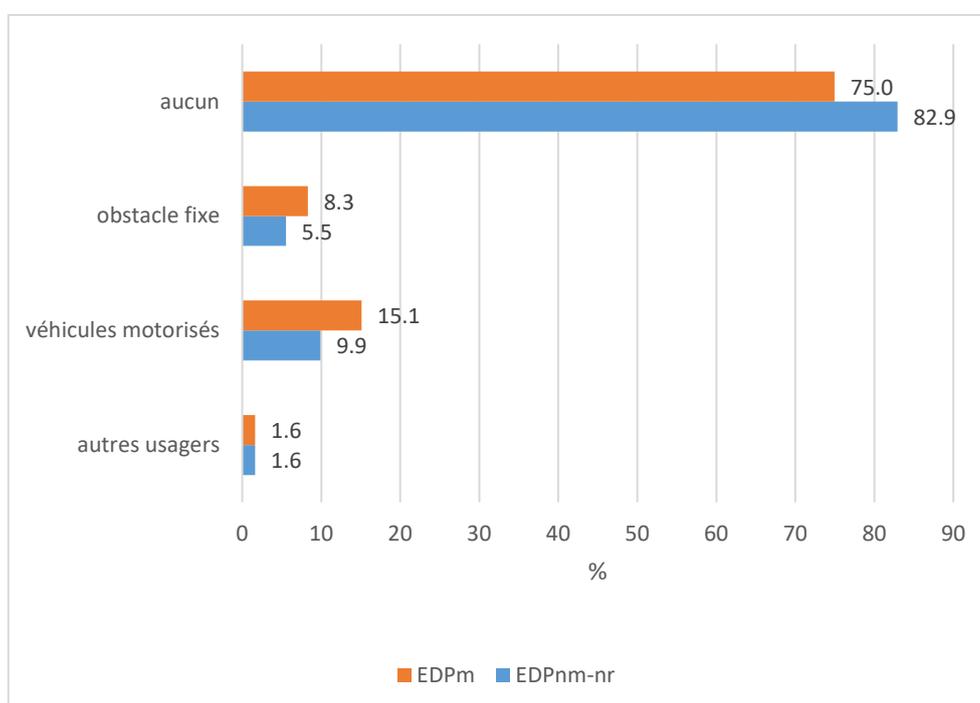
**NP=non précisé

*** composés de 62 hoverboards, 24 gyropodes, 9 gyroroues, 1 onewheel

4.2.2.2 Antagonistes

Plus des trois quarts des victimes (79,9 %) d'accident d'EDP chutent seules (cf. Figure 8), c'est-à-dire qu'elles n'ont pas d'antagoniste (82,9 % chez les EDPnm-nr et 75,0 % chez les EDPm). À cela, s'ajoutent 6,9 % qui heurtent un obstacle fixe (5,5 % pour les EDPnm-nr et 8,3 % pour les EDPm). Concernant les collisions avec un tiers (au sens de tierce personne) : 11,6 % des victimes ont eu leur accident avec un véhicule motorisé en circulation, ici au sens de deux-roues motorisés, voitures, camionnettes, poids lourds, bus, etc. (9,9 % chez les EDPnm-nr et 15,1 % chez les EDPm). Enfin, un très petit nombre a un accident corporel en collision avec un usager « autre » (piéton, EDP, cycliste).

Figure 8 : Répartition des victimes d'accidents corporels selon leur antagoniste et le type d'EDP, Registre du Rhône 2015-2019 (n=2 581)



4.2.3 Caractéristiques des victimes

4.2.3.1 Place sur le véhicule

Parmi les victimes EDP, on constate qu'il y a un peu plus de blessés passagers chez les EDPm (2,5 %) que chez les EDPnm (0,4 %).

4.2.3.2 Type de trajet des victimes, en lien avec le travail

Nous considérons les personnes entre 14 et 70 ans comme susceptibles de travailler, et donc d'avoir un accident de travail, lors d'une mission, ou lors d'un trajet domicile-travail (les plus jeunes du fait de situations telles que l'apprentissage pour lesquelles l'accident est considéré comme un accident du travail, et les plus âgés du fait de la possibilité d'être encore en activité professionnelle à un âge avancé). En revanche, les trajets domicile-école ou domicile-étude sont comptabilisés en « hors travail ».

L'accident du travail sur la route concerne 16,9 % des victimes EDP en âge de travailler (16,7 % chez les EDPnm-nr et 16,2 % chez les EDPm). Parmi les victimes EDP accidentées dans le cadre du travail, seules 6,1 % le sont en mission (4,9 % chez les EDPnm-nr et 7,6 % chez les EDPm), la grande majorité étant accidentée au cours d'un trajet domicile-travail.

4.2.3.3 Port du casque

Lors de l'accident, 9,3 % des victimes EDPnm-nr et 7,5 % des victimes EDPm portent un casque. Les autres systèmes de protection (poignet, genou) ne faisant pas partie du recueil de base, il ne nous est pas possible de les quantifier.

4.2.3.4 Âge et sexe des victimes

Les victimes EDP sont relativement jeunes par rapport à la population générale puisque 93,6 % d'entre elles ont moins de 50 ans. L'âge moyen des victimes est de 24,3 ans (22,4 ans chez les EDPnm-nr et 27,3 ans chez les EDPm). Chez les EDPnm-nr, 68,9 % des victimes ont entre 5 et 29 ans, et chez les EDPm, 65,8 % des victimes ont entre 15 et 34 ans. Aucune victime de plus de 75 ans n'est à déplorer.

Les hommes sont 1,6 fois plus nombreux que les femmes à être victimes d'un accident d'EDP (1,5 fois plus pour les EDPnm-nr et 1,8 fois plus pour les EDPm).

Dans le département du Rhône, les accidents d'EDP concernent en moyenne par année sur la période 28 personnes pour 100 000 habitants contre 477 personnes pour 100 000 habitants pour tous les modes.

Pour les EDPnm-nr, les incidences de victimes féminines sont toujours moins élevées que celles de victimes masculines (sauf pour les 5-9 ans) (cf. Figure 9). Chez les femmes, l'incidence est maximale chez les 5-9 ans, elle diminue ensuite régulièrement. Cependant, une baisse très marquée est observée pour les 15-19 ans. Les incidences chez les hommes sont décalées par rapport à celles des femmes. Elles augmentent rapidement entre 0 et 14 ans (incidence maximale pour les 10-14 ans), puis elles diminuent ensuite régulièrement avec l'âge (tableau Annexe 3).

Pour les EDPm, les incidences des victimes féminines sont toujours moins élevées que celles des victimes masculines (sauf pour les 0-4 ans) (cf. Figure 10). Chez les hommes comme chez les femmes, les incidences augmentent avec l'âge pour atteindre leur maximum chez les 20-24 ans, elles diminuent ensuite. Les écarts d'incidence entre les hommes et les femmes sont assez importants sauf pour les 5-9 ans, les 15-19 ans et après 50 ans (tableau Annexe 3). Cependant, pour les écarts qui sont mis en évidence ici, les effectifs sont faibles et reflètent certainement des cas exceptionnels.

Figure 9 : Incidence moyenne de victimes d'accidents corporels pour 100 000 habitants, selon l'âge et le sexe chez les EDPnm-nr, Registre du Rhône 2015-2019

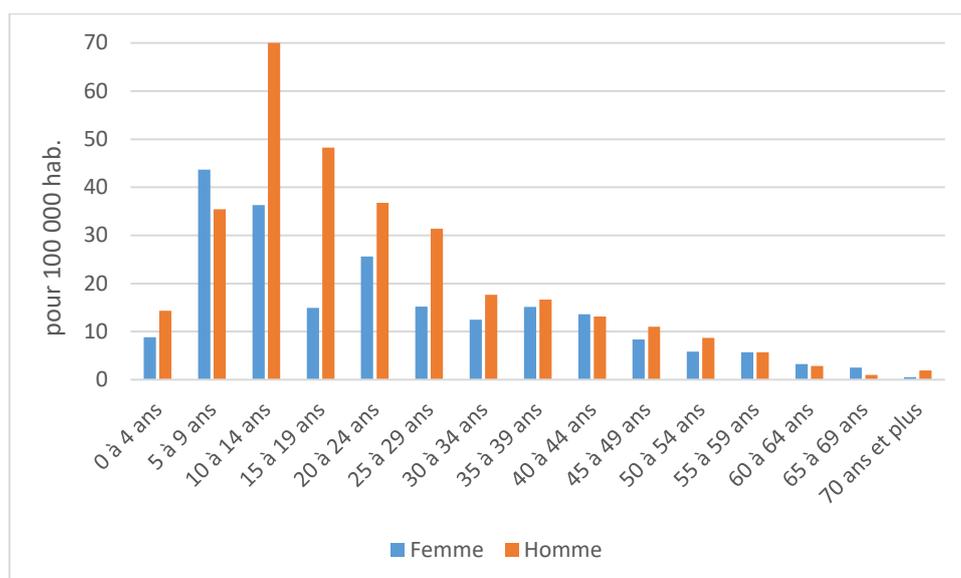
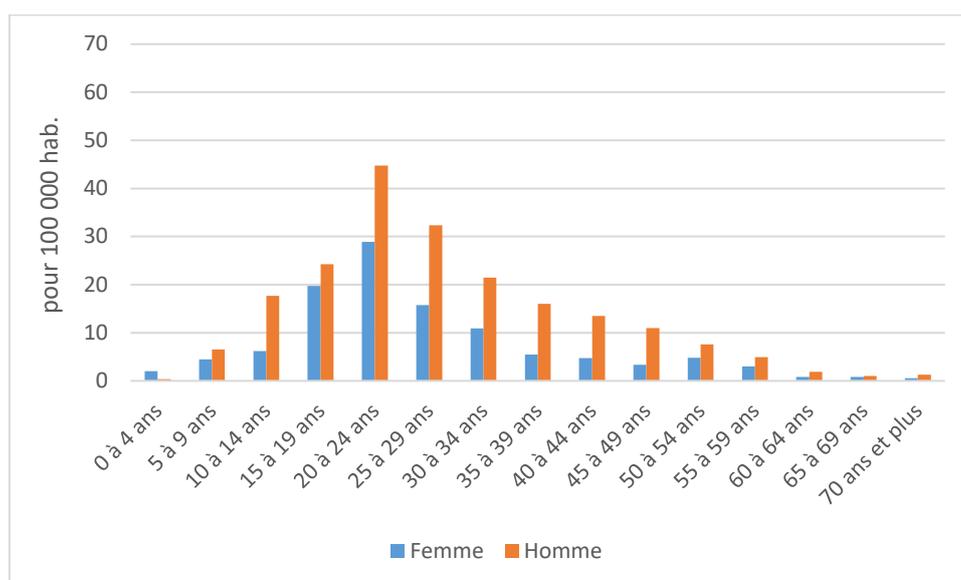


Figure 10 : Incidence moyenne de victimes d'accidents corporels pour 100 000 habitants selon l'âge et le sexe chez les EDPm, Registre du Rhône 2015-2019



4.2.3.5 Gravité et durée d'hospitalisation

Gravité

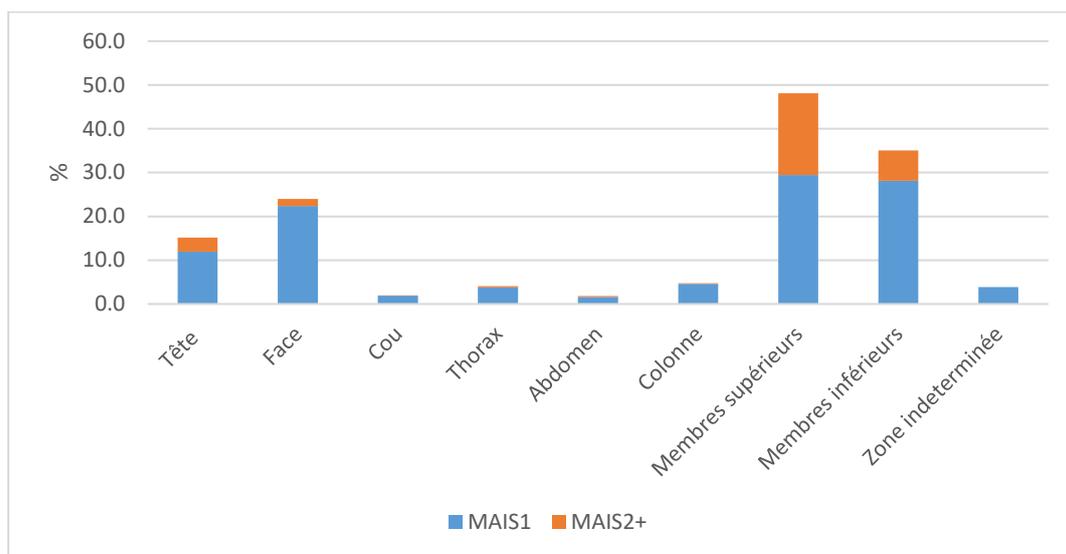
Parmi les 2 581 victimes EDP, 50,2 % ont une seule lésion (58,4 % chez les EDPnm-nr et 37,8 % chez les EDPm). Les lésions sont globalement peu graves. En effet, la majorité (68,3 %) des victimes d'accident d'EDP (70,0 % chez les EDPnm-nr et 65,5 % chez les EDPm) a une gravité globale dite mineure (MAIS=1). Rappelons que le MAIS est le maximum de gravité AIS d'une personne avec plusieurs lésions. 28,7 % des victimes ont une gravité modérée (MAIS2, 27,7 % chez les EDPnm-nr et 30,5 % chez les EDPm) et 3,0 % des victimes sont graves (MAIS>=3, 2,4% chez les EDPnm-nr et 3,9 % chez les EDPm). Sur cette période, 2 morts sont à déplorer (un décédé à trottinette mécanique et un à trottinette électrique).

