

Rapport n° 2022-R-15-FR

Impact des caractéristiques des véhicules sur la gravité des blessures des usagers vulnérables de la route

Première analyse descriptive exploratoire et à variables multiples de données ACC-DIV couplées



FEDERALE OVERHEIDSDIENST
MOBILITEIT EN VERVOER

Numéro de rapport	2022 - R - 15 - FR
Dépôt légal	D/2022/0779/39
Donneur d'ordre	Service public Fédéral de la Mobilité et des Transports
Date de publication	30/06/2022
Auteur(s)	Nina Nuyttens, Quentin Lequeux, Heike Martensen
Révision	Paul Schepers (Rijkswaterstaat), Philip Temmerman (institut Vias), Naomi Wardenier (institut Vias), Stijn Daniels (institut Vias), Jean-François Gaillet (institut Vias)
Éditeur responsable	Karin Genoe

Les idées ou points de vue présentés dans le présent rapport ne sont pas nécessairement ceux du donneur d'ordre.

La reproduction des informations contenues dans ce rapport est autorisée à condition que la source soit explicitement mentionnée :

Nuyttens, N., Lequeux, Q., & Martensen, H. (2022). Impact des caractéristiques des véhicules sur la gravité des blessures des usagers vulnérables de la route – Première analyse descriptive exploratoire et à variables multiples de données ACC-DIV couplées, Bruxelles : Vias institute
 Dit rapport is eveneens verschenen in het Nederlands.

This report includes a summary in English.

Table des matières

Liste des tableaux et figures	4
Terminologie	6
Résumé	8
Summary	11
1 Introduction	14
1.1 Données ACC-DIV couplées	14
1.2 Objet de l'étude	14
2 Données et méthodes	15
2.1 Description des données ACC-DIV couplées	15
2.2 Définition de gravité des blessures	15
2.3 Analyse descriptive de la gravité des blessures	16
2.4 Modélisation à variables multiples de la gravité des blessures	16
2.5 Associations versus causes	17
3 Résultats : analyse descriptive de la gravité des blessures	18
3.1 Masse 18	
3.2 Puissance	19
3.3 Rapport poids/puissance	21
3.4 Type de carrosserie : kindcode	22
3.5 Type de carrosserie : segment automobile	23
3.6 Âge de la voiture particulière	24
3.7 Durée d'utilisation par le dernier titulaire	25
3.8 Âge du titulaire	26
4 Résultats : modélisation à variables multiples de la gravité des blessures	29
4.1 Six modèles finaux	29
4.2 Variables prédictives	29
4.3 Modélisation de la probabilité (ou odds) de blessures graves/mortelles	31
4.3.1 Variables prédictives potentielles non significatives	32
4.3.2 Variables prédictives catégorielles significatives	33
4.3.3 Variables prédictives continues significatives	38
4.4 Modélisation de la probabilité (ou odds) de décès	40
4.4.1 Variables prédictives potentielles non significatives	41
4.4.2 Variables prédictives catégorielles significatives	42
4.4.3 Variables prédictives continues significatives	46
5 Conclusion	48
Références	51
Annexe	52

Liste des tableaux et figures

Tableau 1	Liste des variables prédictives testées dans le modèle avec la probabilité de décès comme variable dépendante, les variables non significatives étant barrées	8
Tableau 2	List of tested predictor variables in the model with the risk of death as a dependent variable, with non-significant variables struck through.....	11
Tableau 3	Statistiques descriptives des variables continues issues des données de la DIV (2017-2020).....	15
Tableau 4	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la masse (kg) de la voiture particulière (2017-2020)	19
Tableau 5	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la puissance (kW) de la voiture particulière (2017-2020).....	20
Tableau 6	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « rapport poids/puissance » (kW/kg*1000) de la voiture particulière (2017-2020)	21
Tableau 7	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « kindcode » chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)	22
Tableau 8	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « segment automobile » des voitures particulières (2017-2020).....	24
Tableau 9	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon l’âge de la voiture particulière (2017-2020)	25
Tableau 10	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la durée d’utilisation par le dernier titulaire (2017-2020).....	26
Tableau 11	Nombre d’usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon l’âge du titulaire (2017-2020)	27
Tableau 12	Nombre de conducteurs impliqués dans les accidents corporels, selon l’âge du titulaire (lignes) et l’âge du conducteur (colonnes) (2017-2020).....	28
Tableau 13	Liste des variables prédictives testées	30
Tableau 14	Résultats des trois modèles finaux sur la probabilité de blessures graves/mortelles, les odds ratios et la significativité (n = 51 556 usagers de la route vulnérables, dont 5 165 avec blessures graves/mortelles).....	32
Tableau 15	Liste des variables prédictives testées, avec variables non significatives barrées	33
Tableau 16	Résultats des trois modèles finaux sur la probabilité de décès, les odds ratios et la significativité (n = 51 556 usagers de la route vulnérables, dont 523 avec blessures graves/mortelles)	41
Tableau 17	Liste des variables prédictives testées, avec variables non significatives barrées	42
Tableau 18	Corrélations entre six variables de véhicule continues (sur la base du jeu de données contenant tous les accidents de voiture, quelle que soit la partie adverse).....	52
Tableau 19	Dix des modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « type de carrosserie : kindcode ».....	53
Tableau 20	Dix des modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « type de carrosserie : segment automobile ».....	54
Tableau 21	Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, usagers de la route vulnérables	55
Tableau 22	Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, piétons et cyclistes.....	56
Tableau 23	Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, cyclomotoristes et motocyclistes	57
Tableau 24	Résultats de modèle, probabilité de décès, usagers de la route vulnérables	58
Tableau 25	Résultats de modèle, probabilité de décès, piétons et cyclistes.....	59
Tableau 26	Résultats de modèle, probabilité de décès, cyclomotoristes et motocyclistes	60
Figure 1	Gravité des blessures selon la masse (kg) de la voiture particulière (2017-2020).....	18
Figure 2	Gravité des blessures selon la puissance (kW) de la voiture particulière (2017-2020)	20
Figure 3	Gravité des blessures selon la variable « rapport poids/puissance » (kW/kg*1000) de la voiture particulière (2017-2020)	21
Figure 4	Gravité des blessures selon la variable « kindcode » chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)	22
Figure 5	Gravité des blessures selon la variable « segment automobile », chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020).....	23

Figure 6	Gravité des blessures selon l'âge de la voiture particulière chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020).....	25
Figure 7	Gravité des blessures selon la durée d'utilisation par le dernier titulaire chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020).....	26
Figure 8	Gravité des blessures selon l'âge du titulaire chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)	27
Figure 9	Probabilité de blessures graves/mortelles en cas de résultat d'alcoolémie positif chez le conducteur de la partie adverse, odds ratios (par rapport à un résultat d'alcoolémie négatif)	34
Figure 10	Probabilité de blessures graves/mortelles selon le mode de déplacement de l'utilisateur de la route vulnérable, odds ratios (catégorie réf. = cyclistes)	34
Figure 11	Probabilité de blessures graves/mortelles selon la limitation de vitesse, odds ratios (catégorie réf. = 30 km/h).....	35
Figure 12	Probabilité de blessures graves/mortelles selon le type de collision, odds ratios (catégorie réf. = collision flanc contre flanc)	36
Figure 13	Probabilité de blessures graves/mortelles selon la luminosité, odds ratios (catégorie réf. = en journée)	37
Figure 14	Probabilité de blessures graves/mortelles, odds ratios des variables prédictives continues	38
Figure 15	Probabilité de décès, odds ratios des variables prédictives catégorielles.....	43
Figure 16	Probabilité de décès, odds ratios des variables prédictives continues	46

Terminologie

Mode de déplacement

Piéton. Une personne qui se déplace à pied. Sont incluses les personnes qui poussent un véhicule non motorisé qui n'est pas plus large que l'espace requis pour les piétons (par ex. un fauteuil roulant) et les personnes qui guident une bicyclette, un cycle motorisé ou un cyclomoteur à deux roues à la main.

Cycliste. Conducteur d'une bicyclette ou d'une bicyclette dotée d'un pédalage assisté (à l'exclusion de speed pedelec).

Cyclomotoriste. Conducteur d'un cyclomoteur de classe A, d'un cyclomoteur de classe B ou d'un speed pedelec.

Motocycliste. Conducteur d'une moto.

Voiture particulière. Dans le présent rapport, les voitures particulières sont des véhicules qui ont été immatriculés comme voitures particulières par la police sur la base de la variable `cod_ru_typ_cl` dans la base de données des accidents.

Usager de la route vulnérable. Piétons, cyclistes, cyclomotoristes ou motocyclistes.

Accident corporel et personnes impliquées

Accident corporel. Tout accident dans lequel au moins un véhicule circule sur une route publique ou sur une route privée à laquelle (une partie de) la circulation a accès, et dans lequel au moins une personne est blessée ou décède.

Tué de la route. Toute victime d'un accident de la route qui décède sur place ou dans les 30 jours suivant la date de l'accident à la suite de l'accident de la route.

Blessé grave. Toute personne blessée dans un accident de la route et dont l'état nécessite une hospitalisation de plus de 24 heures.

Blessé léger. Toute personne blessée dans un accident de la route et à laquelle ne s'applique pas le statut de « blessé grave » ou de « tué de la route ».

Indemne. Toute personne impliquée dans un accident de la route et à laquelle ne s'applique pas le statut de « blessé léger », de « blessé grave » ou de « tué de la route ».

Probabilité de décès (ou probabilité de blessures mortelles). Probabilité d'être un tué de la route en cas d'accident de la route.

Probabilité de blessures graves/mortelles. Probabilité d'être un blessé grave/tué de la route en cas d'accident de la route.

Statistique

NS. Non significatif. Dans le présent rapport, les résultats sont considérés comme non significatifs si la valeur p est supérieure à 0,05.

Odds et odds ratio. Les « odds » sont la probabilité que quelque chose se produise par rapport à la probabilité que quelque chose ne se produise pas : $p/(1-p)$. Si, par exemple, la probabilité de blessures graves/mortelles est de 10 %, les odds sont de $0,1/(1-0,1) = 0,11$. Dans le présent rapport, le terme « odds » est rarement utilisé. On utilise plutôt le terme « probabilité ». Le « odds ratio » est le rapport de deux odds. Par exemple, si les odds de blessures graves/mortelles sont de 0,22 pour les hommes et de 0,11 pour les femmes, le odds ratio est de $0,22/0,11 = 2$.

Dans le présent rapport, le odds ratio reflète l'augmentation/diminution des odds de blessures graves/mortelles ou de décès pour une catégorie spécifique de personnes (par ex. les hommes) par rapport à une catégorie de référence (par ex. les femmes). Un odds ratio supérieur à 1 indique une probabilité élevée de blessures graves/mortelles pour un groupe spécifique par rapport au groupe de référence, tandis qu'un odds ratio inférieur à 1 indique une probabilité moindre. Par exemple, un odds ratio de 1,3 pour les blessures graves/mortelles pour les hommes par rapport aux femmes signifie que les hommes sont 1,3 fois plus susceptibles que les femmes de subir des blessures graves/mortelles. Un odds ratio de 1 signifie que la probabilité n'est ni supérieure ni inférieure pour un groupe par rapport au groupe de référence.