Les régions corporelles les plus fréquemment touchées chez les victimes EDP, motorisées comme non motorisées ou non renseignées, sont les membres supérieurs, les membres

inférieurs, la face et la tête. Les régions corporelles qui présentent le plus fréquemment des atteintes modérées à graves sont les membres supérieurs, les membres inférieurs et la tête. Le cou, le thorax, l'abdomen et la colonne vertébrale sont des territoires corporels très rarement atteints (cf. Figure 11 et 12). Il est à noter que dans ces deux figures, si une victime est polytraumatisée, elle est comptée dans chaque territoire corporel où elle a eu une lésion.

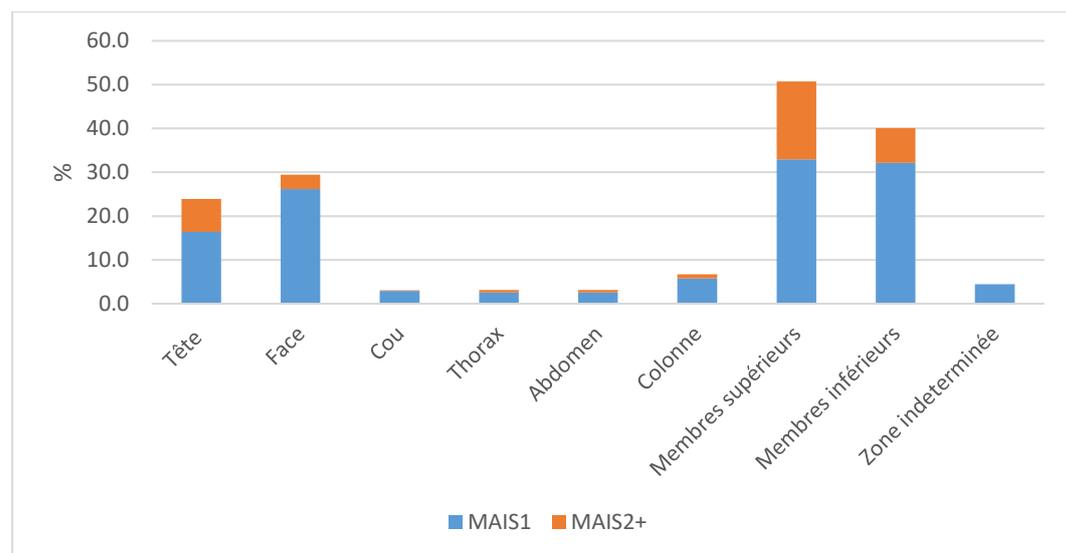
Toutes gravités confondues, sur chaque territoire corporel, la part des victimes atteintes est toujours plus élevée chez les EDPm que chez les EDPnm-nr, sauf pour le thorax. La tête est la région où l'on observe le plus de différences (23,9 % des victimes EDPm ont une lésion à la tête vs 15,2 % chez les EDPnm-nr).

Figure 11 : Part des victimes d'accidents corporels atteintes selon le territoire corporel chez les victimes EDPnm-nr, Registre du Rhône 2015-2019 (n=1 594)



*Une victime peut être atteinte sur plusieurs zones corporelles.

Figure 12 : Part des victimes d'accidents corporels atteintes selon le territoire corporel chez les victimes EDPm, Registre du Rhône 2015-2019 (n=987)



*Une victime peut être atteinte sur plusieurs zones corporelles.

Hospitalisation

La part des victimes hospitalisées est de 10 % (8,4 % chez les EDPnm-nr et 12,6 % chez les EDPm). Elle est de 24,3 % chez les MAIS2+ usagers d'EDPnm-nr et de 32,4 % chez les MAIS2+ usagers d'EDPm.

La durée d'hospitalisation moyenne est de 3,6 jours chez les victimes EDPnm-nr et de 8,5 jours chez les victimes EDPm.

4.3 Description des accidents corporels à vélo et de leurs victimes

4.3.1 Environnement des accidents

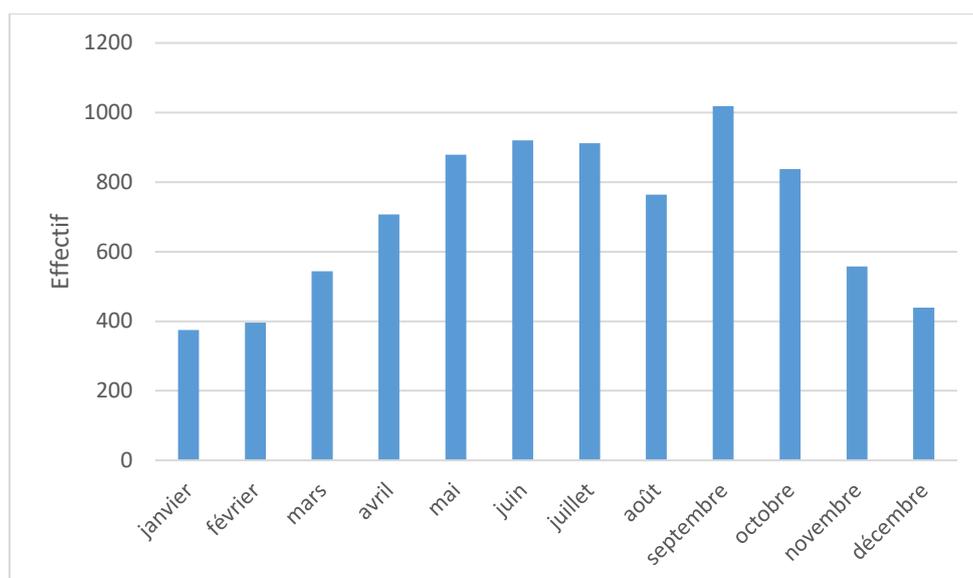
Sur la période, 8 348 accidents impliquant au moins une victime à vélo ont été recensés, représentant 8 389 cyclistes blessés.

4.3.1.1 Caractéristiques temporelles

Selon l'année, le mois et la saison

Le nombre annuel d'accidents corporels à vélo connaît une augmentation constante entre 2015 et 2019, il passe de 1 347 à 1 931, soit une hausse de 43 %. La répartition des accidents est inégale selon la saison : 32,1 % des accidents ont lieu en été, 29,3 % au printemps, 24,6 % en automne et 14 % en hiver. De même, elle est inégale selon les mois de l'année (cf. Figure 13) où 12,2 % des accidents ont lieu au mois de septembre, 11,0 % au mois de juin, 10,9 % au mois de juillet. Les mois recensant le plus faible nombre d'accidents sont janvier (4,5 %), février (4,7 %) et décembre (5,3 %). La diminution des accidents au mois d'août peut s'expliquer par un plus faible usage dans le département du Rhône dû à la période de congés d'été.

Figure 13 : Répartition des accidents corporels de vélo selon le mois d'accident, Registre du Rhône 2015-2019 (n=8 348)

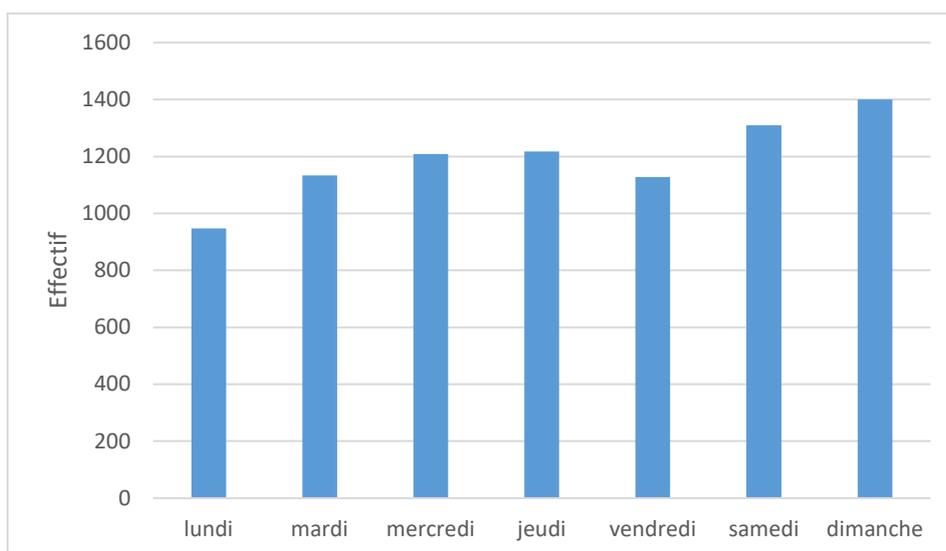


Selon le jour de la semaine

Les jours de la semaine où les accidents corporels de vélo sont les plus nombreux sont le dimanche (16,8 %) et le samedi (15,7 %) (cf. Figure 14). Le jour qui enregistre le plus faible nombre d'accidents est le lundi (11,4 %).

À eux seuls les accidents ayant lieu le week-end (samedi et dimanche) représentent 32,5 % de l'ensemble des accidents corporels de vélo.

Figure 14 : Répartition des accidents corporels de vélo selon le mois d'accident, Registre du Rhône 2015-2019 (n=8 348)

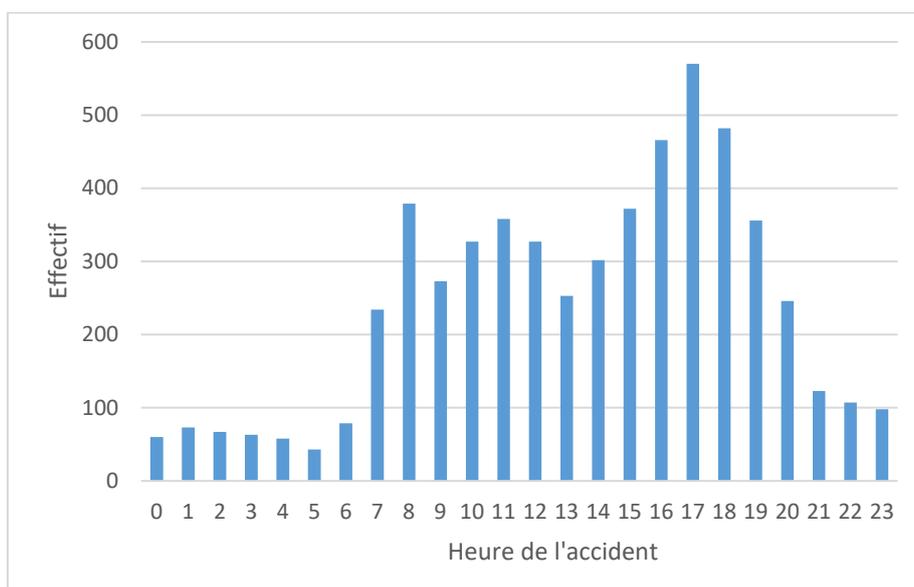


Selon l'heure et l'éclairément

Le taux de données manquantes est de 31,5 % pour l'heure de l'accident.

Parmi les accidents dont l'heure est indiquée, 78,0 % ont lieu de jour. Trois pics horaires sont observés : le plus élevé sur le créneau [17 h-18 h[(13,6%), puis sur [8 h-9 h[(6,6%) et sur celui de [11 h-12 h[(6,3%) (cf. Figure 15).

Figure 15 : Distribution des accidents corporels de vélo selon l'heure de l'accident, Registre du Rhône 2015-2019 (n=5 716)



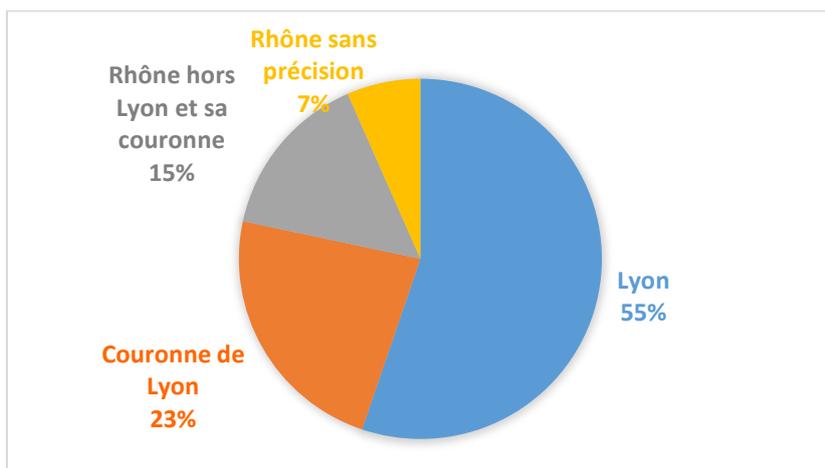
4.3.1.2 Caractéristiques spatiales

Selon le lieu

La grande majorité des accidents corporels de vélo a lieu dans Lyon et sa couronne (77,3 %) dont 55,2 % pour la ville de Lyon et ses 9 arrondissements. 15 % des accidents ont lieu dans le département hors métropole et 7 % des accidents ont leur lieu d'accident non renseigné, tout en étant dans le Rhône (cf. Figure 16).

86 % des accidents de vélo ont lieu dans une rue. Le lieu n'est pas connu pour 10,5 % des observations.

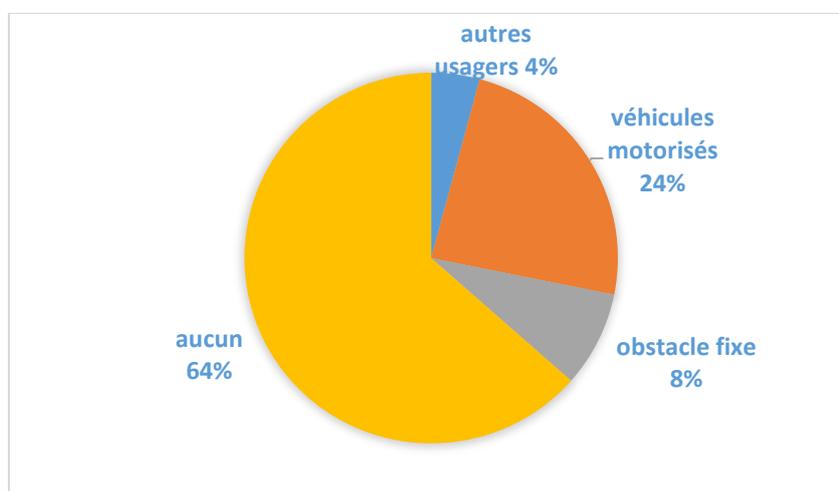
Figure 16 : Répartition des accidents corporels de vélo selon le lieu de l'accident, Registre du Rhône 2015-2019 (n=8 348)



4.3.2 Caractéristiques des véhicules et des antagonistes

Moins de 1 % des accidents corporels de vélo ont lieu avec un vélo électrique. Ce chiffre est certainement sous-estimé, pour la même raison que pour les trottinettes : pas de variable « électrique » (oui/non/nsp) dans la fiche de recueil du Registre sur ces années-là, et donc une information provenant seulement d'une annotation proactive par les professionnels de santé. La grande majorité des victimes cyclistes chutent seules (63,5 %), 9,2 % contre un obstacle fixe, 23,2 % ont pour antagoniste un véhicule motorisé (deux-roues motorisés, voitures, camionnettes, poids lourds, bus, etc.) et 4,1 % un autre usager de la route (piétons, EDP, vélos) cf. Figure 17.

Figure 17 : Répartition des victimes à vélo selon leur antagoniste, Registre du Rhône 2015-2019 (n=8 348)



4.3.3 Caractéristiques des victimes

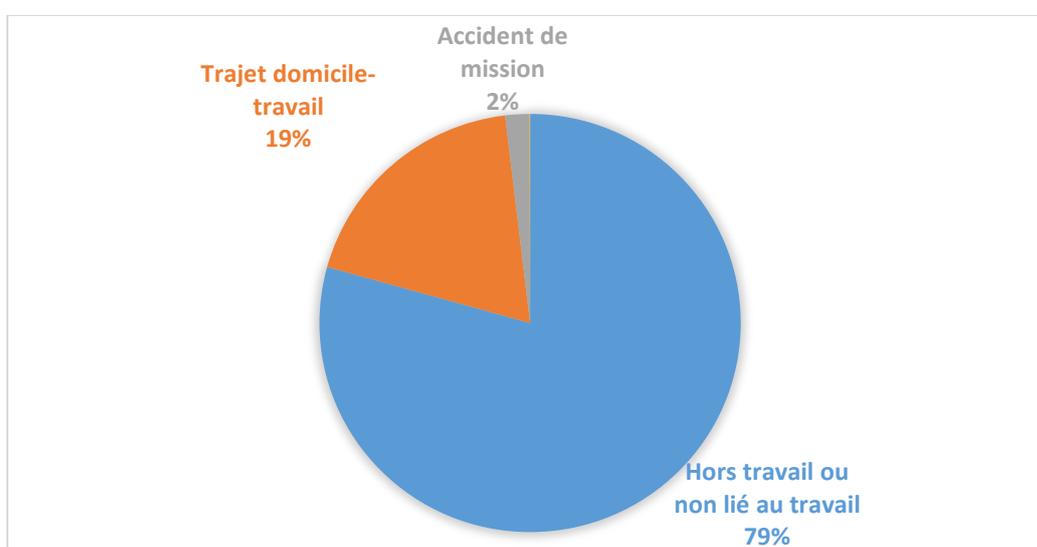
4.3.3.1 Place sur le véhicule

Sur la période de 5 ans, 8 389 victimes cyclistes ont été dénombrées, parmi elles, 99,6 % sont des conducteurs.

4.3.3.2 Type de trajet des victimes, en lien avec le travail

Dans le Registre du Rhône, 20,6 % des victimes cyclistes en âge de travailler (entre 14 et 70 ans inclus) ont eu leur accident dans le cadre du travail (accident lors du trajet domicile-travail, accident de mission). Parmi les cyclistes concernés par un accident du travail, 91,0 % sont blessés lors d'un trajet domicile-travail (cf. Figure 18).

Figure 18 : Répartition des victimes cyclistes selon le type de trajet, Registre du Rhône 2015-2019 (n=7 380 victimes de 14 à 70 ans)



4.3.3.3 Port du casque

Parmi les victimes cyclistes, 31,2 % des victimes portaient un casque attaché sur la tête au moment de l'accident.

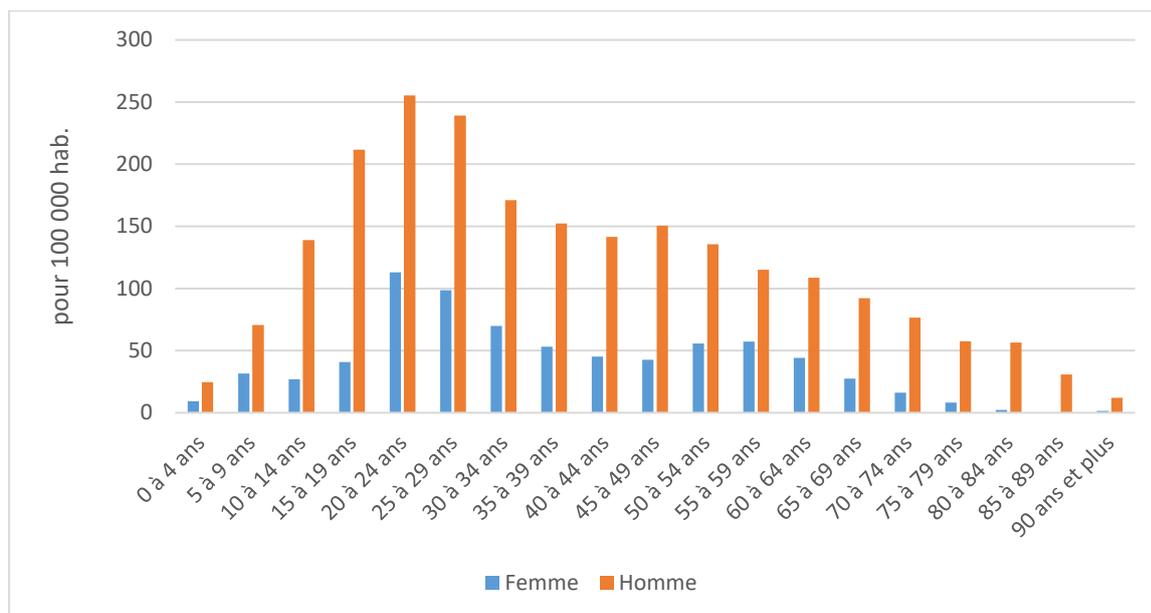
4.3.3.4 Âge et sexe des victimes

Dans la population d'étude, les victimes de sexe masculin à vélo sont 2,7 fois plus nombreuses que les victimes de sexe féminin à vélo.

L'âge moyen des victimes est de 34,5 ans. Plus d'un quart (28,2 %) des cyclistes blessés a entre 20 et 29 ans.

Dans le département du Rhône, l'incidence de l'accident corporel à vélo en moyenne par année sur la période 2015-2019, est de 91 victimes pour 100 000 habitants. Les incidences chez les victimes masculines et chez les victimes féminines suivent globalement les mêmes tendances selon l'âge : elles augmentent assez fortement entre 0-4 ans et 20-24 ans puis diminuent ensuite (cf. Figure 19 et tableau Annexe 4).

Figure 19 : Incidence moyenne pour 100 000 habitants de l'accident corporel à vélo selon l'âge et le sexe, Registre du Rhône 2015-2019



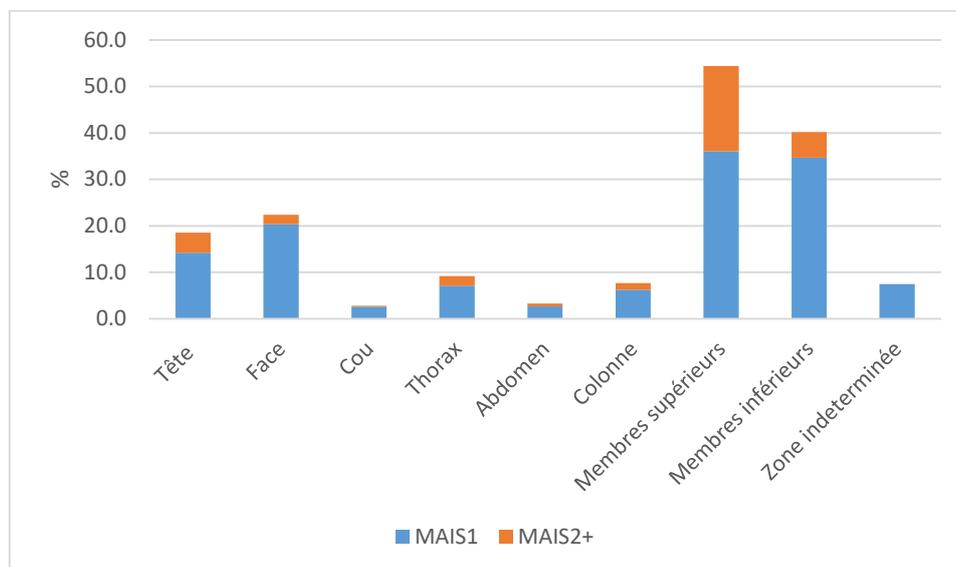
4.3.3.5 Gravité et durée d'hospitalisation

Gravité

Plus de la moitié des victimes cyclistes (58,0 %) sont poly-lésées. Les victimes sont blessées de façon mineure (MAIS1) pour 70,4 % d'entre elles, de façon modérée (MAIS2) pour 25,3 % et 4,3 % sont blessées gravement. Dans le Registre, 24 décès de cyclistes ont été recensés entre 2015 et 2019.

Toutes gravités confondues, les régions corporelles les plus souvent touchées sont les membres supérieurs (54,4 %) et les membres inférieurs (40,2 %). Les blessures modérées et graves (MAIS2+) concernent plus fréquemment les membres supérieurs (18,4 %), les membres inférieurs (5,5 %) et la tête (4,4 %) (cf. Figure 20).

Figure 20 : Répartition des victimes d'accidents corporels à vélo selon la gravité et la région corporelle atteinte - Registre du Rhône 2015-2019 (n=8 348)



*Une victime peut être atteinte sur plusieurs zones corporelles.

Hospitalisation

Parmi les victimes à vélo, 12,4 % sont hospitalisées. Cette part passe à 36 % chez les blessés modérés à graves (MAIS2+). La durée moyenne d'hospitalisation est de 11,9 jours. Elle varie de 1 jour en moyenne chez les blessés légers (MAIS1) à 13,7 jours en moyenne chez les blessés modérés à graves.

4.4 Comparaison de la gravité des traumatismes des victimes EDPm à celle des cyclistes

Pour rappel, dans le but de pouvoir comparer les victimes EDPm et cyclistes, nous les restreignons à leur sous-population commune, c'est-à-dire les personnes âgées de 12 ans et plus, et avec une pratique urbaine, c'est-à-dire dans la métropole de Lyon (Lyon et sa couronne). Le lieu de la pratique est « approximé » par le lieu d'accident. Ainsi, cette analyse restreinte porte sur 855 victimes EDPm et 6 162 victimes cyclistes.

4.4.1 Caractéristiques des victimes EDPm et cyclistes

Les caractéristiques d'accidents sont différentes entre les victimes usagers d'EDPm et les cyclistes. Les victimes EDPm sont plus fréquemment accidentées les week-ends (34 % vs 30 %), et sont plus nombreuses dans la ville de Lyon (89 % vs 72 %) que les cyclistes. Il y a plus de données manquantes concernant l'éclairage au moment de l'accident (47 % vs 33 %) et plus d'accidents de nuit (22 % vs 18 %) chez les victimes EDPm que chez les cyclistes (cf. Tableau 3).

Comme les trottinettes en libre-service ont été introduites à Lyon le 28 septembre 2018, la répartition des victimes EDPm selon l'année et la saison diffère totalement de celle des cyclistes. Ainsi sur la période d'étude 2015-2019, quasiment toutes les victimes EDPm (89 %) ont eu leur accident en 2019, et seulement 23 % des cyclistes. Pour tenir compte d'un éventuel effet année accidentologique sur la gravité, cette variable est systématiquement introduite dans les modèles de régression logistique. Sur la période d'étude, les victimes EDPm apparaissent comme plus souvent accidentées à l'automne que les cyclistes (31 % vs 25 %) et moins souvent en hiver (8 % vs 15 %).

En termes de configuration d'accident, les victimes EDPm sont plus souvent accidentées seules que les cyclistes (chutes : 73 % vs 60 %), et moins fréquemment avec un véhicule motorisé en circulation (16 % vs 26 %) ou d'autres usagers (2 % vs 5 %).