Réf. ou cat. réf. Catégorie de référence. Il s'agit de la catégorie d'une variable catégorielle utilisée pour comparer les effets des autres catégories. Par exemple, dans le présent rapport, l'effet de la catégorie « homme » sur la probabilité de blessures graves/mortelles est comparé avec la cat. réf. « femme ».

Autres

Segment automobile. Il s'agit d'une classification des voitures basée essentiellement sur le prix de vente et les dimensions.

Durée d'utilisation par le dernier titulaire. La durée d'utilisation par le dernier titulaire est calculée par Statbel comme la différence entre la date de la dernière immatriculation dans la base de données des véhicules belges et la date de l'accident.

Luminosité. Variable comprenant des informations sur l'intensité de la lumière du jour ou de l'éclairage public. La variable compte les catégories « jour », « aube - crépuscule », « nuit - pas d'éclairage public présent », « nuit - éclairage public présent et allumé ».

Rapport poids/puissance. Le rapport poids/puissance est une mesure de la puissance d'une voiture selon sa masse. Il est calculé en divisant la puissance par la masse (unité = kW/kg*1000).

Titulaire. Il s'agit de la personne au nom de laquelle un véhicule est immatriculé. Il peut s'agir de la même personne que le propriétaire d'un véhicule, mais ce n'est pas nécessairement le cas.

Résumé

En 2020, Statbel a établi un lien entre les statistiques officielles sur les accidents, basées sur les registres des blessures par la police (ACC), et la base de données des véhicules (données de la DIV) du SPF Mobilité et Transports. Ce lien a enrichi la base de données des accidents de dizaines de variables sur les véhicules comme la masse, la puissance et le type de carrosserie.

Dans le présent rapport, nous utilisons ces variables et d'autres tirées des données ACC-DIV dans une analyse de la corrélation entre les caractéristiques des véhicules et la gravité des blessures. Par ailleurs, nous nous sommes concentrés sur la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables heurtés par une voiture particulière.

Quels facteurs déterminent la gravité des blessures en cas de collision entre une voiture particulière et un usager de la route vulnérable ? Cette question a été examinée dans une série d'analyses qui ont comparé les accidents mortels et non mortels, et ont ainsi identifié les facteurs qui conduisent à un risque accru de décès chez les usagers de la route vulnérables. Puisque cette probabilité est déterminée non seulement par les caractéristiques de véhicule, mais aussi par d'autres facteurs, comme les caractéristiques de la partie adverse (par ex. l'âge et l'alcool), les caractéristiques de l'usager de la route vulnérable (par ex. le mode de déplacement, l'âge et le sexe) et d'autres caractéristiques de l'accident (par ex. la limitation de vitesse, la luminosité et le type de collision), les modèles sont construits autour de plusieurs de ces variables. L'avantage d'une telle analyse à variables multiples est que l'effet d'une variable peut être vérifié en *contrôlant* les autres effets dans le modèle. De plus, les effets peuvent être comparés les uns aux autres pour déterminer l'importance relative de chaque variable. Il est important de noter que le présent rapport ne se penche pas sur la probabilité de *survenue* de collisions avec des usagers de la route vulnérables, mais bien sur la probabilité qu'ils soient mortellement blessés *à la survenue d'un accident*.

Facteurs qui augmentent la probabilité de décès chez les usagers de la route vulnérables

Le rapport compare les usagers de la route vulnérables qui décèdent de leurs blessures avec les usagers de la route vulnérables ayant subi des blessures graves ou légères, ou indemnes. Le Tableau 1 présente toutes les variables examinées dans le cadre de cette étude. Les variables barrées étaient des variables qui ne montraient aucune corrélation significative avec la probabilité de blessures mortelles dans l'analyse à variables multiples.

Tableau 1 Liste des variables prédictives testées dans le modèle avec la probabilité de décès comme variable dépendante, les variables non significatives étant barrées

Voiture particulière (partie adverse)	Utilisateur de la route vulnérable (victimes)	Circonstances d'accident générales
Conducteur : âge	Âge	Limitation de vitesse
Conducteur : sexe	Sexe	Type de collision
Conducteur : sous l'influence de l'alcool	Sous l'influence de l'alcool	Luminosité
Conducteur : durée d'utilisation du véhicule	Mode de déplacement	
Véhicule : segment automobile		
Véhicule : SUV		
Véhicule : masse		
Véhicule : puissance		
Véhicule : âge		

Les effets significatifs ont mené aux conclusions suivantes :

- Les voitures plus lourdes augmentent la probabilité(/odds) de décès chez les usagers de la route vulnérables : avec une augmentation d'environ 300 kg de la *masse* d'une voiture particulière, la probabilité de décès pour les usagers de la route vulnérables augmente de 23 %.
- Plus le conducteur est âgé, plus la probabilité de décès de la personne heurtée diminue. Pour un conducteur plus âgé de 10 ans, la probabilité de décès de la personne heurtée diminue de 12 %.

- Plus l'usager de la route vulnérable est âgé, plus la probabilité de décès est élevée. Entre 37 et 57 ans, la probabilité de décès augmente de 107 %¹, soit deux fois plus.
- Si le conducteur est sous l'influence de l'alcool, la probabilité de décès pour l'usager de la route vulnérable est 2,5 fois plus élevée que pour un conducteur qui n'est pas sous influence.
- Les usagers de la route vulnérables de sexe masculin sont environ 60 % plus susceptibles de décéder que les usagers de la route vulnérables de sexe féminin.
- Par rapport aux cyclistes, les motocyclistes sont deux fois plus susceptibles de décéder dans un accident corporel impliquant une voiture particulière.
- Par rapport à une zone 30, la probabilité de décès pour les usagers de la route vulnérables est 4 fois plus élevée sur des chaussées à 50 km/h, 15 fois plus élevée sur des chaussées à 70 km/h, 30 fois plus élevée sur des chaussées à 90 km/h et 26,5 fois plus élevée sur des chaussées à 120 km/h.
- Par rapport au jour, la probabilité est presque 6 fois plus élevée la nuit en l'absence d'éclairage public et 2,5 fois plus élevée en présence d'un éclairage public allumé.
- En cas de collision entre un usager de la route vulnérable et une voiture particulière, la probabilité de décès de l'usager de la route vulnérable est trois fois plus élevée en cas de collision frontale qu'en cas de collision « flanc contre flanc ».

Blessures graves versus blessures mortelles

Alors que dans la description ci-dessus, nous avons examiné ce qui détermine la probabilité de blessures mortelles par rapport aux blessures non mortelles (= blessures graves ou légères, ou aucune blessure) chez les usagers de la route vulnérables, nous décrivons ci-dessous les différences de résultats quand on compare les blessures graves (= lourdes ou mortelles) avec les blessures non graves (= blessures légères ou aucune blessure)², également pour les usagers de la route vulnérables.

Dans l'ensemble, les facteurs qui causent des blessures graves sont identiques à ceux qui augmentent la probabilité d'une collision mortelle. La principale différence est que, dans une analyse commune de l'ensemble des facteurs, la masse n'agit plus comme un prédicteur significatif dans le modèle, mais plutôt la puissance et l'âge du véhicule. En outre, le sexe de l'usager de la route vulnérable ne semble pas être un facteur important de prédiction de blessures graves.

La masse des véhicules et leur puissance sont corrélées, et augmentent proportionnellement. Par conséquent, ces deux variables indiquent plus ou moins la même relation avec la probabilité de blessures mortelles chez les parties adverses : les véhicules plus lourds et à puissance plus élevée sont plus susceptibles de causer des blessures mortelles que les véhicules légers à puissance plus faible. Si l'on se penche sur une prédiction de blessures graves, on constate que la puissance les prédit mieux que la masse. Cela signifie qu'à masse égale, les véhicules à puissance plus élevée ont tendance à causer des blessures graves (probablement en raison du style de conduite plus sportif qui est associé).

Les effets de la puissance et de l'âge du véhicule sur les blessures graves sont les suivants :

- Les voitures plus anciennes causent des blessures plus graves : une augmentation de 5 ans de l'âge d'une voiture particulière augmente de 4 % la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables.
- Avec une augmentation de la puissance de 35 kW, la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables augmente de 6 %.

On constate également que la taille d'effet de toutes les variables est moindre ampleur à la prédiction de la probabilité de blessures graves par rapport à la prédiction de blessures mortelles. La limitation de vitesse en est un exemple : alors que la probabilité de décès sur les chaussées à 90 km/h est 30 fois plus élevée que sur les chaussées à 30 km/h, la probabilité de blessures graves est « seulement » 3 fois plus élevée. Ou encore,

¹ La corrélation entre le prédicteur « âge de l'usager de la route vulnérable » et les logodds de la variable dépendante est quadratique. Cela signifie que l'effet de l'âge sur la probabilité de décès s'accélère avec l'âge de l'usager de la route vulnérable. L'augmentation de 107 % de la probabilité de décès, à l'augmentation de l'âge d'un écart type, s'applique spécifiquement aux personnes de 37 ans, et ne se transpose pas aisément à d'autres âges.

² Bien qu'il s'agisse à proprement parler de prédire les blessures graves ou mortelles, nous parlons, pour plus de commodité, des facteurs qui augmentent la probabilité de blessures graves, afin de pouvoir plus facilement en faire la distinction de l'analyse des blessures mortelles seules et du fait que, dans le groupe des blessures mortelles et graves, il s'agit en fait essentiellement de blessures graves (et seulement exceptionnellement de blessures mortelles).

quand le conducteur est sous l'influence de l'alcool, la probabilité de blessures mortelles pour les usagers de la route vulnérables augmente de 159 % alors que la probabilité de blessures graves augmente de 63 %.

Type d'usager de la route vulnérable

Nous avons établi une distinction entre les facteurs qui déterminent la gravité des blessures chez les piétons et les cyclistes, d'une part, et les facteurs qui déterminent la gravité des blessures chez les motocyclistes et les cyclomotoristes, d'autre part. La plupart des facteurs de risque décrits ci-dessus sont les mêmes pour les accidents de ces deux groupes. Toutefois, alors que les collisions frontales sont les plus dangereuses pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », chez les « piétons et cyclistes », ce sont les collisions « par l'arrière ».

Qu'est-ce qui n'a pas d'influence avérée sur la gravité des blessures dans les collisions avec des usagers de la route vulnérables ?

Une constatation importante est qu'aucune corrélation statistiquement significative ne peut être trouvée dans les données belges entre le type de carrosserie (notamment les SUV) et la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables. Les données ont seulement permis d'étudier la corrélation entre la probabilité de blessures graves/mortelles et les SUV de petite/moyenne taille. Du fait que peu de SUV de grand ou très grand modèle circulent en Belgique³, il nous est, pour l'instant, impossible de mesurer l'impact de ces véhicules sur la probabilité de blessures graves ou mortelles. Comme indiqué précédemment, la masse joue un rôle et on pourrait s'attendre à ce que les SUV soient plus dangereux pour les usagers vulnérables de la route en raison de leur masse plus élevée. Toutefois, d'après les analyses actuelles, les SUV ne sont pas plus dangereux que la voiture particulière moyenne. Des recherches ultérieures permettront de déterminer si cela peut s'expliquer par le fait qu'ils sont davantage équipés de systèmes d'aide à la conduite.