Les victimes EDPm sont plus jeunes (28,7 ans) que les cyclistes blessés (35,5 ans) et 35 % d'entre elles ont entre 18 et 24 ans (vs 23 %), sachant que nous avons déjà restreint aux 12 ans et plus. Les victimes de sexe masculin sont les plus nombreuses dans les 2 groupes : le sexe-ratio (rapport du nombre d'hommes sur le nombre de femmes) est de 1,8 chez les victimes EDPm et 2,5 chez les victimes cyclistes. Dit autrement, la proportion de femmes est un peu plus élevée chez les victimes EDPm que chez les victimes à vélo (35 % vs 28 %). Comparées aux cyclistes, les victimes EDPm habitent plus fréquemment hors du département du Rhône (12 % vs 6 %). La proportion de passagers sur le véhicule est plus élevée chez les victimes EDPm que chez les cyclistes (2 % vs 0,3 %). Enfin, le casque est bien moins porté chez les victimes EDPm que chez les victimes cyclistes (7 % vs 26 %).

Tableau 3 : Caractéristiques accidentelles et individuelles des victimes EDPm et victimes cyclistes – Registre du Rhône 2015-2019, victimes âgées de 12 ans et plus, accidentées dans la métropole de Lyon (n=7 017)

| | EDPm | | Vélo | | Chi²/Student | Total | |
|---------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|--------------|---------|-----------|
| | N ou m* | % ou ET** | N ou m* | % ou ET** | | N ou m* | % ou ET** |
| N | 855 | | 6 162 | | | 7 017 | |
| Année d'accident | | | | | <0,0001 | | |
| 2015 | 7 | 0,8% | 915 | 14,8% | | 922 | 13,1% |
| 2016 | 5 | 0,6% | 1 077 | 17,5% | | 1 082 | 15,4% |
| 2017 | 18 | 2,1% | 1 275 | 20,7% | | 1 293 | 18,4% |
| 2018 | 68 | 8,0% | 1 452 | 23,6% | | 1 520 | 21,7% |
| 2019 | 757 | 88,5% | 1 443 | 23,4% | | 2 200 | 31,4% |
| Saison | | | | | <0,0001 | | |
| Printemps | 257 | 30,1 % | 1 793 | 29,1 % | | 2 050 | 29,2 % |
| Été | 266 | 31,1 % | 1 882 | 30,5 % | | 2 148 | 30,6 % |
| Automne | 262 | 30,6 % | 1 566 | 25,4 % | | 1 828 | 26,1 % |
| Hiver | 70 | 8,2 % | 921 | 14,9 % | | 991 | 14,1% |
| Jour de semaine | | | | | 0,1086 | | |
| Lundi | 99 | 11,6 % | 741 | 12,0 % | | 840 | 12,0 % |
| Mardi | 103 | 12,0 % | 894 | 14,5 % | | 997 | 14,2 % |
| Mercredi | 108 | 12,6 % | 905 | 14,7 % | | 1 013 | 14,4 % |
| Jeudi | 133 | 15,6 % | 938 | 15,2 % | | 1 071 | 15,3 % |
| Vendredi | 126 | 14,7 % | 860 | 14,0 % | | 986 | 14,1 % |
| Samedi | 136 | 15,9 % | 917 | 14,9 % | | 1 053 | 15,0 % |
| Dimanche | 150 | 17,5 % | 907 | 14,7 % | | 1 057 | 15,1 % |
| Semaine | 569 | 66,5 % | 4 338 | 70,4 % | 0,0214 | 4 907 | 69,9 % |
| Week-end | 286 | 33,5 % | 1 824 | 29,6 % | | 2 110 | 30,1% |
| Éclairage | | | | | <0,0001 | | |
| Jour | 266 | 31,1 % | 3 000 | 48,7 % | | 3 266 | 46,5 % |
| Nuit | 188 | 22,0 % | 1 106 | 17,9 % | | 1 294 | 18,4 % |
| Manquant | 401 | 46,9 % | 2 056 | 33,4 % | | 2 457 | 35,0% |
| Lieu de l'accident | | | | | <0,0001 | | |
| Lyon | 761 | 89,0 % | 4 418 | 71,7 % | | 5 179 | 73,8 % |
| Couronne de Lyon | 96 | 11,2 % | 1 744 | 28,3 % | | 1 840 | 26,2% |
| Antagoniste | | | | | <0,0001 | | |
| Aucun | 624 | 73,0 % | 3 688 | 59,9 % | | 4 312 | 61,5 % |
| Obstacle fixe | 77 | 9,0 % | 597 | 9,7 % | | 674 | 9,6 % |
| Véhicules motorisés*** | 139 | 16,3 % | 1 591 | 25,8 % | | 1 730 | 24,7 % |
| Autres usagers et Inconnu**** | 15 | 1,8 % | 286 | 4,6 % | | 301 | 4,3% |
| Place sur le véhicule | | | | | <0,0001**** | | |
| Conducteur | 835 | 97,7 % | 6 144 | 99,7 % | | 6 979 | 99,5 % |
| Passager | 20 | 2,3 % | 18 | 0,3 % | | 38 | 0,5% |
| Âge | | | | | <0,0001 | | |
| Moyenne | 28,68 | 11,5 | 35,52 | 15,8 | | 34,68 | 15,5 |
| Médiane | 25 | | 31 | | | 30 | |
| Min | 12 | | 12 | | | 12 | |
| Q1 | 21 | | 23 | | | 23 | |
| Q3 | 34 | | 46 | | | 45 | |
| Max | 72 | | 91 | | | 91 | |
| 12 à 17 ans | 91 | 10,6 % | 458 | 7,4 % | <0,0001 | 549 | 7,8 % |
| 18 à 24 ans | 302 | 35,3 % | 1 419 | 23,0 % | | 1 721 | 24,5 % |
| 25 à 54 ans | 434 | 50,8 % | 3 389 | 55,0 % | | 3 823 | 54,5 % |
| 55 ans et plus | 28 | 3,3 % | 896 | 14,5 % | | 924 | 13,2% |
| Sexe | | | | | <0,0001 | | |
| Femme | 301 | 35,2 % | 1 747 | 28,4 % | | 2 048 | 29,2 % |
| Homme | 554 | 64,8 % | 4 415 | 71,6 % | | 4 969 | 70,8% |
| Département de résidence | | | | | <0,0001 | | |
| Rhône | 751 | 87,8 % | 5 825 | 94,5 % | | 6 576 | 93,7 % |
| Hors Rhône | 104 | 12,2 % | 337 | 5,5 % | | 441 | 6,3% |
| Port du casque | | | | | <0,0001 | | |
| Oui | 63 | 7,4 % | 1 615 | 26,2 % | | 1 678 | 23,9 % |
| Non ou ne sait pas | 792 | 92,6 % | 4 547 | 73,8 % | | 5 339 | 76,1 % |

* N (effectif), m (moyenne)

** ET (Écart type)

*** véhicules motorisés « classiques » : voitures, voiturettes, véhicules utilitaires, camions, car/bus, tracteurs, engins, tram/train, deux-roues motorisés

****Autres usagers et inconnus : vélo, trottinettes (y compris électriques), piétons

****Test de Fisher

Il n'est pas mis en évidence de différence significative entre les victimes EDPm et les victimes cyclistes, en termes de gravité (4 % de blessés graves MAIS3+), de décès (0,2 % des victimes décédées) ou d'hospitalisation (12 % de victimes hospitalisées, avec une durée moyenne de 10 jours) (cf. Tableau 4).

Les victimes EDPm sont significativement plus souvent poly-lésées que les victimes cyclistes (64 % vs 58 %) et ont également un nombre moyen de lésions par victime significativement supérieur (2,2 vs 2,0).

En termes de régions corporelles atteintes, des différences significatives entre les deux types d'utilisateurs sont observées dans trois territoires : la tête, la face et la zone externe. Comparées aux cyclistes, les victimes EDPm présentent plus souvent des atteintes de la tête, modérées (23 % vs 16 %) ou graves (2 % vs 1 %) ainsi que des atteintes modérées de la face (29 % vs 22 %). A contrario, elles sont moins souvent atteintes sur la zone externe (5 % vs 7 %) que les cyclistes.

Tableau 4 : Caractéristiques des victimes EDPm et cyclistes : prise en charge, localisation et gravité des atteintes– Registre du Rhône 2015-2019, victimes âgées de 12 ans et plus, accidentées dans la métropole de Lyon (n=7 017)

| | EDPm | | Vélo | | Chi ² /Student | Total | |
|--|---------|-----------|---------|-----------|---------------------------|---------|-----------|
| | N ou m* | % ou ET** | N ou m* | % ou ET** | | N ou m* | % ou ET** |
| N | 855 | | 6 162 | | | 7 017 | |
| Gravité | | | | | 0,7796 | | |
| MAIS 1-2 | 821 | 96,0 % | 5 929 | 96,2 % | | 6 750 | 96,2 % |
| MAIS3+ (incluant les décédés) | 34 | 4,0 % | 233 | 3,8 % | | 267 | 3,8 % |
| Décédés | | | | | 0,7121*** | | |
| non | 854 | 99,9 % | 6 146 | 99,7 % | | 7 000 | 99,8 % |
| oui | 1 | 0,1 % | 16 | 0,3 % | | 17 | 0,2 % |
| <i>dont décès immédiat</i> | 0 | | 5 | | | 5 | |
| Hospitalisation | | | | | 0,0619 | | |
| non | 738 | 86,3 % | 5 454 | 88,5 % | | 6 192 | 88,2 % |
| oui | 117 | 13,7 % | 708 | 11,5 % | | 825 | 11,8 % |
| Durée d'hospitalisation en jour**** | | | | | 0,3773 | | |
| moyenne | 8,1 | 23,4 | 10,3 | 31,8 | | 10,1 | 30,7 |
| médiane | 2 | | 2 | | | 2 | |
| min | 0 | | 0 | | | 0 | |
| Q1 | 1 | | 1 | | | 1 | |
| Q3 | 5 | | 6 | | | 5 | |
| max | 158 | | 384 | | | 384 | |
| Nombre de lésions | | | | | 0,0002 | | |
| 1 lésion | 312 | 36,5 % | 2 585 | 42,0 % | | 2 897 | 41,3 % |
| 2 lésions | 268 | 31,3 % | 1 939 | 31,5 % | | 2 207 | 31,5 % |
| 3 lésions ou plus | 275 | 32,2 % | 1 638 | 26,6 % | | 1 913 | 31,5 % |
| Nombre de lésions | | | | | 0,0001 | | |
| moyenne | 2,2 | 1,5 | 2,0 | 1,3 | | 2,0 | 1,3 |
| médiane | 2 | | 2 | | | 2 | |
| min | 1 | | 1 | | | 1 | |
| Q1 | 1 | | 1 | | | 1 | |
| Q3 | 3 | | 3 | | | 3 | |
| max | 22 | | 25 | | | 25 | |
| Gravité selon le territoire corporel***** | | | | | | | |
| Tête | | | | | <0,0001 | | |
| non atteint | 646 | 75,6 % | 5 106 | 82,9 % | | 5 752 | 82,0 % |
| MAIS 1-2 | 193 | 22,6 % | 983 | 16,0 % | | 1 176 | 16,8 % |
| MAIS3+ | 16 | 1,9 % | 73 | 1,2 % | | 89 | 1,3 % |
| Face | | | | | <0,0001*** | | |
| non atteint | 604 | 70,6 % | 4 805 | 78,0 % | | 5 409 | 77,1 % |
| MAIS 1-2 | 251 | 29,4 % | 1 356 | 22,0 % | | 1 607 | 22,9 % |
| MAIS3+ | 0 | 0,0 % | 1 | 0,0 % | | 1 | 0,0 % |

| | EDPm | | Vélo | | Chi²/Student | Total | |
|---------------------------|---------|-----------|---------|-----------|--------------|---------|-----------|
| | N ou m* | % ou ET** | N ou m* | % ou ET** | | N ou m* | % ou ET** |
| N | 855 | | 6 162 | | | 7 017 | |
| Cou | | | | | 0,3246*** | | |
| non atteint | 826 | 96,6 % | 5 992 | 97,2 % | | 6 818 | 97,2 % |
| MAIS 1-2 | 28 | 3,3 % | 166 | 2,7 % | | 194 | 2,8 % |
| MAIS3+ | 1 | 0,1% | 4 | 0,1% | | 5 | 0,1% |
| Thorax | | | | | 0,0989 | | |
| non atteint | 795 | 93,0 % | 5 598 | 90,8 % | | 6 393 | 91,1 % |
| MAIS 1-2 | 51 | 6,0 % | 497 | 8,1 % | | 548 | 7,8 % |
| MAIS3+ | 9 | 1,1% | 67 | 1,1% | | 76 | 1,1% |
| Abdomen | | | | | 0,8766 | | |
| non atteint | 829 | 97,0 % | 5 986 | 97,1 % | | 6 815 | 97,1 % |
| MAIS 1-2 | 24 | 2,8 % | 166 | 2,7 % | | 190 | 2,7 % |
| MAIS3+ | 2 | 0,2% | 10 | 0,2% | | 12 | 0,2% |
| Colonne | | | | | 0,4667 | | |
| non atteint | 795 | 93,0 % | 5 684 | 92,2 % | | 6 479 | 92,3 % |
| MAIS 1-2 | 60 | 7,0 % | 470 | 7,6 % | | 530 | 7,6 % |
| MAIS3+ | 0 | 0,0% | 8 | 0,1% | | 8 | 0,1% |
| Membres supérieurs | | | | | 0,0945 | | |
| non atteint | 419 | 49,0 % | 2 807 | 45,6 % | | 3 226 | 46,0 % |
| MAIS 1-2 | 436 | 51,0 % | 3 346 | 54,3 % | | 3 782 | 53,9 % |
| MAIS3+ | 0 | 0,0% | 9 | 0,1% | | 9 | 0,1% |
| Membres inférieurs | | | | | 0,8458 | | |
| non atteint | 501 | 58,6 % | 3 603 | 58,5 % | | 4 104 | 58,5 % |
| MAIS 1-2 | 342 | 40,0 % | 2 456 | 39,9 % | | 2 798 | 39,9 % |
| MAIS3+ | 12 | 1,4% | 103 | 1,7% | | 115 | 1,6% |
| Zone externe ***** | | | | | 0,0056 | | |
| non atteint | 816 | 95,4 % | 5 724 | 92,9 % | | 6 540 | 93,2 % |
| MAIS 1-2 | 39 | 4,6 % | 438 | 7,1 % | | 477 | 6,8 % |
| MAIS3+ | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | | 0 | 0,0% |

* N (effectif), m (moyenne)

** ET (Écart type)

***Test de Fisher

****2 durées inconnues chez les cyclistes (2 perdus de vue)

*****une victime poly-lésée peut être comptée dans plusieurs territoires corporels

***** correspond aux lésions telles que les dermabrasions et les contusions disséminées sur le revêtement cutané sur l'ensemble du corps

4.4.2 Facteurs associés au risque de blessures graves chez les victimes EDPm et chez les victimes à vélo

Les résultats des régressions logistiques (univariées et multivariées) réalisées séparément chez les victimes EDPm et chez les victimes cyclistes sont présentés en annexe 5. Ils ne sont pas interprétés en tant que tels mais peuvent servir à la compréhension des modèles présentés ci-dessous.

En univarié, il n'apparaît pas de différence significative de risque de blessure grave entre une victime d'accident d'EDPm et une victime d'accident de vélo (cf. Tableau 5). En revanche, un certain nombre de facteurs sont liés à une plus grande gravité : le lieu de l'accident (couronne de Lyon), le type d'antagoniste (motorisé), le lieu de résidence des personnes (hors Rhône), leur sexe (masculin), leur âge (les plus de 55 ans). Comme la distribution des victimes EDPm selon ces facteurs est significativement différente de celles des cyclistes, ces facteurs constituent des facteurs de confusion qui sont introduits dans le modèle multivarié.

Si l'on tient compte de l'ensemble des facteurs de confusion, les victimes EDPm, ont près de deux fois plus de risque d'être blessées gravement que les cyclistes (OR=1,8 (IC 1,3-2,4)). Les OR associés aux différents facteurs de confusion ne sont quasiment pas modifiés entre les modèles uni et multivarié.

Ainsi, le risque de gravité MAIS3+ est 2,2 (IC 1,7-2,9) fois plus élevé lorsque l'accident a lieu dans la couronne de Lyon que dans Lyon, 1,8 (IC 1,3-2,4) fois plus élevé pour un homme que pour une femme, 1,9 (IC 1,2-2,8) fois plus élevé pour un résident hors du Rhône qu'un résident de ce département et il est multiplié par 1,9 (IC 1,4-2,4) lorsque l'accident a lieu contre un véhicule motorisé par rapport à une chute seule. Concernant l'âge, les personnes de 12-17 ans ont un moindre risque de blessures graves (OR=0,4 (IC 0,2-0,8)) par rapport aux 25-54 ans alors que les 55 ans et plus ont un surrisque (2,5 (IC 1,8-3,3)). On constate que dans cette tranche d'âge, l'OR est fortement influencé par l'OR des cyclistes compte tenu du très faible effectif de victimes EDPm comparé à celui des cyclistes.

Tableau 5 : Facteurs associés au risque de blessures graves chez les victimes EDPm et cyclistes âgées de 12 ans et plus, accidentées dans la métropole de Lyon - Registre du Rhône 2015-2019 (n=7 017)

| | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total | UNIVARIÉ | | | | MULTIVARIÉ | | | |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|
| | N | % | N | % | N | OR | IC inf | IC sup | p-value | OR | IC inf | IC sup | p-value |
| N | 6 750 | | 267 | | 7 017 | | | | | | | | |
| Usagers | | | | | | NS | | | | 0,0113 | | | |
| Vélo | 5 929 | 87,8 % | 233 | 87,3 % | 6 750 | 1 | | | | 1 | | | |
| EDPm | 821 | 12,2 % | 34 | 12,7 % | 821 | 1,05 | 0,73 | 1,52 | | 1,76 | 1,14 | 2,73 | |
| Année d'accident | | | | | | NS | | | | NS | | | |
| 2015 | 879 | 13,0% | 43 | 16,1% | 6 750 | 1,33 | 0,91 | 1,95 | | 1,15 | 0,76 | 1,75 | |
| 2016 | 1 036 | 15,3% | 46 | 17,2% | 2 272 | 1,21 | 0,83 | 1,75 | | 1,15 | 0,76 | 1,74 | |
| 2017 | 1 236 | 18,3% | 57 | 21,3% | 2 713 | 1,26 | 0,89 | 1,78 | | 1,14 | 0,77 | 1,68 | |
| 2018 | 1 477 | 21,9% | 43 | 16,1% | 3 599 | 0,79 | 0,54 | 1,16 | | 0,76 | 0,51 | 1,14 | |
| 2019 | 2 122 | 31,4% | 78 | 29,2% | 2 122 | 1 | | | | 1 | | | |
| Saison | | | | | | NS | | | | | | | |
| Printemps | 1 971 | 29,2 % | 79 | 29,6 % | 2 050 | 1,22 | 0,87 | 1,73 | | | | | |
| Été | 2 058 | 30,5 % | 90 | 33,7 % | 2 148 | 1,33 | 0,95 | 1,87 | | | | | |
| Automne | 1 770 | 26,2 % | 58 | 21,7 % | 1 828 | 1 | | | | | | | |
| Hiver | 951 | 14,1 % | 40 | 15,0 % | 991 | 1,28 | 0,85 | 1,94 | | | | | |
| Jour de semaine | | | | | | NS | | | | | | | |
| Semaine | 4 715 | 69,9 % | 192 | 71,9 % | 4 907 | 1 | | | | | | | |
| Week-end | 2 035 | 30,1 % | 75 | 28,1 % | 2 110 | 0,91 | 0,69 | 1,19 | | | | | |
| Métropole | | | | | | <0,0001 | | | | <0,0001 | | | |
| Lyon | 5 039 | 74,7 % | 140 | 52,4 % | 5 179 | 1 | | | | 1 | | | |
| Couronne de Lyon | 1 711 | 25,3 % | 127 | 47,6 % | 1 838 | 2,67 | 2,09 | 3,42 | | 2,22 | 1,71 | 2,90 | |
| Antagoniste | | | | | | <0,0001 | | | | 0,0002 | | | |
| Aucun | 4 181 | 61,9 % | 131 | 49,1 % | 4 312 | 1 | | | | 1 | | | |
| Obstacle fixe | 648 | 9,6 % | 26 | 9,7 % | 674 | 1,28 | 0,83 | 1,97 | | 1,08 | 0,70 | 1,68 | |
| Véhicules motorisés* | 1 631 | 24,2 % | 99 | 37,1 % | 1 730 | 1,94 | 1,48 | 2,53 | | 1,85 | 1,40 | 2,43 | |
| Autres usagers** | 290 | 4,3 % | 11 | 4,1% | 301 | 1,21 | 0,65 | 2,27 | | 1,16 | 0,61 | 2,18 | |

| | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total | UNIVARIÉ | | | | MULTIVARIÉ | | | |
|---------------------------------|---------|--------|--------|--------|-------|----------|--------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|
| | N | % | N | % | N | OR | IC inf | IC sup | p-value | OR | IC inf | IC sup | p-value |
| N | 6 750 | | 267 | | 7 017 | | | | | | | | |
| Âge | | | | | | | | | | | | | <0,0001 |
| 12 à 17 ans | 539 | 8,0 % | 10 | 3,7 % | 549 | 0,52 | 0,27 | 0,99 | | 0,40 | 0,21 | 0,77 | |
| 18 à 24 ans | 1 678 | 24,9 % | 43 | 16,1 % | 1 721 | 0,72 | 0,51 | 1,02 | | 0,72 | 0,51 | 1,03 | |
| 25 à 54 ans | 3 691 | 54,7 % | 132 | 49,4 % | 3 823 | 1 | | | | 1 | | | |
| 55 ans et plus | 842 | 12,5 % | 82 | 30,7 % | 924 | 2,72 | 2,05 | 3,62 | | 2,47 | 1,83 | 3,33 | |
| Sexe | | | | | | | | | 0,0003 | | | | 0,0003 |
| Femme | 1 997 | 29,6 % | 51 | 19,1 % | 2 048 | 1 | | | | 1 | | | |
| Homme | 4 753 | 70,4 % | 216 | 80,9 % | 4 969 | 1,78 | 1,31 | 2,43 | | 1,78 | 1,30 | 2,44 | |
| Département de résidence | | | | | | | | | 0,002 | | | | 0,0028 |
| Rhône | 6 338 | 93,9 % | 238 | 89,1 % | 6 750 | 1 | | | | 1 | | | |
| Hors Rhône | 412 | 6,1 % | 29 | 10,9 % | 412 | 1,88 | 1,26 | 2,79 | | 1,87 | 1,24 | 2,82 | |

* véhicules motorisés « classiques » : voitures, voiturettes, véhicules utilitaires, camions, car/bus, tracteurs, engins, tram/train, deux-roues motorisés

**Autres usagers et inconnus : vélo, trottinettes (y compris électriques), piétons

5. DISCUSSION

Nous discutons d'abord des limites et points forts de cette étude, puis des résultats sur les facteurs de risque d'accident et/ou de gravité, en lien avec la littérature scientifique.

Une première limite concerne l'information sur le caractère électrique (ou non) de l'EDP, car basée sur une annotation pro-active par les professionnels de santé. Ce mode de recueil signifie que les trottinettes classées électriques le sont réellement, mais que toutes les autres, qui ont été classées en « non (ou non-renseigné) » comportent un certain nombre de trottinettes électriques. Le groupe des EDPm est sans doute biaisé. D'une part les vraies victimes EDPm (mais de statut motorisé inconnu), lorsqu'elles sont moins gravement atteintes ou plus jeunes (moins de 14 ans notamment), risquent plus volontiers d'être codées en EDPnm-nr par leur ressemblance à des accidents de trottinettes mécaniques. D'autre part, les victimes EDP, de motorisation non renseignée les plus graves font davantage l'objet d'investigations complémentaires qui tendent à lever l'indétermination du caractère mécanique/électrique, et qui permet de bien les classer, le plus souvent en EDPm. En conséquence, dans cette étude, la gravité du groupe des EDPm serait surestimée.

Une autre limite est le pourcentage non négligeable de valeurs manquantes pour l'heure de l'accident (35 %), ce qui nous a empêchés de prendre en compte dans le modèle multivarié le caractère jour/nuit de l'accident.

Contrairement à d'autres études sur le sujet, nous n'avons pas d'information sur le caractère alcoolisé ou non de l'usager blessé. Le Registre consiste en un recueil d'informations collectées systématiquement pour tous les blessés de la route, et l'alcoolémie n'en fait pas partie, du fait qu'elle n'est pas mesurée en routine lors de la prise en charge médicale des victimes.

Cette étude présente également des points forts, car le Registre représente un moyen fiable de documenter les traumatismes consécutifs à un accident de la route, tout particulièrement pour ce type d'engin.

L'une des forces du Registre est son recueil en milieu hospitalier qui vise l'exhaustivité sur le territoire géographique du Rhône. Toutes les victimes sont répertoriées, qu'elles soient hospitalisées ou en simple consultation aux urgences. Il existe probablement un biais que l'on peut supposer mineur sur les victimes blessées très légèrement (MAIS 1), car elles ne consultent pas systématiquement aux urgences. Les victimes sont suivies sur tout leur parcours hospitalier ce qui permet de dresser un bilan lésionnel précis et consolidé (révisé si besoin à chaque nouvel examen médical complémentaire). Grâce à la description lésionnelle détaillée, en texte libre, obtenue dans les services hospitaliers et au codage direct selon la classification AIS, nous avons connaissance de tous les territoires corporels atteints et avons accès à une gravité globale très fiable. Le recueil est réalisé de manière continue et nous permet le recrutement des victimes « au fil de l'eau », évitant ainsi un aspect rétrospectif susceptible de nuire à l'exhaustivité et à la qualité des informations recueillies. La base analysée est donc représentative des victimes d'accident de la circulation routière dans le Rhône et les incidences, rapportées à la population du département, sont ainsi pertinentes.

Un intérêt de cette étude est de se baser sur un grand nombre d'observations (n=10 970), bien plus élevé que la plupart des études publiées jusqu'à présent. Par ailleurs, le recensement des victimes dans le Registre du Rhône est bien plus proche de l'exhaustivité que celui des forces de l'ordre ; ce constat est particulièrement vrai pour les victimes cyclistes (Amoros, Martin, et Laumon 2006) et l'est sans doute également pour les victimes EDP.

Un dernier atout de notre étude est de proposer, en lien avec le grand nombre d'observations, une approche multivariée de la gravité des traumatismes des victimes EDPm comparées aux cyclistes. Comme nous restreignons la population d'étude aux victimes accidentées dans la métropole de Lyon, nos résultats sont généralisables aux autres métropoles françaises, notamment celles qui disposent d'un service de trottinettes électriques en libre-service, comme Paris, Marseille ou Bordeaux.

Concernant la discussion des résultats obtenus, deux risques sont à considérer : le risque primaire, qui est d'avoir un accident, et le risque secondaire qui est d'être blessé dans l'accident. Dans cette étude, nous donnons d'abord les incidences de blessés en regard de la population, puis nous nous concentrons sur le risque secondaire de blessure, notamment sur le risque de blessures graves. Nous passons en revue les différents facteurs de risque d'accident et de blessure grave, et nous les déclinons selon les aspects de la matrice de Haddon : environnement, véhicules et usagers.