Conclusion

Les résultats de cette étude indiquent que les caractéristiques de véhicule ont un impact sur la probabilité de blessures (graves/mortelles) pour les victimes d'accidents. Les caractéristiques de véhicule qui déterminent le plus la probabilité de blessures (graves/mortelles) sont la masse, la puissance et l'âge du véhicule. Les voitures particulières lourdes et puissantes sont associées à une gravité des blessures supérieure chez les usagers de la route vulnérables que les voitures particulières légères et moins puissantes. Les véhicules plus anciens sont plus susceptibles que les véhicules plus récents d'être associés à une gravité des blessures supérieure chez les usagers de la route vulnérables. Bien que les tailles d'effet des trois caractéristiques de véhicule statistiquement significatives (puissance, masse et âge du véhicule) ne soient pas faibles, elles sont relativement inférieures par rapport à d'autres prédicteurs associés à la gravité des blessures, comme l'âge de l'usager de la route vulnérable ou la limitation de vitesse. Le point commun d'un grand nombre de variables prédictives importantes (luminosité, limitation de vitesse, alcool) est qu'elles ont une influence sur la rapidité à laquelle un conducteur de voiture remarque un usager de la route vulnérable et, par voie de conséquence, sur la distance de freinage. Plus la distance de freinage est courte, plus l'impact de collision est important et donc également la probabilité de blessures graves ou mortelles.

³ Seulement 0,7 % des personnes se trouvant dans des SUV lors d'accidents corporels étaient dans des SUV de grande ou très grande taille.

Summary

In 2020, Statbel completed a link between the official accident statistics, based on the records of injuries compiled by the police (ACC), and the vehicle database (DIV data) from the FPS Mobility and Transport. This link has enhanced the accident database, adding dozens of vehicle-related variables, such as mass, power and bodywork type.

In this report, we use these and other variables from the linked ACC-DIV data in analysing the relationship between vehicle characteristics and the severity of injuries. In doing so, we have focused on the severity of injuries sustained by vulnerable road users who have been hit by passenger cars.

What are the factors that determine the severity of injuries in a collision between a passenger car and a vulnerable road user? This question was examined in a series of analyses in which fatal and non-fatal accidents were compared and which identified the factors that lead to an increased likelihood of death occurring in vulnerable road users who have been hit by cars. Because this likelihood is determined by vehicle characteristics, as well as by other factors, such as the characteristics of the 'opponent' (e.g. age and alcohol), characteristics of the vulnerable road user (e.g. type of means of travel, age and gender) and yet other characteristics of the accident (e.g. speed limit, light conditions and type of collision), various models were produced featuring several of these variables. The advantage of this type of multivariate analysis is that the effect of one variable can be verified by *controlling* the other effects in the model. The effects can also be compared with each other in order to verify the relative importance of each variable. It is important to be aware that this report does not look at the odds of collisions with vulnerable road users *occurring*, but rather the likelihood of being fatally injured *if an accident should occur*.

Factors that increase the odds of death in vulnerable road users

In this report, vulnerable road users who die from their injuries are compared with vulnerable road users who suffer serious, minor or no injuries. Table 1 shows all of the variables investigated in this study. The variables that are struck through in the table are those for which the multivariate analysis showed no significant link with the risk of suffering fatal injuries.

Tableau 2 List of tested predictor variables in the model with the risk of death as a dependent variable, with non-significant variables struck through

Passenger car (opponent)	Vulnerable road user	General circumstances	accident
Driver: age	Age	Speed limit	
Driver: gender	Gender	Collision type	
Driver: under the influence of alcohol	Under the influence of alcohol	Light conditions	
Driver: period of use of the vehicle	Mode of transport		
Vehicle: car segment			
Vehicle: SUV			
Vehicle: mass			
Vehicle: power			
Vehicle: age			

The significant effects led to the following conclusions:

- Heavier vehicles increase the odds of vulnerable road users being killed: an increase of approximately 300 kg in the mass of a passenger car increases the risk of death for vulnerable road users by 23%.
- The older the car driver, the lower the risk of death for the person hit by the car in the collision. For every 10 years the driver of the car is older, the risk of death of the person hit by the car decreases by 12%.
- The older the vulnerable road user, the higher the odds of being killed. The odds of dying increase by 107%⁴ between the ages of 37 and 57, which is double the rate.

⁴ The relationship between the "age of the vulnerable road user" predictor and the log-odds of the dependent variable is quadratic. This means that the effect of age on the probability of death accelerates with increasing age of the vulnerable road user. The 107% increase

- If a car driver is under the influence of alcohol, the likelihood of the vulnerable road user dying is 2.5 higher compared with a car driver who is not under the influence.
- For male vulnerable road users, the odds of dying are approximately 60% greater than for females.
- In comparison with pedal cyclists, motorcyclists have twice as much chance of being killed in an accident causing injury with a passenger car.
- In comparison with a 30 km/h zone, the odds of vulnerable road users being killed is respectively 4 time higher on 50 km/h roads, 15 higher on 70 km/h roads, 30 higher on 90 km/h roads and 26.5 higher on 120 km/h roads.
- Compared with the daytime, the probability of being killed at night is almost 6 times higher if there is no public lighting and 2.5 times higher if the public lighting is switched on.
- In a collision between a vulnerable road user and a passenger car, the likelihood of a vulnerable road user being killed is three times higher in a head-on collision than in a "side-to-side" collision.

Serious injuries versus fatal injuries

While in the description detailed above we have looked at what determines the probability of fatal injuries versus non-fatal injuries (= major, minor or no injuries) for vulnerable road users, below we describe how the results differ when comparing serious injuries (= major or fatal injuries) with non-serious injuries (= minor or no injuries)⁵, including for vulnerable road users.

The factors that cause serious injuries are all the same as those that increase the likelihood of a fatal collision. The main difference is that when all of the factors are analysed together, *mass* no longer appears as a significant predictor in the model, whereas power and vehicle age are. In addition, the gender of the vulnerable road user does not appear to be a significant predictor of serious injury.

Vehicle mass and the power of vehicles are correlated and increase proportionally. These two variables therefore show more or less the same relationship with the likelihood of fatal injuries with 'opponents' – i.e. vehicles that are heavier and have greater power are more likely to cause fatal injuries than light vehicles with less power. When we look at a prediction of serious injuries, we find that power is a better predictor for these injuries than mass. This means that for the same mass, vehicles with higher power are more likely to cause serious injuries (this is probably due to the more sporty driving style associated with these types of vehicle).

The effects of power and vehicle age on serious injuries are as follows:

- Older cars cause more serious injuries: for every 5 years a passenger car is older, the odds of serious/fatal injuries in vulnerable road users increase by 4%.
- A 35 kW rise in power increases the odds of serious/fatal injuries for vulnerable road users by 6%.

We also note that the size effect of all variables is smaller when predicting the probability of serious injuries compared with predicting fatal injuries. An example of this is the speed limit: while the odds of dying on 90 km/h roads are 30 time higher compared with 30 km/h roads, the likelihood of serious injuries is "only" 3 times greater. Or when the car driver is under the influence of alcohol, the odds of vulnerable road users sustaining fatal injuries is increased by 159%, whereas the chance of serious injuries rises by 63%.

Type of vulnerable road user

We have made a distinction between the factors that determine serious injuries in pedestrians and cyclists, on the one hand, and the factors that determine the same in motorcyclists and moped riders, on the other. Most of the risk factors described above are the same for accidents sustained by these two groups. But, whereas for "motorcyclists and moped riders" head-on collisions tend to be the most dangerous, for "pedestrians and cyclists" it is collisions "from the rear" that present the greatest danger.

in the probability of death for an increase in age of one standard deviation is specific for 37-year olds, and cannot be transposed to other ages just like that.

⁵ Whereas, strictly speaking, it is about the prediction of serious or fatal injuries, for convenience we talk about the factors that increase the risk of serious injuries ... this is to make it easier to distinguish from the analysis of fatal injuries only and because the group of fatal and severe injuries is, in fact, mainly about serious injuries (and only exceptionally about fatal injuries).

What factors have no proven influence on the severity of injuries in collisions with vulnerable road users?

An important finding is that Belgian data shows no statistically significant relationship between bodywork type (e.g. SUVs) and the risk of serious/fatal injuries for vulnerable road users. The data only allowed an investigation of the relationship between the risk of serious/fatal injury and small/medium SUVs. Because there are few SUVs of the large or very large type in Belgium⁶, we cannot at the moment measure the impact that these vehicles have on the risk of sustaining serious or fatal injuries. As mentioned earlier, mass does play a role and one could expect SUVs to be more dangerous for vulnerable road users because of their higher mass. However, based on the current analyses, SUVs are not more dangerous than the average passenger car. Follow-up research will examine whether this could be explained by the fact that they are more equipped with driver assistance systems.

Conclusion

The results of this study show that vehicle characteristics have an impact on the likelihood of serious or fatal injuries being sustained by people involved in accident. The vehicle characteristics that most determine the likelihood of serious or fatal injuries are mass, power and vehicle age. Powerful, heavy passenger cars are associated with a higher degree of injury severity for vulnerable road users than less powerful, light passenger cars. Older vehicles are more often associated with a higher injury severity for vulnerable road users than younger vehicles. Although the size effects of the three statistically significant vehicle characteristics (power, mass and vehicle age) are not small in themselves, they are relatively small compared with other predictors related to injury severity, such as the age of the vulnerable road user, or the speed limit. Common to many of the significant predictor variables – light conditions, speed limit, alcohol – is that they affect the speed with which a driver notices a vulnerable road user and consequently the braking distance. The shorter the braking distance, the greater the collision impact becomes and, with it, the likelihood of serious or fatal injuries.

⁶ Only 0,7% of persons in SUVs in injury crashes were in large or very large SUVs.

1 Introduction

1.1 Données ACC-DIV couplées

Jusqu'en 2020, les statistiques officielles sur les accidents ne contiennent que des informations limitées sur les caractéristiques des véhicules impliqués dans des accidents. En 2020, Statbel a établi un lien entre les statistiques officielles sur les accidents, basées sur les registres des blessures par la police, et la base de données des véhicules (données de la DIV) du SPF Mobilité et Transports. Depuis, davantage d'informations sont disponibles sur les caractéristiques des véhicules impliqués dans des accidents corporels.

Le couplage a été initialement réalisé pour les années 2017-2019. En 2021, l'année 2020 y a été ajoutée. Statbel vise à procéder à ce couplage chaque année.

Dans le présent rapport, nous appelons les données couplées « données ACC-DIV *couplées* » ou simplement « données ACC-DIV ».

1.2 Objet de l'étude

L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact des caractéristiques des véhicules sur la gravité des blessures subies par les victimes d'accidents. De plus, l'accent est mis sur la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables heurtés par une voiture. Le rôle des caractéristiques des véhicules est comparé au rôle d'autres caractéristiques, comme la limitation de vitesse, le type de collision et la luminosité. Cette comparaison est menée à l'aide d'un modèle à variables multiples qui permet de calculer l'effet individuel de chaque caractéristique, contrôlé pour les effets des autres caractéristiques.