Du côté de l'environnement spatial, on peut penser que l'état de la chaussée, par exemple les trous, les montées de trottoir bas, les séparateurs en relief, les rails de tramway, etc., sont bien plus à risque d'accident pour les trottinettes que pour les vélos, au regard de la taille bien plus petite de leurs roues.

En matière d'environnement temporel, deux études (Stray *et al.* 2022; Kleinertz *et al.* 2021) montrent que les victimes d'accident de trottinettes ont leur accident plus fréquemment le soir et la nuit que les cyclistes. Dans notre étude, nous n'avons pas l'information pour l'ensemble des victimes ; toutefois, pour les victimes dont l'information était connue, ce phénomène a été observé. Cette utilisation nocturne va de pair avec une moindre visibilité (leurs éclairages arrières sont souvent de petite taille), et avec une vitesse des véhicules motorisés environnants plus élevée (du fait de moindre ou d'absence de congestion du trafic).

Concernant les véhicules, nous comparons des trottinettes électriques (et autres EDPm), à des vélos, électriques ou mécaniques. Il se peut donc que la vitesse des trottinettes électriques (roulant facilement jusqu'à 25 km/h), soit plus élevée en moyenne que celles des vélos dans leur ensemble, qui est en ville autour de 15 km/h en moyenne (Académie des mobilités actives 2022). Or la vitesse joue sur le risque d'accident et sur leur gravité.

En ce qui concerne les véhicules et les usagers, le fait que les trottinettes électriques ne soient pas équipées de clignotants, couplé à l'impossibilité pour l'usager de lâcher le guidon d'un bras pour indiquer un changement de direction peut avoir une influence dans les accidents avec un tiers. Or, pour les usagers vulnérables (sans carrosserie), les accidents contre un tiers (en général motorisé) sont plus graves qu'un accident sans tiers (Amoros *et al.* 2019). L'analyse multivariée de notre étude indique justement que les victimes d'EPDm et vélos ont un surrisque de blessure grave quand l'antagoniste est un tiers motorisé versus aucun antagoniste.

Il apparaît aussi une répartition différente entre victimes EDPm et victimes cyclistes : respectivement 16 % et 26 % accidentées avec un antagoniste motorisé. Rappelons que sur la période d'étude, l'absence de réglementation permettait aux EDPm de rouler sur les trottoirs. Ils étaient donc moins dans la circulation routière et donc moins susceptibles d'être percutés par un véhicule motorisé. Cela confirme l'intérêt de prendre en compte cette variable dans l'analyse multivariée.

Quant aux comportements, l'inexpérience est un facteur de risque d'accident corporel souvent évoqué. Deux types au moins peuvent être distingués : celui en lien avec l'utilisation des dispositifs/véhicules à faible vitesse en général, et celui en lien avec les caractéristiques propres des EDPm. Ceci peut être corroboré par les résultats de deux études (Cicchino, Kulie, et McCarthy 2021; Austin Public Health 2019) qui montrent qu'un tiers des victimes en trottinette électrique ont été blessées lors de la première utilisation. À cela s'ajoute l'attractivité

de la location de ces engins pour les touristes (6t-bureau de recherche 2019), qui roulent ainsi dans un lieu (et parfois avec des règles) qu'ils ne connaissent pas. Dans notre étude, les usagers qui habitent hors du département du Rhône ont en effet un surrisque de blessures graves comparés aux usagers habitant le Rhône (OR= 1,87 [1,24 – 2,82]. Quelques études ont montré chez les cyclistes, que le niveau d'expérience est un facteur protecteur pour leur sécurité. Branion-Calles (Branion-Calles *et al.* 2020) a montré dans sept villes européennes, que le risque d'accident à vélo diminue avec leur fréquence d'utilisation.

En matière d'usagers, notre étude sur la sous-population des 12 ans et plus, comme l'ensemble de la littérature, montre que les victimes EDPm sont en moyenne plus jeunes (28 ans) que les victimes cyclistes (35 ans) et avec une plus grande proportion de 12-24 ans (46 % versus 30 %), à l'inverse des cyclistes, dont les plus de 55 ans constituent 14,5 % des victimes. La très faible proportion (3 %) de victimes EDPm de plus de 55 ans, peut s'expliquer par le fait que ces personnes ont moins la volonté d'explorer les nouvelles technologies et n'osent pas essayer ce type de véhicule. Or cet âge est associé à un surrisque de gravité du fait d'une plus grande fragilité physiologique. En ajustant le modèle sur ce facteur, cela nous permet de rééquilibrer en partie la comparaison entre victimes EDPm et cyclistes.

Les victimes EDPm sont un peu moins souvent de sexe masculin que les victimes cyclistes. Or, le sexe (masculin) est connu dans la littérature pour être un facteur de risque de gravité, du fait d'une plus grande propension à la prise de risque (vitesse, alcool...). Il est donc important de le prendre en compte dans l'analyse multivariée.

La comparaison de la gravité entre victimes EDPm et victimes cyclistes semble indiquer une gravité égale en univariée. Or, en multivarié, une fois le modèle ajusté sur l'année, le lieu, le type d'antagoniste, l'âge, le sexe et le département de résidence, la gravité des victimes EDPm est plus importante. Cette gravité plus élevée, après ajustement sur ces facteurs, pourrait s'expliquer par plusieurs aspects. Tout d'abord et comme nous l'avons déjà évoqué, elle pourrait être due à une plus grande utilisation des EDPm la nuit (usagers moins visibles et vitesse environnante plus élevée), et à une plus grande vitesse de ceux-ci par rapport à l'ensemble des vélos. Elle pourrait aussi s'expliquer par un moindre port du casque. Dans notre étude, seule une victime EDPm sur quinze portait un casque au moment de l'accident, alors que c'était le cas d'un cycliste sur quatre. La variable devenait non significative en multivarié, sans doute du fait d'une grande part de non renseigné. Stray *et al.* (Stray *et al.* 2022) indiquent également qu'à Oslo en Norvège, les victimes d'accident de trottinette électrique portent moins le casque que les victimes cyclistes. En Australie, le non-port du casque est plus répandu chez les victimes usagers de trottinettes électriques (38,6 %) et vélos (18,8 %) en libre-service que chez les victimes usagers de vélo privé (1,5 %) alors même que le casque est obligatoire pour tous les âges dans ce pays pour ces deux types d'usagers (Haworth N., 2021). Chez les victimes EDPm, la littérature montre une large proportion de blessures à la tête et à la face et un faible taux de port du casque. Mitchell *et al.* (Mitchell *et al.* 2019) ont montré un effet protecteur de celui-ci sur les lésions cranio-faciales chez ces usagers. Ce résultat va dans le même sens que ce qui a déjà été montré et quantifié chez les cyclistes, dans une méta-analyse portant sur neuf pays occidentaux plus Hong Kong et Singapour (Olivier et Creighton 2016), incluant une étude sur le Registre du Rhône (Amoros *et al.* 2012) basée sur un grand nombre d'observations. Avec un casque adapté (le type de casque doit être réfléchi et étudié), certaines blessures pourraient donc être évitées.

L'alcool constitue un facteur de risque d'accident et pourrait également jouer un rôle dans cette plus grande gravité des blessés à trottinette électrique qu'à vélo. En effet, plusieurs études (Lavoie-Gagne *et al.* 2021; Beck *et al.* 2020; Stray *et al.* 2022; Kleinertz *et al.* 2021; Trivedi *et al.* 2019) montrent des taux de victimes alcoolisées à trottinettes électriques variables mais non négligeables, allant de 4 % environ (Trivedi *et al.* 2019; Shah *et al.* 2021) à 40 % (et même jusqu'à 91 % la nuit (Stray *et al.* 2022)). Les pourcentages de victimes cyclistes alcoolisées sont plus faibles et varient entre 3 et 8 % (Shah *et al.* 2021; Kleinertz *et al.* 2021; Stray *et al.*

2022) et jusqu'à 69 % la nuit (Stray *et al.* 2022). Cette consommation n'est pas sans conséquence. Du fait de son action sur les capacités perceptives, cognitives et motrices, l'alcool constitue l'un des principaux facteurs de risque d'accident (Martin *et al.* 2017). En outre, en cas de chute, Shiffler (Shiffler *et al.* 2021) a observé une augmentation des blessures à la tête, sans blessure aux membres, suggérant que les réflexes de protection avec les bras sont inhibés sous l'effet de l'alcool. Un autre aspect lié à l'alcool, et qui augmenterait la gravité des accidents, est l'utilisation au retour de soirées festives de ces modes de transport, rejoignant en cela les risques liés à leur utilisation de nuit.

Il existe encore d'autres facteurs comportementaux tels que la prise de risque (notamment chez les jeunes conducteurs) et le non-respect des règles. L'étude réalisée par le *Smart Mobility Lab* (Smart Mobility Lab 2020) dont une partie concerne une enquête en France auprès de 6 000 utilisateurs d'EDPm (y compris les trottinettes en libre-service) montre l'absence de respect de la réglementation dans deux tiers des trajets chez les EDPm (dont 40 % d'excès de vitesse, et 30 % de circulation sur les trottoirs, surtout chez les usagers de trottinettes électriques). Concernant le non-respect de la règle d'une seule personne sur une trottinette, notre étude montre qu'il y a un pourcentage plus élevé de passagers chez les victimes EDPm que chez les victimes cyclistes (2,3 % vs 0,3 %).

Haworth *et al.* (Haworth, Schramm, et Twisk 2021) montrent que la réduction des comportements « illégaux » (non-respect de la loi en termes de réglementation de vitesse, de circulation, l'alcoolémie, etc.) accompagnée d'une augmentation du nombre d'usagers de trottinettes électriques privées est bénéfique pour la sécurité de l'ensemble des trottinettes électriques. C'est à l'image de l'effet de « sécurité par le nombre » rapporté dans la littérature concernant les blessés cyclistes et piétons, c'est-à-dire que plus il y a de cyclistes (respectivement de piétons), plus le risque d'accident par cycliste (respectivement par piéton) diminue : autrement dit le nombre de blessés à vélo et à pied n'augmente pas de façon linéaire avec le nombre de ces usagers (Jacobsen 2015). Cela peut se comprendre de la façon suivante : plus il y a de cyclistes (respectivement de piétons), plus les automobilistes les voient et s'attendent à leur présence, et ajustent ainsi leur comportement.

6. CONCLUSION

L'arrivée des engins de déplacements personnels dans l'espace public connaît actuellement un véritable essor, essentiellement dû à la mise en place des systèmes de location en libre-service. L'augmentation de l'exposition qui en résulte a des répercussions directes sur les statistiques d'accidents corporels avec une multiplication par cinq du nombre de victimes EDP (motorisés ou non) enregistrées dans le Registre du Rhône entre 2018 et 2019 et une multiplication par 10 du nombre de victimes EDPm, essentiellement des trottinettes électriques.

Avec ce mode de déplacement qui se déploie, les différences observées demanderont à être réexaminées en prenant en compte l'accidentalité des années récentes. Cela permettra d'étudier si l'effet « nouveauté » qui a fait apparaître ce sursis de gravité des EDPm par rapport aux vélos va s'estomper dans le temps. Cela permettra également de mesurer l'influence des nouvelles règles de sécurité (décret de 2019 et arrêtés de juin et juillet 2020³ et décret de 2023) en termes d'effets positifs (meilleure visibilité du fait de l'obligation des éclairages) et négatifs (le fait d'être sur la route, protecteur pour les piétons, mais éventuellement délétère pour les EDPm). Par ailleurs, une enquête complémentaire greffée sur le Registre (projet Elmos) et menée conjointement par le Cerema et l'Université Gustave Eiffel (Umrestte) va étudier la question de l'exposition au risque et documenter plus précisément les circonstances de l'accident. Les résultats devraient être disponibles courant 2024.

À l'instar des Pays-Bas où les trottinettes électriques en libre-service sont (pour l'instant) interdites ou encore à Brisbane en Australie où les trottinettes électriques sont interdites sur la route et où le port du casque est obligatoire, les résultats de cette étude amènent des éléments factuels au débat sur le possible rôle des pouvoirs publics dans la mise en place ou non de nouveaux modes de déplacement. Le nombre d'articles publiés dans la littérature devrait questionner le choix des villes, qui, en acceptant les systèmes de location libre-service de trottinettes électriques risquent fort de voir augmenter les nombres de blessés (et tués) et d'accentuer la demande sur des services d'urgences déjà surchargés par un contexte global de tension et d'organisation (manque de personnels, crise sanitaire, report de consultations du ressort des généralistes vers les urgences).