2 Données et méthodes

2.1 Description des données ACC-DIV couplées

Le lien entre les données officielles sur les accidents provenant de la police fédérale (DRI/BIPOL) et les données de la DIV provenant du SPF Mobilité et Transports a été établi par **Statbel** sur la base de la **plaque d'immatriculation et du numéro de châssis**. Les données ACC-DIV ne contiennent pas d'informations sur les véhicules qui n'ont jamais été impliqués dans un accident de la route entraînant des blessures/décès.

Compte tenu du lien entre la base de données des accidents belge et la base de données des véhicules immatriculés belge (= données de la DIV), le jeu de données concerne uniquement les véhicules belges qui ont eu un accident corporel sur le territoire belge. Les véhicules immatriculés à l'étranger, mais impliqués dans un accident corporel sur le territoire belge ne sont pas repris dans le jeu de données couplées.

En 2020 (08/09/2020), des données couplées ont été mises à disposition pour les années **2017-2019**. En 2021 (09/09/2021), des données couplées ont été ajoutées pour l'année **2020**. Statbel vise à procéder à ce couplage chaque année et à mettre ces données couplées à disposition.

Ci-après sont présentées les statistiques descriptives des principales variables continues des données ACC-DIV mises à disposition. La variable « Rapport poids/puissance » ne se retrouve pas dans les données de la DIV, mais nous l'avons calculée nous-mêmes en divisant la puissance par la masse (unité = kW/kg*1000). Une matrice de corrélation entre les différentes variables continues est disponible au Tableau 18 annexé. Des statistiques descriptives des variables catégorielles peuvent être trouvées au chapitre 3.

Tableau 3 Statistiques descriptives des variables continues issues des données de la DIV (2017-2020)

	Minimum	T1	Médian	Moyen	T3	Maximum	s/o
Masse (kg)	1	1176	1382	1401	1565	23000	42333
Puissance (kW)	0	60	77	81,49	96	850	24792
Rapport poids/puissance (kW/kg*1000)	5,35	49,62	56,50	58,44	63,52	670,88	42417
Âge de la voiture particulière (année)	0	3	7	7,78	12	103	24794
Durée d'utilisation par le dernier titulaire (année)	0	1	2	3,10	4	44	24792
Âge du titulaire (année)	6	33	45	46,4	57	100	59648

2.2 Définition de gravité des blessures

Dans le présent rapport, la notion de gravité des blessures est **appliquée de différentes façons**. L'analyse descriptive du chapitre 3 la définit comme le nombre de blessés graves et de tués pour 100 personnes impliquées dans un accident. La modélisation à variables multiples du chapitre 4 la définit en prenant le rapport entre le nombre de tués sur les routes et le nombre de non tués sur les routes, d'une part, et le rapport entre le nombre de tués sur les routes/blessés graves et les autres personnes impliquées, d'autre part.

Il est important de comprendre que le présent rapport ne porte que sur la probabilité de blessures (graves/mortelles) **en cas de survenue d'un accident corporel**. Il ne s'agit donc *pas* de la probabilité de blessures graves(/mortelles) par kilomètre parcouru. Le présent rapport ne tient pas compte du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules. Ce n'est pour l'instant pas possible du fait qu'aucune information sur le nombre de kilomètres parcourus par les voitures n'est disponible dans les données ACC-DIV couplées.

Dans ce rapport, le nombre de tués et de blessés graves ainsi que le calcul de la gravité des blessures s'appuient sur les **données de la police**. La distinction entre blessés graves et blessés légers s'appuie quant

à elle sur le jugement de la police, pas sur des critères médicaux. Cette distinction n'est donc pas toujours des plus exactes. Il s'agit d'une lacune de l'étude pour laquelle il n'existe actuellement aucune solution. Si les données ACC-DIV pouvaient être, à l'avenir, davantage couplées aux données hospitalières, d'autres définitions de la gravité des blessures davantage fondées sur des critères médicaux pourraient être utilisées.

2.3 Analyse descriptive de la gravité des blessures

Le chapitre 3 contient une analyse descriptive des données ACC-DIV couplées. Dans chaque cas, la corrélation entre **une caractéristique de véhicule**, par ex. l'âge du véhicule, et la gravité des blessures est examinée. Cet examen se fait sur la base de tableaux croisés dans lesquels la caractéristique des véhicules est croisée avec la gravité des blessures variable, qui compte quatre catégories : tués sur les routes, blessures graves, blessures légères et aucune blessure. Dans ce chapitre, pour mesurer la gravité des blessures, on calcule le nombre de tués et de blessés graves pour 100 personnes impliquées par catégorie de la variable du véhicule (par ex. minicitadine de segment A).

On examine si la gravité des blessures **diffère sensiblement** d'une catégorie de variable de véhicule à l'autre au moyen d'un test de significativité statistique. Pour les variables catégorielles, on procède à l'aide d'un test du khi carré de Pearson. Pour les variables continues, cela se fait sur la base d'un modèle de régression logistique (avec la variable continue comme unique prédicteur) dans le cadre duquel les personnes indemnes et les blessés légers sont confrontés aux victimes gravement blessées et tuées. Si la valeur p du coefficient de la variable de véhicule est inférieure à 0,05, la variable de véhicule est statistiquement significative.

2.4 Modélisation à variables multiples de la gravité des blessures

Dans la section descriptive, seule la corrélation entre une variable et la gravité des blessures est à chaque fois analysée. On procède en l'occurrence à l'aide de tableaux de fréquence, de graphiques et d'un test de significativité statistique.

En revanche, dans la modélisation à variables multiples de la gravité des blessures, la corrélation entre les différentes variables et la gravité des blessures est analysée simultanément. L'avantage en est qu'il est possible de déterminer l'effet d'une variable (ou prédicteur) sur la gravité des blessures tout **en tenant compte de l'effet des autres prédicteurs dans le modèle**. Prenons l'exemple d'un modèle dans lequel seul l'effet de l'âge du véhicule sur la probabilité de blessures graves/mortelles des usagers de la route vulnérables est modélisé. Il ressortira du chapitre 3.6 que plus un véhicule est ancien, plus la probabilité qu'il cause des blessures graves/mortelles à un usager de la route vulnérable est élevée. Une partie de l'effet de l'âge du véhicule sur la probabilité de blessures graves/mortelles peut être influencée (et plus précisément masquée) par le fait que les véhicules plus anciens sont en moyenne des véhicules plus légers. Par conséquent, il peut être judicieux de créer un modèle statistique tenant compte des deux prédicteurs, à savoir l'âge du véhicule et la masse du véhicule. L'effet de l'âge du véhicule sur la variable dépendante est alors mesuré tandis que l'effet de la masse du véhicule est pris en compte. En d'autres termes, on procède à un « contrôle » de la masse du véhicule ou, en d'autres termes, l'effet de la masse du véhicule est maintenu constant.

La technique d'analyse à variables multiples spécifique utilisée est la **régression logistique**. Il s'agit de la technique statistique la plus couramment utilisée pour prédire un résultat binaire, par ex. « blessures graves/mortelles » versus « pas de blessures graves/mortelles ».

Le présent rapport ne traite que **des modèles finaux** et n'aborde pas les autres modèles calculés pour y parvenir. Toutefois, différents modèles ont été calculés à chaque fois avec un nombre de prédicteurs différent. Les **variables prédictives peuvent être ventilées en trois groupes** :

- Caractéristiques des usagers de la route vulnérables : par ex. âge, sexe, mode de transport, alcool
- Caractéristiques des voitures particulières, y compris les caractéristiques de véhicule : par ex. âge, sexe, alcool, âge du véhicule, masse du véhicule
- Caractéristiques de l'accident : par ex. limitation de vitesse, type de collision et luminosité

La décision de retenir ou de rejeter un prédicteur est déterminée sur la base d'une **méthode de sélection descendante**. On applique un modèle qui contient tous les prédicteurs susceptibles d'avoir un effet sur la gravité des blessures sur la base de la littérature et des hypothèses scientifiques. Ensuite, la variable la moins significative (avec la plus grande valeur p) est progressivement écartée du modèle. Un prédicteur avec une

valeur p inférieure à 0,05 est retenu. Dans le cas de variables catégorielles comptant plus de deux catégories, au moins une d'entre elles doit avoir une valeur p inférieure à 0,05.

La procédure de sélection descendante a été effectuée deux fois : une première fois pour le jeu de données reprenant tous les usagers de la route vulnérables et avec la probabilité/les odds de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, et une seconde fois pour le même jeu de données, mais avec la probabilité/les odds de blessures *mortelles* comme variable dépendante. Le modèle final obtenu après la première sélection descendante a été appliqué avec exactement les mêmes prédicteurs au jeu de données avec seulement « piétons et cyclistes », d'une part, et au jeu de données avec seulement « deux-roues motorisés », d'autre part. Au total, cela signifie trois modèles finaux avec les mêmes prédicteurs, mais à chaque fois appliqués à un groupe cible différent. Cette approche permet de comparer la taille d'impact d'une variable, par ex. l'âge du véhicule, entre les trois groupes cibles. Il ressortira dès lors que l'âge du véhicule sera un prédicteur statistiquement significatif des blessures graves/mortelles pour les « usagers de la route vulnérables » et les « piétons et cyclistes », mais pas pour les « deux-roues motorisés ». Une procédure et un raisonnement exactement identiques ont été suivis pour la deuxième sélection descendante où la variable dépendante est la probabilité de décès plutôt que la probabilité de blessures graves ou mortelles.

L'interprétation des résultats se fait sur la base d'un odds ratio et de leurs niveaux de significativité. Le odds ratio représente l'augmentation ou la diminution des odds des blessures graves/mortelles par rapport aux blessures non graves/mortelles en cas d'augmentation d'1 unité dans une variable prédictive continue, ou un changement de catégorie dans une variable catégorielle indépendante (voir également la description des odds ratios dans le chapitre relatif à la terminologie). Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

2.5 Associations versus causes

Cette étude examine des associations entre les caractéristiques de véhicule et la gravité des blessures. Nous utilisons très délibérément le terme « associations » et non le terme « causes » du fait qu'une *association* entre une caractéristique de véhicule (par ex. le type de carrosserie) et la gravité des blessures n'implique pas nécessairement que cette caractéristique de véhicule *provoque* une gravité des blessures élevée/moindre.

Un exemple en est l'association positive entre la prise d'âge d'un véhicule et un pourcentage plus élevé de blessures graves et de décès chez les parties adverses. Cette relation n'implique pas que l'âge plus avancé d'un véhicule soit *la cause* d'une gravité des blessures plus élevée. En effet, la gravité des blessures plus élevée associée à des véhicules plus anciens est également causée par les systèmes de sécurité de moindre qualité dont sont équipés ces véhicules.

Pour la même raison, dans le présent rapport, les caractéristiques de véhicule ne sont pas appelées « variables explicatives », mais « prédicteurs ». Le terme « prédicteurs » n'implique pas une relation de cause à effet. De même, quand le terme « effet » est utilisé dans le présent rapport pour décrire la corrélation entre un prédicteur et la variable dépendante, il convient de l'interpréter comme une association, pas comme une cause.

3 Résultats : analyse descriptive de la gravité des blessures

3.1 Masse

Dans les données couplées, la variable « masse » est appelée « **mass_in_running_order** ». Elle est définie comme la masse d'un véhicule prêt à conduire, y compris un réservoir rempli (à au moins 90 %), l'équipement standard du véhicule, la roue de secours (si elle fait partie du véhicule) et un conducteur.