Entre 2015 et 2019, les chiffres du Registre du Rhône, et les chiffres nationaux montrent une augmentation de l'accidentalité pour les usagers de vélo et d'EDPm, et seulement pour ces usagers. Il s'agit notamment d'une hausse de l'exposition. Dans un contexte de lutte contre les émissions locales de polluants atmosphériques, ces nouveaux modes de déplacement (trottinettes électriques, vélos à assistance électriques, etc.) sont encouragés, même si, du point de vue de la lutte contre la sédentarité, il serait préférable de privilégier davantage les modes actifs (à pied, trottinette mécanique, vélo à propulsion humaine, etc.). En ce qui concerne la traumatologie routière des mesures de prévention doivent être étudiées et prises sur différents aspects, notamment pour les EDPm, dont l'apparition est récente. En matière d'environnement spatial, le développement de ces modes nécessite d'accorder de l'importance à l'aménagement des infrastructures (développement des bandes cyclables, suivi de l'état de la chaussée, etc.). En ce qui concerne les véhicules, les EDPm pourraient être équipés de feux arrière plus visibles, de clignotants, de meilleurs freins, etc. Brider les trottinettes et vélos électriques à 15 km/h, comme le suggère un rapport récent (Dedecker et Rio 2023) pourrait également être bénéfique. Enfin, sur le sujet du comportement des usagers, des mesures permettraient de réduire le risque d'accident et de blessure grave, comme l'obligation de port du casque (de sécurité et non audio), la sensibilisation des usagers sur les

³ <https://www.securite-routiere.gouv.fr/reglementation-liee-aux-modes-de-deplacements/reglementation-des-edpm>

tâches secondaires (téléphone, grignotage, etc.) pendant la conduite, sur la consommation d'alcool ou sur la connaissance et le respect du code de la route. Des actions sont déjà mises en place par les opérateurs pour renforcer les contrôles d'accès, notamment envers les plus jeunes (mineurs), avec l'obligation de paiement par carte bancaire et contrôle d'identité pour les flottes de trottinettes électriques en libre-service. D'autres mesures pourraient suivre, du moins pour les opérateurs lyonnais, comme l'incitation (financière) au port du casque, le bridage à 15 km/h pour les débutants, le décompte du temps de facturation à l'arrêt pour feu ou intersection, le ralentissement de la trottinette en cas d'utilisation à deux ou un test de réactivité pour empêcher ou au moins limiter la conduite en état d'ébriété (« Vélo'v, vélos et trottinettes en libre-service. Ville de Lyon » 2023).

7. ANNEXES

Annexe 1

Règles de circulation des engins de déplacement personnel (code de la route : Décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel, complété par le décret n°2023-848 du 31 août 2023).

En agglomération, ils doivent rouler sur les pistes ou bandes cyclables, ou à défaut sur les voies dont la vitesse maximale est limitée à 50 km/h. Ils peuvent emprunter les voies piétonnes uniquement à la vitesse du pas (6 km/h maximum). Hors agglomération, ils peuvent circuler uniquement sur des pistes et voies cyclables (*ou sur voies autorisées par le gestionnaire de voiries*). Le conducteur doit être âgé d'au moins 12 ans, relevé à 14 ans en août 2023, et n'a pas l'autorisation de prendre des passagers ni d'avoir des écouteurs. Le port d'un casque est obligatoire hors agglomération et recommandé en agglomération. Le port d'un gilet réfléchissant est obligatoire hors agglomération sur voies autorisées, et recommandé en agglomération de nuit ou en cas de faible visibilité. L'engin doit obligatoirement être équipé de feux, à l'avant et à l'arrière, d'un avertisseur sonore, de catadioptres et circuler à une vitesse maximale de 25 km/h.

Annexe 2

Évolution du nombre de victimes selon le type d'usager sur la période 2015-2019 (n=44 021)

| Année | Piéton | | Voiture | | 2RM | | Vélo | | EDP | | Autres | | Total | |
|-------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|
| | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % |
| 2015 | 719 | 9,2% | 3 500 | 45,0% | 1 764 | 22,7% | 1 354 | 17,4% | 247 | 3,2% | 202 | 2,6% | 7 786 | 100% |
| 2016 | 725 | 9,0% | 3 765 | 47,0% | 1 581 | 19,7% | 1 505 | 18,8% | 239 | 3,0% | 203 | 2,5% | 8 018 | 100% |
| 2017 | 766 | 8,7% | 3 971 | 45,3% | 1 680 | 19,2% | 1 774 | 20,3% | 300 | 3,4% | 266 | 3,0% | 8 757 | 100% |
| 2018 | 737 | 8,2% | 4 122 | 45,8% | 1 765 | 19,6% | 1 821 | 20,2% | 319 | 3,5% | 241 | 2,7% | 9 005 | 100% |
| 2019 | 832 | 8,0% | 4 187 | 40,0% | 1 786 | 17,1% | 1 935 | 18,5% | 1 476 | 14,1% | 239 | 2,3% | 10455 | 100% |
| Total | 3 779 | 8,6 % | 19545 | 44,4% | 8 576 | 19,5% | 8 389 | 19,0% | 2 581 | 5,9% | 1 151 | 2,6% | 44021 | 100% |

Annexe 3

Incidence moyenne annuelle pour 100 000 habitants des victimes EDP selon l'âge, le sexe et le type d'EDP, Registre du Rhône 2015-2019

| Âge | EDPnm-nr | | | EDPm | | | EDP total | | |
|----------------|----------|------|-------|------|------|-------|-----------|------|-------|
| | F | M | Total | F | M | Total | F | M | Total |
| 0 à 4 ans | 8,8 | 14,3 | 11,6 | 2,0 | 0,3 | 1,2 | 10,8 | 14,6 | 12,8 |
| 5 à 9 ans | 43,6 | 35,4 | 39,4 | 4,5 | 6,6 | 5,5 | 48,1 | 42,0 | 45,0 |
| 10 à 14 ans | 36,3 | 70,3 | 53,7 | 6,2 | 17,7 | 12,1 | 42,5 | 88,0 | 65,8 |
| 15 à 19 ans | 14,9 | 48,2 | 31,5 | 19,7 | 24,3 | 22,0 | 34,6 | 72,5 | 53,5 |
| 20 à 24 ans | 25,6 | 36,8 | 31,0 | 28,9 | 44,8 | 36,6 | 54,5 | 81,5 | 67,6 |
| 25 à 29 ans | 15,2 | 31,4 | 23,1 | 15,8 | 32,3 | 23,9 | 31,0 | 63,8 | 47,0 |
| 30 à 34 ans | 12,5 | 17,6 | 15,0 | 10,9 | 21,5 | 16,1 | 23,4 | 39,1 | 31,0 |
| 35 à 39 ans | 15,1 | 16,7 | 15,9 | 5,5 | 16,0 | 10,6 | 20,6 | 32,7 | 26,5 |
| 40 à 44 ans | 13,6 | 13,2 | 13,4 | 4,7 | 13,5 | 9,1 | 18,3 | 26,7 | 22,5 |
| 45 à 49 ans | 8,4 | 11,0 | 9,7 | 3,4 | 11,0 | 7,1 | 11,7 | 22,0 | 16,8 |
| 50 à 54 ans | 5,8 | 8,7 | 7,2 | 4,8 | 7,6 | 6,2 | 10,6 | 16,3 | 13,4 |
| 55 à 59 ans | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 3,0 | 4,9 | 3,9 | 8,7 | 10,6 | 9,6 |
| 60 à 64 ans | 3,2 | 2,8 | 3,1 | 0,8 | 1,9 | 1,3 | 4,1 | 4,7 | 4,4 |
| 65 à 69 ans | 2,5 | 1,0 | 1,8 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 3,4 | 2,0 | 2,7 |
| 70 ans et plus | 0,5 | 1,9 | 1,2 | 0,5 | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 3,2 | 2,0 |
| Total | 13,4 | 21,4 | 17,3 | 7,5 | 14,2 | 10,7 | 20,9 | 35,6 | 27,9 |

Annexe 4

Incidence moyenne pour 100 000 habitants des victimes à vélo selon l'âge et le sexe, Registre du Rhône 2015-2019

| | Femmes | Hommes | Total |
|----------------|-------------|--------------|-------------|
| 0 à 4 ans | 9,2 | 24,7 | 17,1 |
| 5 à 9 ans | 31,6 | 70,5 | 51,5 |
| 10 à 14 ans | 26,9 | 138,9 | 84,2 |
| 15 à 19 ans | 40,8 | 211,6 | 125,6 |
| 20 à 24 ans | 112,9 | 255,3 | 181,8 |
| 25 à 29 ans | 98,5 | 239,2 | 167,3 |
| 30 à 34 ans | 69,9 | 171,2 | 119,2 |
| 35 à 39 ans | 53,1 | 152,3 | 101,8 |
| 40 à 44 ans | 45,1 | 141,4 | 93,4 |
| 45 à 49 ans | 42,6 | 150,4 | 95,9 |
| 50 à 54 ans | 55,8 | 135,6 | 94,5 |
| 55 à 59 ans | 57,1 | 114,9 | 84,9 |
| 60 à 64 ans | 44,2 | 108,6 | 73,9 |
| 65 à 69 ans | 27,4 | 92,1 | 57,1 |
| 70 à 74 ans | 16,0 | 76,5 | 43,6 |
| 75 à 79 ans | 8,1 | 57,5 | 29,8 |
| 80 à 84 ans | 2,1 | 56,4 | 23,5 |
| 85 à 89 ans | 0,0 | 30,8 | 10,5 |
| 90 ans et plus | 1,4 | 12,0 | 4,1 |
| Total | 46,8 | 138,3 | 90,8 |

Annexe 5

Facteurs associés au risque de blessures graves chez les victimes d'EDPm et chez les cyclistes séparément - Registre du Rhône 2015-2019

| | EDPm | | | | | | | | | Vélo | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|--------|--------|-------|------------|----------|------------|---------|------------|--------|---------|---------|-----|--------|-------|------------|-----------|------|-----------|------------|----|---------|
| | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total N | UNIVARIÉ | | | MULTIVARIÉ | | | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total N | UNIVARIÉ | | | MULTIVARIÉ | | |
| | N | % | N | % | | OR | IC | P-value | OR | IC | P-value | N | % | N | % | | OR | IC | P-value | OR | IC | P-value |
| | 821 | | 34 | | 855 | | | | | | 5 929 | | 233 | | 6 162 | | | | | | | |
| Année d'accident | NS | | | | | | | | | 0,0468 | | | | | | | | | | | | |
| 2015 | 6 | 0,7% | 1 | 2,9% | | 4,34 | 0,51-37,27 | | | | 873 | 14,7% | 42 | 18,0% | 915 | 1,34 | 0,88-2,04 | | | | | |
| 2016 | 5 | 0,6% | 0 | 0,0% | | <0,001 | - | | | | 1 031 | 17,4% | 46 | 19,7% | 1 077 | 1,24 | 0,83-1,87 | | | | | |
| 2017 | 18 | 2,2% | 0 | 0,0% | | <0,001 | - | | | | 1 218 | 20,5% | 57 | 24,5% | 1 275 | 1,30 | 0,89-1,92 | | | | | |
| 2018 | 63 | 7,7% | 5 | 14,7% | | 2,066 | 0,77-5,54 | | | | 1 414 | 23,8% | 38 | 16,3% | 1 452 | 0,75 | 0,49-1,15 | | | | | |
| 2019 | 729 | 88,8% | 28 | 82,4% | | 1 | | | | | 1 393 | 23,5% | 50 | 21,5% | 1 443 | 1 | | | | | | |
| Saison | NS | | | | | | | | | NS | | | | | | | | | | | | |
| Printemps | 246 | 30,0 % | 11 | 32,4% | 257 | 2,30 | 0,79-6,71 | | | | 1 725 | 29,1% | 68 | 29,2% | 1 793 | 1,13 | 0,78-1,62 | | | | | |
| Été | 250 | 30,5 % | 16 | 47,1% | 266 | 3,29 | 1,19-9,11 | | | | 1 808 | 30,5% | 74 | 31,8% | 1 882 | 1,17 | 0,82-1,67 | | | | | |
| Automne | 257 | 31,3 % | 5 | 14,7% | 262 | 1 | | | | | 1 513 | 25,5% | 53 | 22,7% | 1 566 | 1 | | | | | | |
| Hiver | 68 | 8,3 % | 2 | 5,9% | 70 | 1,51 | 0,29-7,96 | | | | 883 | 14,9% | 38 | 16,3% | 921 | 1,23 | 0,80-1,88 | | | | | |
| Jour de semaine | NS | | | | | | | | | NS | | | | | | | | | | | | |
| Semaine | 546 | 66,5 % | 23 | 67,6% | 569 | 1 | | | | | 4 169 | 70,3% | 169 | 72,5% | 4 338 | 1 | | | | | | |
| Week-end | 275 | 33,5 % | 11 | 32,4% | 286 | 0,95 | 0,46-1,98 | | | | 1 760 | 29,7% | 64 | 27,5% | 1 824 | 0,90 | 0,67-1,20 | | | | | |
| Lieu de l'accident | NS | | | | | | | | | NS | | | | | | | | | | | | |
| Lyon | 732 | 89,2 % | 29 | 85,3% | 761 | 1 | | 1 | | | 4 307 | 72,6% | 111 | 47,6% | 4 418 | 1 | | 1 | | | | |
| Couronne hors Lyon | 89 | 10,8 % | 5 | 14,7% | 94 | 1,42 | 0,54-3,76 | 1,83 | 0,65-5,14 | | 1 622 | 27,4% | 122 | 52,4% | 1 744 | 2,92 | 2,24-3,80 | 2,30 | 1,75-3,04 | | | |
| Antagoniste | 0,0365 | | | | | | | | | 0,0353 | | | | | | | | | | | | |
| Aucun | 606 | 73,8 % | 18 | 52,9% | 624 | 1 | | 1 | | | 3 575 | 60,3% | 113 | 48,5% | 3 688 | 1 | | 1 | | | | |
| Obstacle fixe | 73 | 8,9 % | 4 | 11,8% | 77 | 1,85 | 0,61-5,60 | 1,62 | 0,52-5,02 | | 575 | 9,7% | 22 | 9,4% | 597 | 1,21 | 0,76-1,93 | 0,99 | 0,62-1,59 | | | |
| Véhicules motorisés* | 129 | 15,7 % | 10 | 29,4% | 139 | 2,61 | 1,18-5,79 | 2,49 | 1,11-5,59 | | 1 502 | 25,3% | 89 | 38,2% | 1 591 | 1,88 | 1,41-2,49 | 1,78 | 1,32-2,38 | | | |
| Autres usagers** | 13 | 1,6 % | 2 | 5,9% | 15 | 5,18 | 1,09-24,67 | 6,34 | 1,28-31,5 | | 277 | 4,7% | 9 | 3,9% | 286 | 1,03 | 0,52-2,05 | 0,94 | 0,47-1,90 | | | |