Dans notre jeu de données, la **masse moyenne** des voitures particulières en cas d'accident corporel s'élève à 1 401 kg. 25 % des voitures particulières pèsent moins de 1 176 kg ; 25 % pèsent plus de 1 565 kg (chapitre 1.2). Sur les années 2017 à 2020, la masse moyenne est restée pratiquement constante (soit 1 400,5 kg en 2017 et 1 401,8 kg en 2020). Aucune autre année n'est disponible cette étude. Une étude néerlandaise (van Kampen, 2003) décrit une augmentation de la masse moyenne des voitures particulières entre les années 80 et 2006 ainsi qu'une augmentation de la répartition de la masse des voitures particulières. On ne constate toutefois aucune évolution semblable pour la période limitée de 2017 à 2020.

En Figure 1, nous remarquons que, quelle que soit la masse d'une voiture particulière, les usagers de la route vulnérables affichent une probabilité de blessures graves/mortelles en cas de collision d'environ 10 %. Seule la catégorie de véhicules les plus lourds de plus de 2 tonnes s'écarte nettement de cette probabilité de 10 %. Elle s'élève en l'occurrence à 12 %. Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement la masse comme variable prédictive, **est presque statistiquement significative au niveau de signification de 0,05 (p = 0,070) (Tableau 4)**. Toutefois, il ressort plus loin dans le chapitre 4 que la corrélation entre la masse et la probabilité de blessures **mortelles** est statistiquement significative au niveau de signification de 0,05. L'effet de la masse sur les décès s'explique par le fait que les véhicules plus lourds ont en moyenne une structure plus rigide, un profil avant moins favorable/plus haut (Joksch, 2000) et davantage de puissance. L'impact des collisions augmente également à mesure que la masse de la voiture particulière concernée augmente.

Figure 1 Gravité des blessures selon la masse (kg) de la voiture particulière (2017-2020)

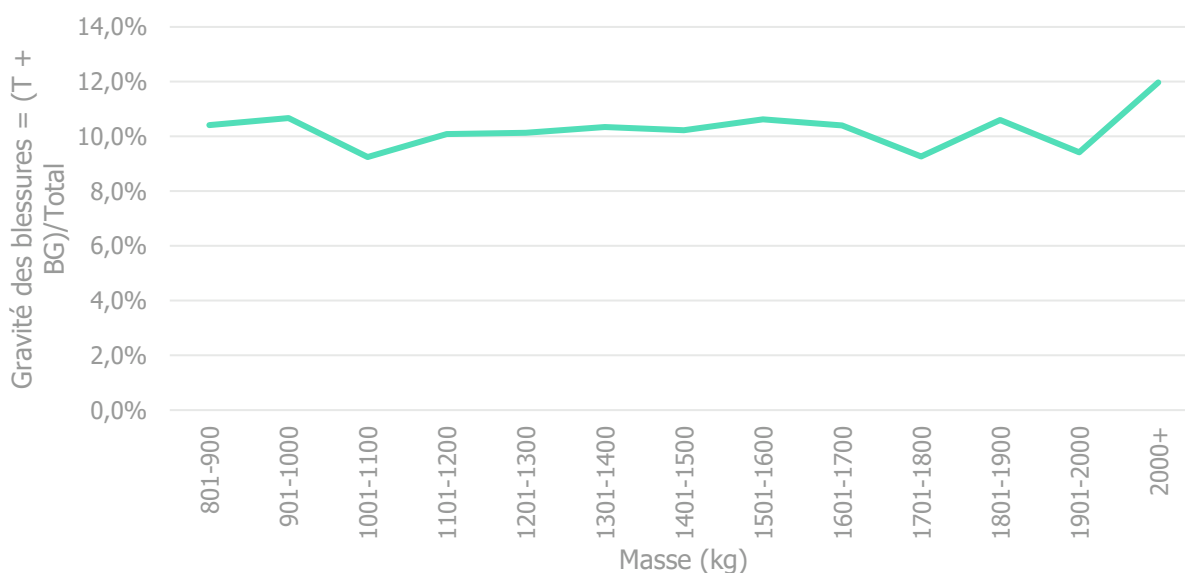


Tableau 4 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la masse (kg) de la voiture particulière (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
801-900	2	36	320	7	365	10,4 %
901-1000	10	145	1264	34	1453	10,7 %
1001-1100	22	275	2854	61	3212	9,2 %
1101-1200	45	479	4550	123	5197	10,1 %
1201-1300	43	416	3986	87	4532	10,1 %
1301-1400	78	651	6161	155	7045	10,3 %
1401-1500	48	454	4310	95	4907	10,2 %
1501-1600	56	491	4499	103	5149	10,6 %
1601-1700	34	311	2895	75	3315	10,4 %
1701-1800	17	156	1664	31	1868	9,3 %
1801-1900	18	133	1249	24	1424	10,6 %
1901-2000	10	62	678	14	764	9,4 %
2000 et +	29	158	1342	33	1562	12,0 %
Autres	0	1	8	0	9	11,1 %
s/o	111	874	9570	199	10754	9,2 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.2 Puissance

Dans les données couplées, la variable « puissance » est appelée « **max_net_power** ». Elle décrit la puissance maximale en kilowatts (kW) d'un moteur à combustion. La variable n'est pas disponible pour les moteurs électriques.

La **puissance moyenne** des voitures particulières dans les accidents corporels a fortement **augmenté** au cours de la période 2017-2020, pour passer de 79 à 84 kW, soit de 108 à 115 Cv. Ceci est conforme à une étude de l'Association auxiliaire de l'Automobile (AAA (2018)) selon laquelle la puissance moyenne des voitures neuves vendues en Europe entre 2001 et 2017 a augmenté de 29 %.

À mesure qu'une voiture particulière gagne en puissance, la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables heurtés augmente. En Figure 2, cette probabilité est environ 20 % plus élevée dans la catégorie des voitures les plus puissantes par rapport à la catégorie des voitures les moins puissantes. Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement la puissance comme variable prédictive, la corrélation entre la puissance et la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables semble être statistiquement significative ($p = 0,024^*$).

Les relations décrites ci-dessus ne décrivent qu'une association entre la puissance et la probabilité de blessures graves/mortelles, et ne signifient pas nécessairement que les véhicules à puissance élevée causent en soi des blessures plus graves chez les usagers de la route vulnérables. Il se peut également que les voitures à puissance élevée soient choisies par un autre type de conducteur (au style de conduite différent, par exemple). Deux études semblent aller dans ce sens. Selon Mccartt (2017), les conducteurs de véhicules puissants sont plus enclins à conduire plus vite ou au-delà de la limitation de vitesse. Selon Krahé & Fenske (2002), les conducteurs de voitures puissantes ont en moyenne un style de conduite plus agressif. Il est également possible que des accidents impliquant des voitures plus puissantes surviennent sur un type de route différent, par exemple avec un régime de vitesse plus élevé que la moyenne. C'est en effet le cas pour les voitures qui relèvent de la catégorie de puissance la plus élevée de 180 kW et plus : 46 % des accidents se sont produits hors agglomération (où la gravité des blessures est plus élevée) contre 40 % pour tous les véhicules de toutes catégories confondues.

Figure 2 Gravité des blessures selon la puissance (kW) de la voiture particulière (2017-2020)

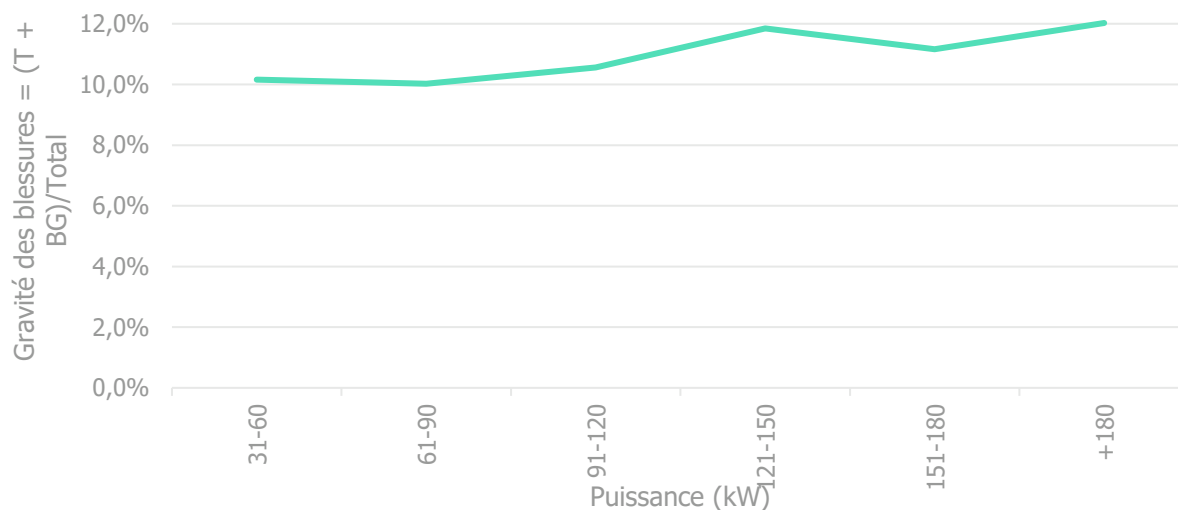


Tableau 5 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la puissance (kW) de la voiture particulière (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
0	4	34	252	10	300	12,7 %
1-30	1	0	14	0	15	6,7 %
31-60	82	970	9064	235	10351	10,2 %
61-90	193	1882	18207	421	20703	10,0 %
91-120	126	901	8519	184	9730	10,6 %
121-150	26	203	1669	35	1933	11,8 %
151-180	9	66	580	17	672	11,2 %
+180	10	88	699	18	815	12,0 %
s/o	72	498	6346	121	7037	8,1 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.3 Rapport poids/puissance

La variable « Rapport poids/puissance » ne se retrouve pas dans les données de la DIV, mais nous l'avons calculée nous-mêmes en divisant la puissance par la masse (unité = kW/kg*1000). Le rapport poids/puissance est une mesure de la puissance d'une voiture selon sa masse. Puisque la masse des véhicules est restée relativement constante **au cours des années 2017-2020** et que la puissance a augmenté, **le rapport poids/puissance a lui aussi augmenté**, pour passer de 57 à 60.

Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement le rapport poids/puissance comme variable prédictive, la corrélation entre le rapport poids/puissance et la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables ne semble statistiquement pas significative ($p = 0,057^*$). La relation est assez constante entre les valeurs moyennes. Dans la catégorie la plus basse du rapport poids/puissance, la **probabilité de blessures graves/mortelles est la plus faible ; dans la catégorie la plus élevée, elle est la plus élevée.**

Une explication partielle de la gravité des blessures élevée dans la catégorie de rapport poids/puissance le plus élevé est que les accidents avec ces voitures particulières se produisent plus souvent hors agglomération que la moyenne, soit 45 % contre 40 % en moyenne.

Figure 3 Gravité des blessures selon la variable « rapport poids/puissance » (kW/kg*1000) de la voiture particulière (2017-2020)

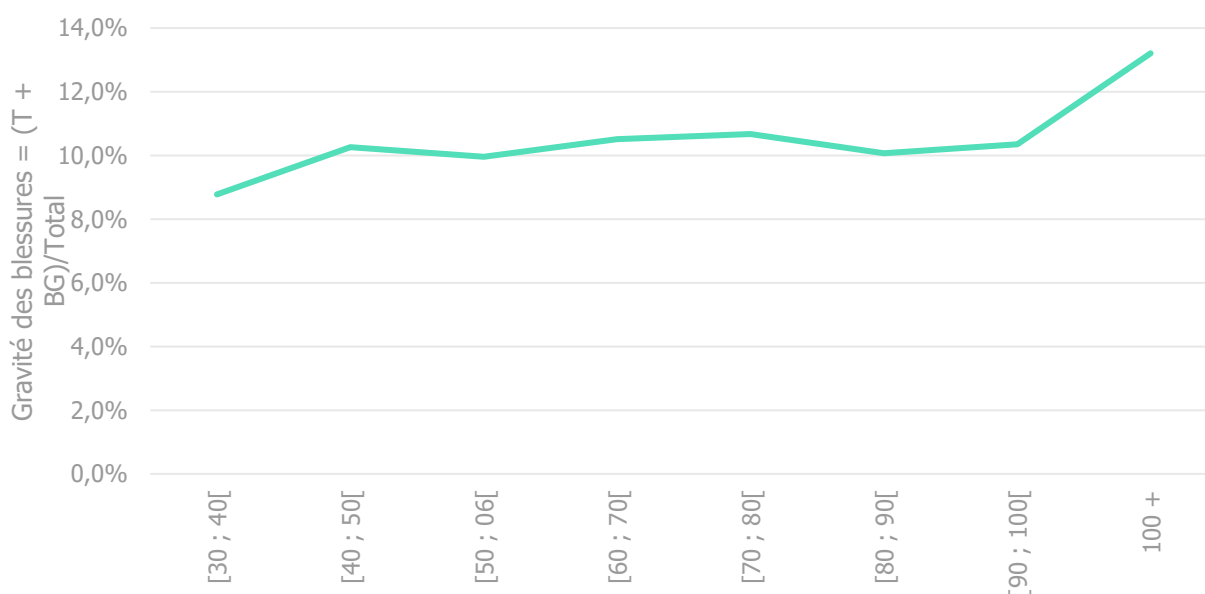


Tableau 6 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « rapport poids/puissance » (kW/kg*1000) de la voiture particulière (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
[0 ; 10[	0	0	0	0	0	/
10 ; 20[	0	0	3	0	3	0,0 %
[20 ; 30[	0	3	24	0	27	11,1 %
[30 ; 40[	9	90	997	32	1128	8,8 %
[40 ; 50[	83	824	7741	191	8839	10,3 %
[50 ; 60[	141	1413	13731	314	15599	10,0 %
[60 ; 70[	106	888	8280	186	9460	10,5 %
[70 ; 80[	41	327	3020	61	3449	10,7 %
[80 ; 90[	16	102	1023	31	1172	10,1 %
[90 ; 100[	7	31	324	5	367	10,4 %

100 +	9	89	624	20	742	13,2 %
s/o	111	875	9583	201	10770	9,2 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.4 Type de carrosserie : kindcode

La variable « kindcode » est une variable de la base de données des véhicules de la DIV qui distingue les voitures en fonction du **type de carrosserie** tout comme la variable suivante dans le présent rapport, « type de carrosserie : segment auto ». Les catégories de type de carrosserie de la variable « kindcode » sont notamment les suivantes : voiture mixte, cabriolet, coupé, voiture à hayon arrière, berline, break et véhicule à usages multiples. Le Tableau 19 annexé présente les modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « kindcode ».

La variable « type de carrosserie : kindcode » n'a **aucun effet statistiquement significatif sur la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables touchés** sur la base d'un test du khi carré ($\chi^2 = 7\,761\,(6), p = 0,256$)⁷.

Figure 4 Gravité des blessures selon la variable « kindcode » chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)

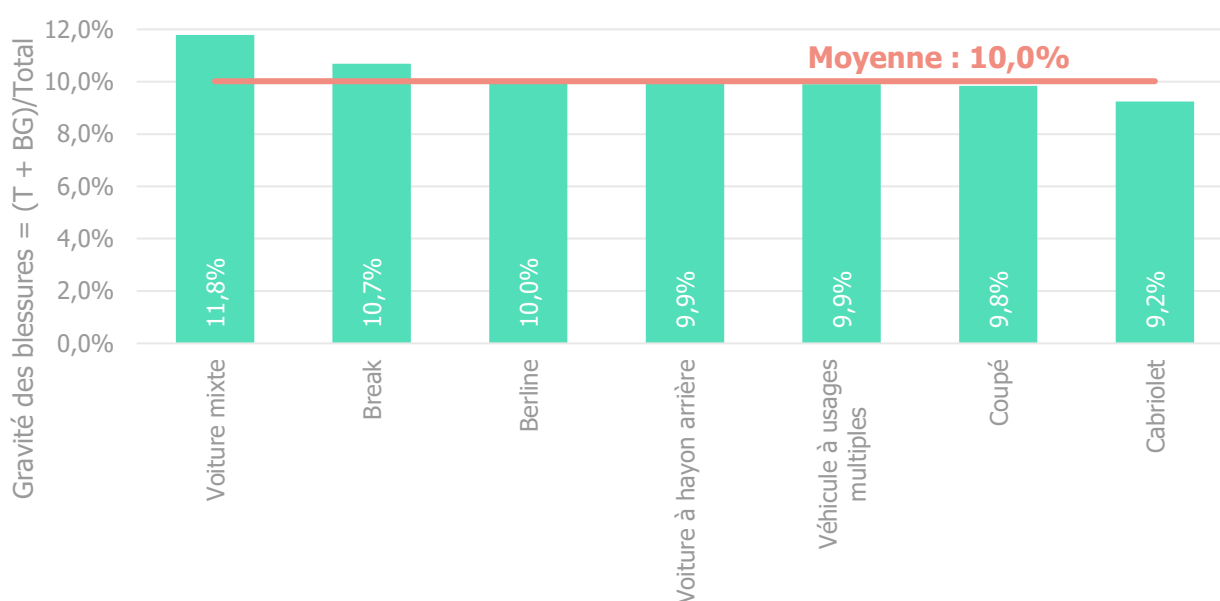


Tableau 7 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « kindcode » chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
Voiture mixte	3	65	502	7	577	11,8 %
Cabriolet	10	56	630	18	714	9,2 %
Coupé	7	49	503	10	569	9,8 %
Voiture à hayon arrière	96	1089	10511	253	11949	9,9 %
Berline	46	313	3162	79	3600	10,0 %
Break	143	1205	11016	249	12613	10,7 %
Véhicule à usages multiples	80	845	8210	201	9336	9,9 %

⁷ Ce test a été réalisé sur un tableau dérivé du Tableau 7. Le tableau dérivé compte deux colonnes reprenant la somme de « D30D » et « GB », d'une part, et la somme de « LB et IN », d'autre part. Le tableau dérivé ne contient pas les lignes « Autres », « s/o » et « Total ».

Autres	66	522	4468	103	5159	11,4 %
s/o	72	498	6348	121	7039	8,1 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

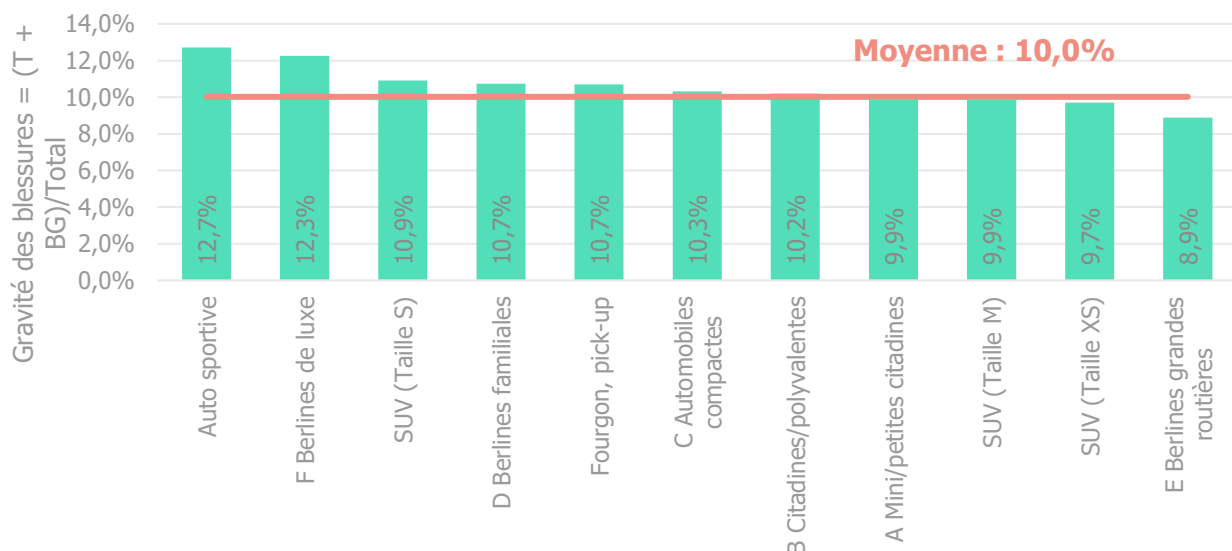
3.5 Type de carrosserie : segment automobile

À l'instar de la variable « kindcode », la variable « segment automobile » distingue les voitures particulières sur la base du **type de carrosserie**. Contrairement à la variable « kindcode », la variable « segment automobile » ne provient pas de la base de données des véhicules de la DIV gérée par le SPF Mobilité et Transports, mais de Statbel qui a déduit cette variable de la marque et du modèle des voitures particulières dans les données de la DIV. Certaines des catégories du segment automobile sont les suivantes : SUV (XL), SUV (L), SUV (M), SUV (S), SUV (XS), voitures de sport et minicitadines de segment A. Le Tableau 20 annexé présente les modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « segment automobile ». Dans la mesure où nous relevons un certain nombre d'erreurs dans ce tableau quant à la classification des modèles de véhicules dans les différents segments, le résultat de l'analyse ci-dessous doit être interprété avec une certaine prudence.

Les voitures de sport semblent être les plus dangereuses pour les usagers de la route vulnérables. Les explications possibles sont le type de conducteurs (par ex. l'âge, le sexe, le style de conduite) et l'âge relativement élevé des voitures de sport (10,5 contre 7,8 ans pour les voitures moyennes). Sur la base de la Figure 5, les SUV de petite à moyenne taille ne semblent pas être plus dangereux que la moyenne pour les usagers de la route vulnérables. En raison du faible nombre d'usagers de la route vulnérables tués ou gravement blessés dans des accidents corporels avec des SUV de grande taille (L) et de très grande taille (XL) (Tableau 8), nous ne pouvons pas déterminer s'ils augmentent la probabilité de blessures graves/mortelles (voir également le chapitre 4.2). Par conséquent, ils ne sont pas pris en compte dans la Figure 5.