| | EDPm | | | | | | | | | | Vélo | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|--------|-------|------------|----------|-----------|---------|------------|----|---------|---------|-----|--------|-------|------------|-----------|------|-----------|------------|---------|---------|
| | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total N | UNIVARIÉ | | | MULTIVARIÉ | | | MAIS1-2 | | MAIS3+ | | Total N | UNIVARIÉ | | | MULTIVARIÉ | | |
| | N | % | N | % | | OR | IC | P-value | OR | IC | P-value | N | % | N | % | | OR | IC | P-value | OR | IC | P-value |
| Âge | NS | | | | | | | | | | NS | | | | | | | | | | | |
| 12 à 17 ans | 89 | 10,8 % | 2 | 5,9% | 91 | 0,55 | 0,13-2,43 | 0,54 | 0,12-2,47 | | 450 | 7,6% | 8 | 3,4% | 458 | 0,51 | 0,25-1,04 | 0,39 | 0,19-0,81 | <0,0001 | <0,0001 | |
| 18 à 24 ans | 288 | 35,1 % | 14 | 41,2% | 302 | 1,19 | 0,58-2,46 | 1,28 | 0,61-2,69 | | 1 390 | 23,4% | 29 | 12,4% | 1 419 | 0,59 | 0,39-0,90 | 0,62 | 0,41-0,94 | | | |
| 25 à 54 ans | 417 | 50,8 % | 17 | 50,0% | 434 | 1 | | 1 | | | 3 274 | 55,2% | 115 | 49,4% | 3 389 | 1 | | 1 | | | | |
| 55 ans et plus | 27 | 3,3 % | 1 | 2,9% | 28 | 0,91 | 0,12-7,09 | 0,96 | 0,12-7,65 | | 815 | 13,7% | 81 | 34,8% | 896 | 2,83 | 2,11-3,80 | 2,49 | 1,84-3,38 | | | |
| Sexe | NS | | | | | | | | | | 0,0511 | | | | | | | | | | | |
| Femme | 294 | 35,8 % | 7 | 20,6% | 301 | 1 | | 1 | | | 1 703 | 28,7% | 44 | 18,9% | 1 747 | 1 | | 1 | | 0,0012 | 0,0015 | |
| Homme | 527 | 64,2 % | 27 | 79,4% | 554 | 2,15 | 0,93-5,00 | 2,37 | 1,00-5,65 | | 4 226 | 71,3% | 189 | 81,1% | 4 415 | 1,73 | 1,24-2,42 | 1,73 | 1,23-2,42 | | | |
| Département de résidence | 0,0439 | | | | | | | | | | 0,0272 | | | | | | | | | | | |
| Rhône | 725 | 88,3 % | 26 | 76,5% | 751 | 1 | | 1 | | | 5 613 | 94,7% | 212 | 91,0% | | 1 | | 1 | | 0,0166 | 0,0284 | |
| Hors Rhône | 96 | 11,7 % | 8 | 23,5% | 104 | 2,33 | 1,02-5,28 | 2,61 | 1,11-6,12 | | 316 | 5,3% | 21 | 9,0% | | 1,76 | 1,11-2,79 | 1,70 | 1,06-2,73 | | | |

***Véhicules motorisés : voitures, voiturettes, véhicules utilitaires, camions, car/bus, tracteurs, engins, tram/train, deux-roues motorisés

****Autres usagers et inconnus : vélo, trottinettes (y compris électriques), piétons

Concernant les antagonistes, la catégorie « autres », constituée des piétons, cyclistes et des usagers d'EDP est associée à un OR de 6,3 (1,3-31,5) chez les EDPm, et à un OR de 0,9 (0,5-1,9) chez les cyclistes. On peut se demander si ce résultat étonnant chez les EDPm pourrait être lié à un biais de sélection (biais d'enregistrement) sur la gravité pour ce type de configuration particulière (basé sur un sous-groupe de seulement 15 victimes). Rappelons que ce résultat chez les EDPm est étonnant car la gravité est fortement liée à l'énergie cinétique dégagée lors du choc, et que cette énergie cinétique est directement proportionnelle à la masse et à la vitesse au carré des véhicules et usagers impliqués.

8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 6t-bureau de recherche. 2019. « Usages et usagers des trottinettes électriques en free-floating en France ». <https://www.6-t.co/article/trottinettes-freefloating>
- « Abbreviated Injury Scale (AIS) ». 2008. Association for the Advancement of Automotive Medicine. 2008. <https://www.aaam.org/abbreviated-injury-scale-ais/>
- Académie Des Mobilités Actives. 2022. « Les vitesses du vélo ». 2022. <https://www.mobilites-actives.fr/etudes-techniques/3>
- Amoros, Emmanuelle, Mireille Chiron, Jean-Louis Martin, Bertrand Thélot, et Bernard Laumon. 2012. « Bicycle Helmet Wearing and the Risk of Head, Face, and Neck Injury: A French Case–Control Study Based on a Road Trauma Registry ». *Injury Prevention* 18 (1): 27-32. <https://doi.org/10.1136/ip.2011.031815>
- Amoros, Emmanuelle, Jean-Louis Martin, et Bernard Laumon. 2006. « Under-Reporting of Road Crash Casualties in France ». *Accident Analysis & Prevention* 38 (4): 627-35. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.11.006>
- Amoros, Emmanuelle, Léa Pascal, Gregory Soler, Laura Turbatu, Blandine Gadegbeku, et Amina Ndaiye. 2019. « Estimation du nombre de blessés graves de la route, au sens MAIS3+, France métropolitaine, 2006-2016 ».
- Austin Public Health. 2019. « Dockless electric scooter-related injury study ». https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Health/Epidemiology/APH_Dockless_Electric_Scooter_Study_5-2-19.pdf
- Avila-Palencia, Ione, Audrey de Nazelle, Tom Cole-Hunter, David Donaire-Gonzalez, Michael Jerrett, Daniel A Rodriguez, et Mark J Nieuwenhuijsen. 2017. « The Relationship between Bicycle Commuting and Perceived Stress: A Cross-Sectional Study ». *BMJ Open* 7 (6): e013542. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013542>
- Beck, Sierra, Luke Barker, Annie Chan, et Signe Stanbridge. 2020. « Emergency Department Impact Following the Introduction of an Electric Scooter Sharing Service ». *Emergency Medicine Australasia* 32 (3): 409-15. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13419>
- Branion-Calles, Michael, Thomas Götschi, Trisalyn Nelson, Esther Anaya-Boig, Ione Avila-Palencia, Alberto Castro, Tom Cole-Hunter, et al. 2020. « Cyclist Crash Rates and Risk Factors in a Prospective Cohort in Seven European Cities ». *Accident Analysis & Prevention* 141 (juin): 105540. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105540>
- cerema. 2022. « Mobilités décarbonées. Un défi global ». <http://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/mobilites-decarbonees-defi-global>
- Cicchino, Jessica B., Paige E. Kulie, et Melissa L. McCarthy. 2021. « Severity of E-Scooter Rider Injuries Associated with Trip Characteristics ». *Journal of Safety Research* 76 (février): 256-61. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.12.016>
- Conseil National de la Sécurité Routière. Novembre 2017. « Avis du Comité des experts auprès du CNSR sur les engins de déplacement personnel (EDP) ».
- Décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel. 2019. 2019-1082. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039272656>
- Fédération des professionnels micro-mobilité. 2020. « Baromètre du marché de la micro mobilité 2019 ». *Fédération des Professionnels de la Micro-Mobilité (FP2M)* (blog). 29 avril 2020. <https://fpmm.fr/barometre-du-marche-de-la-micro-mobilite-2019/>

- « Haddon Matrix ». 2022. In *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Haddon_Matrix&oldid=1081790157
- Haworth, Narelle, Amy Schramm, et Divera Twisk. 2021. « Changes in Shared and Private E-Scooter Use in Brisbane, Australia and Their Safety Implications ». *Accident Analysis & Prevention* 163 (décembre): 106451.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106451>
- Insee. 2021. « Département du Rhône: le département concentre un quart des emplois et de la population de la région ». <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5210230?sommaire=5213119>
- « Interventions réalisées par les services d'incendie et de secours - data.gouv.fr ». 2020. 2020. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/interventions-realisees-par-les-services-d-incendie-et-de-secours/>
- Jacobsen, Peter L. 2015. « Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling ». *Injury prevention* 21 (4): 271–275.
- Kleinertz, Holger, Dimitris Ntalos, Fabian Hennes, Jakob V. Nüchtern, Karl-Heinz Frosch, et Darius M. Thiesen. 2021. « Accident Mechanisms and Injury Patterns in E-Scooter Users ». *Deutsches Ärzteblatt international*, février.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0019>
- Laumon, Bernard. 1997. « A French road accident trauma registry: comparison with police records ». Présenté à 7th Conference Traffic Safety on Two Continents., Lisbon.
- Laumon, Bernard, Martin, Jean-Louis, Collet, Pierrette, Verney, Marie-Pierre, Ndiaye, Amina, et Vergnes, Irène. 1997. « A French Road Accident Trauma Registry: First Results ». In *Association For The Advancement Of Automotive Medicine (AAAM)*, 127-37. Orlando, Florida: Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM).
<http://worldcat.org/issn/08926484>
- Lavoie-Gagne, Ophelie, Matthew Siow, William Harkin, Alec R. Flores, Paul J. Girard, Alexandra K. Schwartz, et William T. Kent. 2021. « Characterization of Electric Scooter Injuries over 27 Months at an Urban Level 1 Trauma Center ». *The American Journal of Emergency Medicine* 45 (juillet): 129-36.
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.02.019>
- Martin, Jean-Louis, Blandine Gadegbeku, Dan Wu, Vivian Viallon, et Bernard Laumon. 2017. « Cannabis, Alcohol and Fatal Road Accidents ». *Plos One* 12 (11): e0187320.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187320>
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. 2020. « Comment les Français se déplacent-ils en 2019 ? Résultats de l'enquête mobilité des personnes. Paris ». 2020. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/comment-les-francais-se-deplacent-ils-en-2019-resultats-de-lenquete-mobilite-des-personnes>
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. 2022. « Se déplacer en voiture : seul, à plusieurs ou en covoiturage ? » Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. 2022. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/se-deplacer-en-voiture-seul-plusieurs-ou-en-covoiturage-0>
- Mitchell, Gary, Henry Tsao, Thomas Randell, Jacqueline Marks, et Prudence Mackay. 2019. « Impact of Electric Scooters to a Tertiary Emergency Department: 8-week Review after Implementation of a Scooter Share Scheme ». *Emergency Medicine Australasia* 31 (6): 930-34. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13356>
- Observatoire National Interministériel de la sécurité routière. 2019. « La sécurité routière en France, bilan de l'accidentalité 2018 ». ISBN: 978-2-110-77500-9.

<https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/etat-de-l-insecurite-routiere/bilans-annuels-de-la-securite-routiere/bilan-2019-de-la-securite-routiere>

- Olivier, Jake, et Prudence Creighton. 2016. « Bicycle Injuries and Helmet Use: A Systematic Review and Meta-Analysis ». *International Journal of Epidemiology*, juillet, dyw153. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw153>
- Redberg, Rita F., Eric Vittinghoff, et Mitchell H. Katz. 2021. « Cycling for Health ». *JAMA Internal Medicine* 181 (9): 1206. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.3830>
- Shah, Nitesh R., Sameer Aryal, Yi Wen, et Christopher R. Cherry. 2021. « Comparison of Motor Vehicle-Involved e-Scooter and Bicycle Crashes Using Standardized Crash Typology ». *Journal of Safety Research* 77 (juin): 217-28. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.03.005>
- Shiffler, Kyle, Khal Mancini, Melissa Wilson, Allen Huang, Eric Mejia, et Felix Kyle Yip. 2021. « Intoxication Is a Significant Risk Factor for Severe Craniomaxillofacial Injuries in Standing Electric Scooter Accidents ». *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 79 (5): 1084-90. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.09.026>
- Smart Mobility Lab. 2020. « Étude usages, risques et accidentalité des EDPM ». <https://smart-mobility-lab.com/etude-usages-risques-et-accidentalite-des-edpm/>
- Stray, August Vincent, Henrik Siverts, Knut Melhuus, Martine Enger, Pål Galteland, Ingar Næss, Eirik Helseth, et Jon Ramm-Pettersen. 2022. « Characteristics of Electric Scooter and Bicycle Injuries After Introduction of Electric Scooter Rentals in Oslo, Norway ». *JAMA Network Open* 5 (8): e2226701. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.26701>
- Toofany, Manish, Sasha Mohsenian, Leona K Shum, Herbert Chan, et Jeffrey R Brubacher. 2021. « Injury Patterns and Circumstances Associated with Electric Scooter Collisions: A Scoping Review ». *Injury Prevention* 27 (5): 490-99. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2020-044085>
- Trivedi, Tarak K., Charles Liu, Anna Liza M. Antonio, Natasha Wheaton, Vanessa Kreger, Anna Yap, David Schriger, et Joann G. Elmore. 2019. « Injuries Associated With Standing Electric Scooter Use ». *JAMA Network Open* 2 (1): e187381. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.7381>
- Ville de Lyon. « Vélo'v, vélos et trottinettes en libre-service ». 2023. <https://www.lyon.fr/mobilites/les-mobilites-actives/velov-velos-et-trottinettes-en-libre-service>