La corrélation entre la variable « segment automobile » et la probabilité de blessures graves/mortelles n'est pas significative pour les usagers de la route vulnérables sur la base d'un test de khi carré ($\chi^2 = 12,287$ (13), $p = 0,504$)⁸. Précédemment, dans le chapitre 3.5, concernant l'autre variable du type de carrosserie, à savoir le kindcode, nous n'avons pas non plus constaté de corrélation significative entre le type de carrosserie et la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables. Les résultats basés sur les deux variables du type de carrosserie sont donc identiques.

Figure 5 Gravité des blessures selon la variable « segment automobile », chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)



Note : les catégories comptabilisant moins de 20 tués et blessés graves parmi les usagers de la route vulnérables ont été écartées de la figure.

⁸ Ce test a été réalisé sur un tableau dérivé du Tableau 8. Le tableau dérivé compte deux colonnes reprenant la somme de « D30D » et « GB », d'une part, et la somme de « LB et IN », d'autre part. Le tableau dérivé ne contient pas les lignes « Total », « s/o » et « Inconnu ».

Tableau 8 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la variable « segment automobile » des voitures particulières (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
Segment A : minicitadine	7	142	1332	27	1508	9,9 %
Voiture de sport	5	39	295	7	346	12,7 %
Segment B : citadines	100	1081	10160	254	11595	10,2 %
Segment C : berlines compactes	136	1287	12094	280	13797	10,3 %
Segment D : berlines taille S	81	637	5823	144	6685	10,7 %
Segment E : berlines taille M	19	142	1619	33	1813	8,9 %
Segment F : berlines taille L	5	21	181	5	212	12,3 %
Inconnu	4	58	408	7	477	13,0 %
Microvoitures	2	11	138	4	155	8,4 %
Camionnettes, pick-up	21	141	1325	27	1514	10,7 %
SUV L	1	3	39	1	44	9,1 %
SUV M	7	78	756	20	861	9,9 %
SUV S	32	263	2356	55	2706	10,9 %
SUV XL	0	0	1	0	1	0,0 %
SUV XS	31	241	2477	56	2805	9,7 %
s/o	72	498	6346	121	7037	8,1 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.6 Âge de la voiture particulière

L'âge d'une voiture particulière est calculé par Statbel comme la différence entre la date de la première immatriculation dans la base de données des véhicules belge et la date de l'accident. Dans la plupart des cas, ce calcul donne une approximation de l'âge d'un véhicule. Les véhicules immatriculés pour la première fois à l'étranger et qui y ont circulé tout d'abord pendant quelques années constituent toutefois une exception à cette règle. Un véhicule est en l'occurrence plus ancien que le résultat du calcul effectué par Statbel. Cela représente toutefois une minorité des véhicules.

L'**âge moyen** d'une voiture particulière est de **7,8 ans**. Cet âge est resté constant entre 7,84 et 7,88 ans sur la période 2017-2020. **Pour les usagers de la route vulnérables, la probabilité de blessures graves/mortelles augmente légèrement avec l'âge d'une voiture particulière.** Sur la base du Tableau 9, nous constatons que le pourcentage de blessures graves/mortelles est de 9,8 % pour les voitures particulières de 0 à 4 ans et de 12,0 % pour les voitures particulières à partir de 20 ans. Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement l'âge de la voiture particulière comme variable prédictive, la corrélation entre l'âge de la voiture particulière et la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables semble être statistiquement significative ($p = 0,005^*$).

Figure 6 Gravité des blessures selon l'âge de la voiture particulière chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)

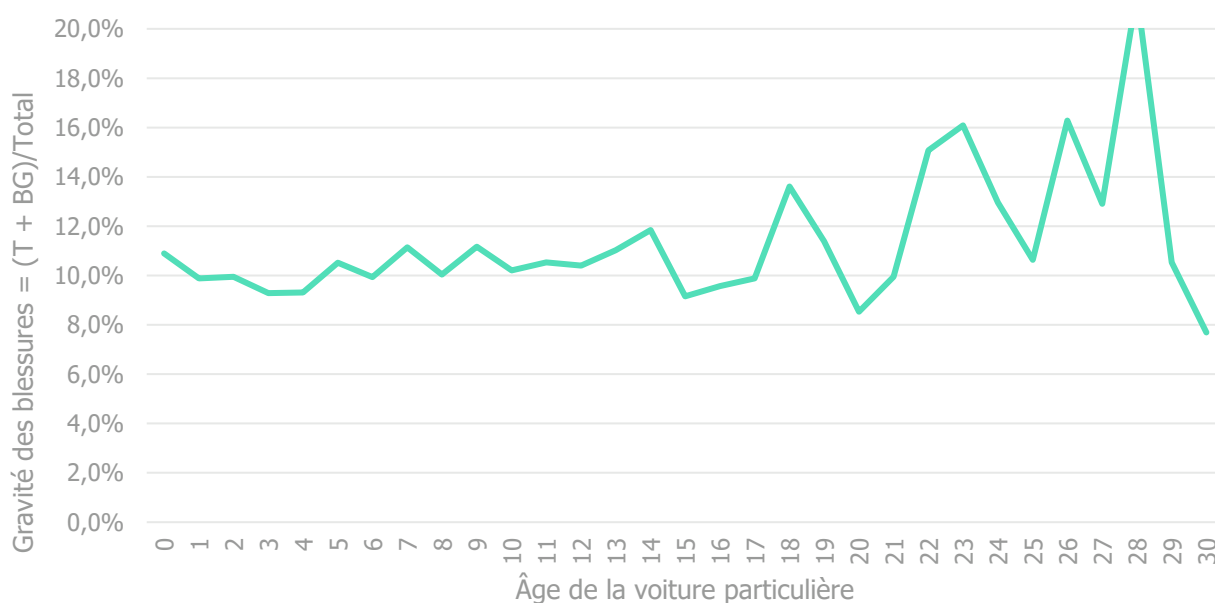


Tableau 9 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon l'âge de la voiture particulière (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
0-4	163	1504	14997	329	16993	9,8 %
5-9	151	1242	11523	287	13203	10,6 %
10-14	92	914	8162	200	9368	10,7 %
15-19	32	370	3422	81	3905	10,3 %
20 et +	13	113	900	23	1049	12,0 %
Inconnu	0	1	0	0	1	100,0 %
s/o	72	498	6346	121	7037	8,1 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.7 Durée d'utilisation par le dernier titulaire

La durée d'utilisation par le dernier titulaire est calculée par Statbel comme la différence entre la date de la dernière immatriculation dans la base de données des véhicules belge et la date de l'accident. La durée d'utilisation moyenne sur la base de la variable calculée est de 3,1 ans. Le titulaire est la personne au nom de laquelle un véhicule est immatriculé. En général, c'est également le propriétaire du véhicule et la personne qui parcourt le plus de kilomètres avec le véhicule. Ce n'est toutefois pas nécessairement le cas.

Pour les usagers de la route vulnérables, la probabilité de blessures graves/mortelles augmente de façon pratiquement constante au fil de la durée d'utilisation d'un véhicule. Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement la durée d'utilisation comme variable prédictive, **la corrélation entre la durée d'utilisation et la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables ne semble pas être statistiquement significative** ($p = 0,160$).

Figure 7 Gravité des blessures selon la durée d'utilisation par le dernier titulaire chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)

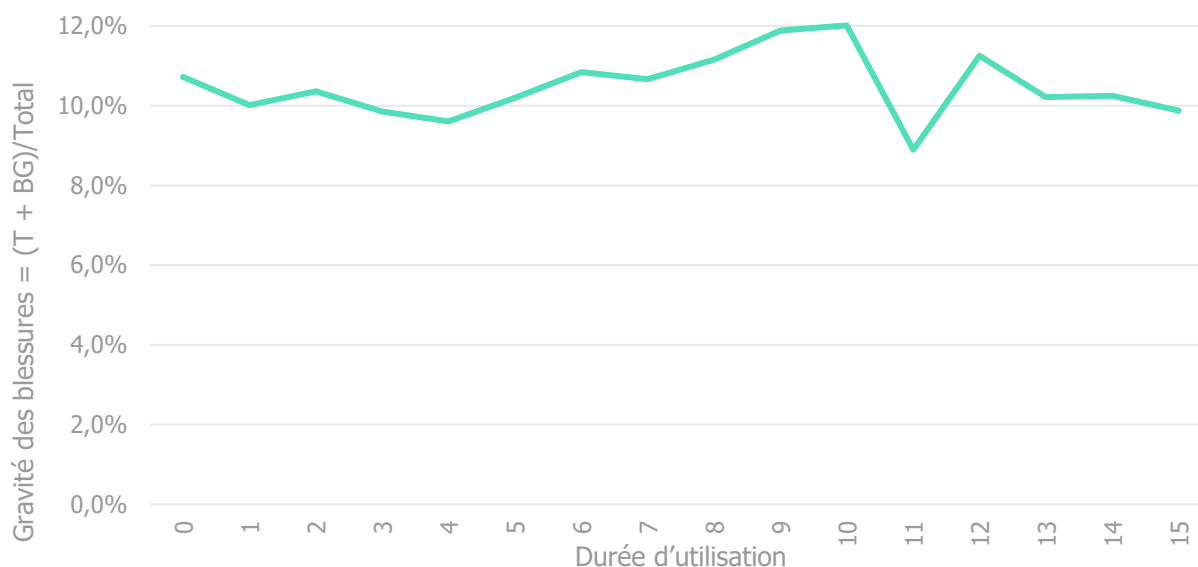


Tableau 10 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon la durée d'utilisation par le dernier titulaire (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
0	63	631	5636	145	6475	10,7 %
1	120	866	8650	214	9850	10,0 %
2	70	647	6051	153	6921	10,4 %
3	51	468	4649	100	5268	9,9 %
4-6	89	839	8100	163	9191	10,1 %
7-9	36	423	3568	95	4122	11,1 %
10 et +	22	270	2350	50	2692	10,8 %
s/o	72	498	6346	121	7037	8,1 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

3.8 Âge du titulaire

Le titulaire est la personne au nom de laquelle un véhicule est immatriculé. En général, c'est également le propriétaire du véhicule et la personne qui parcourt le plus de kilomètres avec le véhicule. Cela ne doit toutefois pas toujours être le cas. En particulier dans le cas de jeunes conducteurs, il se peut que le véhicule qu'ils conduisent soit immatriculé au nom de quelqu'un d'autre, généralement l'un des parents.

Pour les usagers de la route vulnérables, la probabilité de blessures graves/mortelles diminue avec l'âge du titulaire jusqu'à environ 33 ans. Par la suite, la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables reste plus ou moins stable. Cette courbe indique que les conducteurs plus jeunes (titulaires) sont plus dangereux pour les usagers de la route vulnérables que les conducteurs (titulaires) appartenant à d'autres tranches d'âge. Sur la base d'une régression logistique à variables uniques avec seulement l'âge du titulaire comme variable prédictive, la corrélation entre l'âge du titulaire et la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables semble être statistiquement significative.⁹

⁹ Cette corrélation prend la forme d'une fonction quadratique où les deux termes sont significativement liés au logit des blessures graves/mortelles ($p < 0,001^{***}$ pour le terme linéaire et $p = 0,001^{**}$ pour le terme quadratique).

Figure 8 Gravité des blessures selon l'âge du titulaire chez les usagers de la route vulnérables (2017-2020)

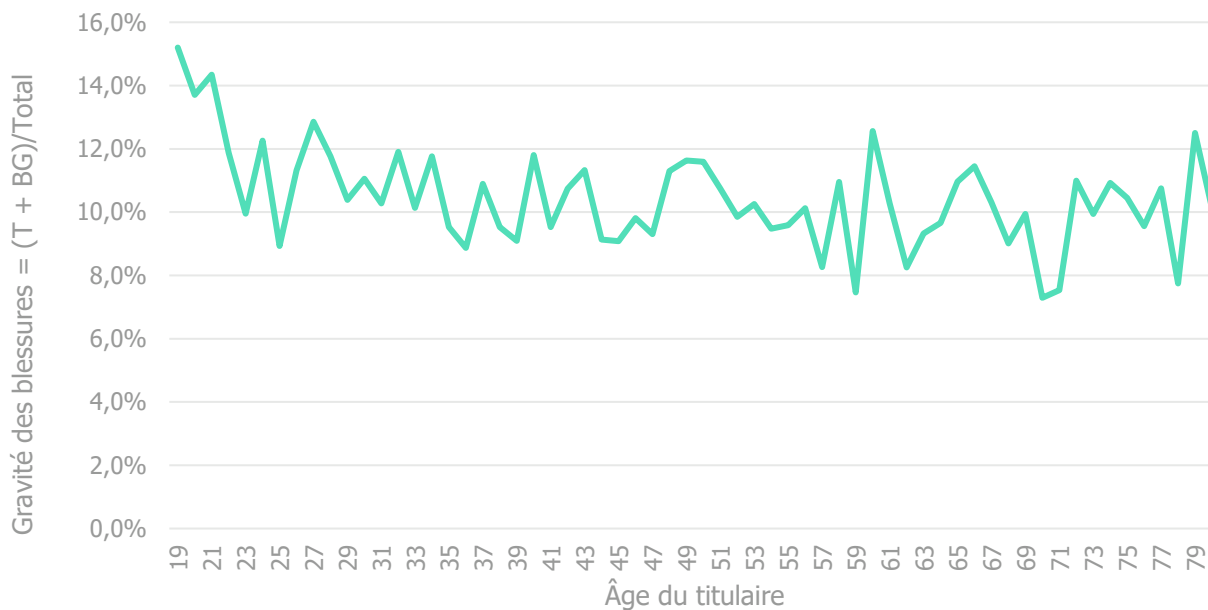


Tableau 11 Nombre d'usagers de la route vulnérables dans les accidents de la route, selon l'âge du titulaire (2017-2020)

	Tués sur les routes (T)	Blessés graves (BG)	Blessés légers	Indemnes	Total	Gravité des blessures (T + BG)/Total
de 0 à 9	0	0	2	0	2	0,0 %
de 10 à 19	3	20	130	4	157	14,6 %
de 20 à 29	62	451	3847	103	4463	11,5 %
de 30 à 39	72	572	5479	130	6253	10,3 %
de 40 à 49	58	649	5957	159	6823	10,4 %
de 50 à 59	74	626	6240	161	7101	9,9 %
de 60 à 69	51	431	4141	83	4706	10,2 %
de 70 à 79	24	288	2840	63	3215	9,7 %
de 80 à 89	15	178	1493	25	1711	11,3 %
de 90 à 99	1	19	157	2	179	11,2 %
s/o	163	1408	15064	311	16946	9,3 %
Total	523	4642	45350	1041	51556	10,0 %

Le Tableau 12 présente la corrélation entre l'âge du titulaire (lignes) et l'âge du conducteur (colonnes). La diagonale rouge confirme qu'en général, le conducteur d'une voiture est également le titulaire. Toutefois, elle indique également que pour les conducteurs plus jeunes, en particulier jusqu'à l'âge de 24 ans, une personne plus âgée est souvent le titulaire de la voiture.

Tableau 12 Nombre de conducteurs impliqués dans les accidents corporels, selon l'âge du titulaire (lignes) et l'âge du conducteur (colonnes) (2017-2020)

NA	NA																	
	0-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90+	
NA	5764	10	891	4286	5785	5440	5036	4681	4410	3827	2728	1632	822	552	359	224	98	39
0-14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-19	11	0	614	34	6	3	6	6	4	5	3	3	3	2	2	0	3	1
20-24	127	0	489	6374	171	52	27	42	47	51	14	9	1	3	0	0	0	0
25-29	209	0	64	1363	9319	308	98	41	66	67	62	26	14	3	2	1	0	0
30-34	215	0	48	223	1663	8569	379	126	45	43	65	39	14	9	3	0	0	0
35-39	188	0	101	149	271	1562	8198	349	115	45	54	56	37	19	6	2	1	1
40-44	219	3	381	450	150	259	1434	7398	326	94	37	43	35	26	4	4	0	0
45-49	233	3	766	1574	311	148	256	1257	7007	226	86	28	29	31	21	7	2	0
50-54	249	0	610	2312	805	183	117	199	1142	6342	213	65	22	15	31	26	10	3
55-59	193	2	248	1276	1039	345	139	92	140	1005	5639	178	59	19	27	23	6	5
60-64	168	0	63	436	489	342	216	93	62	110	797	4400	143	37	9	9	9	1
65-69	130	0	46	140	172	166	175	139	78	44	87	652	3600	104	23	11	3	5
70-74	82	1	32	124	90	51	79	84	101	44	32	61	511	3095	66	24	6	0
75-79	63	0	14	69	28	20	33	37	62	45	31	10	40	427	2279	43	8	2
80-84	44	0	13	50	19	12	12	14	22	33	48	12	11	42	300	1849	21	4
85-89	14	0	2	20	15	11	13	8	11	21	33	19	7	6	17	211	997	6
90+	2	0	0	6	11	5	5	3	1	4	7	6	7	3	1	7	68	288

4 Résultats : modélisation à variables multiples de la gravité des blessures

4.1 Six modèles finaux

La modélisation à variables multiples appliquée est décrite plus en détail dans le chapitre 2.4. Il est important de savoir que la modélisation à variables multiples a été effectuée à l'aide d'une régression logistique. Il s'agit de la technique statistique la plus couramment utilisée pour prédire un résultat binaire, par ex. « blessures graves/mortelles » versus « pas de blessures graves/mortelles ». **Deux ensembles de modèles ont été calculés en fonction des résultats modélisés :**

- D'une part, la probabilité (ou odds) de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables
- D'autre part, la probabilité (ou odds) de décès pour les usagers de la route vulnérables

En fait, ce sont plutôt les *odds* que la *probabilité* qui sont modélisés. Du fait qu'il n'y ait pas de traduction adéquate du mot anglais « odds », dans le présent rapport, on utilise le terme « probabilité » (voir le chapitre relatif à la terminologie).

Les deux modèles finaux obtenus ont chacun été appliqués à **trois sous-ensembles de données**, à savoir :

- Pour les usagers de la route vulnérables dans leur ensemble (piétons, cyclistes, cyclomotoristes et motocyclistes) ;
- Pour la somme des piétons et des cyclistes ;
- Pour la somme des cyclomotoristes et motocyclistes.

Cela signifie qu'au total **six modèles finaux** ont été établis :

- La probabilité (ou odds) de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables ;
- La probabilité de blessures graves/mortelles pour les piétons et les cyclistes ;
- La probabilité de blessures graves/mortelles pour les cyclomotoristes et les motocyclistes ;
- La probabilité de décès pour les usagers de la route vulnérables ;
- La probabilité de décès pour les piétons et les cyclistes ;
- La probabilité de décès pour les cyclomotoristes et les motocyclistes.

Les trois premiers modèles ont les mêmes variables prédictives (chapitre 2.4 pour plus de détails), mais la taille d'effet de chaque variable prédictive peut bien sûr être différente d'un modèle à l'autre. Ensemble, les trois derniers modèles ont également les mêmes variables prédictives.

4.2 Variables prédictives

Le présent rapport ne traite que des six modèles *finaux* et n'aborde pas les autres modèles établis pour y parvenir. Cependant, pour arriver aux modèles finaux, différents modèles ont été établis sur la base d'une méthode de sélection descendante, chacun avec un nombre de prédicteurs différent. Les **variables prédictives** peuvent être ventilées en **trois groupes** :

- Caractéristiques des usagers de la route vulnérables : par ex. âge, sexe, mode de transport, alcool
- Caractéristiques des voitures particulières et de leurs conducteurs : par ex. âge, sexe, alcool, âge du véhicule, masse du véhicule
- Caractéristiques générales de l'accident : par ex. limitation de vitesse, type de collision et luminosité

Le Tableau 13 contient toutes les variables prédictives dont la corrélation avec la probabilité/les odds de blessures (graves/mortelles) a été analysée pour cette étude.

Tableau 13 Liste des variables prédictives testées

Voiture particulière (partie adverse)	Utilisateur de la route (vulnérable (victimes))	Circonstances générales d'accident
Conducteur : âge	Âge	Limitation de vitesse
Conducteur : sexe	Sexe	Type de collision
Conducteur : sous l'influence de l'alcool	Sous l'influence de l'alcool	Luminosité
Conducteur : durée d'utilisation du véhicule	Mode de déplacement	
Véhicule : segment automobile		
Véhicule : SUV		
Véhicule : masse		
Véhicule : puissance		
Véhicule : âge		

Trois des variables prédictives testées ne semblent **pas être statistiquement significatives dans aucun des six modèles finaux** (la valeur p étant donc supérieure à 0,05) : **durée d'utilisation, SUV et segment automobile**.

La variable « **durée d'utilisation du véhicule** » est corrélée avec l'« âge du véhicule » ($r = 0,266$, $t = 117,25$ (180317), $p < 0,001$). Si la « durée d'utilisation » était prise en compte dans un modèle, elle ne serait statistiquement jamais significative alors que ce serait le cas pour l'« âge du véhicule ». Dans le chapitre 3, la durée d'utilisation ne semblait pas être un prédicteur statistiquement significatif de la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables.

La variable **segment automobile** est une variable catégorielle comptant une dizaine de catégories de type de carrosserie, notamment « voiture de sport », « SUV M », « SUV S », « minicitadines de segment A » ou « citadines de segment B » (voir le chapitre 3.5 pour davantage de détails). Cette variable ne semblait pas être un prédicteur significatif de la gravité des blessures dans les six modèles finaux. Dans le chapitre 3, le segment automobile ne semblait pas être un prédicteur statistiquement significatif de la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables.

Une nouvelle variable sur les **SUV** a été déduite de la variable « segment automobile ». Les catégories « SUV XS », « SUV S », « SUV M », « SUV L » et « SUV XL » de la variable « segment automobile » ont été conservées, mais toutes les autres catégories ont été fusionnées. Ce recodage a été réalisé du fait que nous sommes particulièrement intéressés par la corrélation entre les SUV et la gravité des blessures, et que nous voulions comparer chaque format de SUV avec la catégorie de référence « pas SUV ». Toutefois, cette variable sur les SUV ne semblait statistiquement significative dans aucun des six modèles finaux. Les données ont seulement permis d'étudier la corrélation entre la probabilité de blessures graves/mortelles et les SUV de petite/moyenne taille. Du fait que peu de SUV de grand ou très grand modèle circulent en Belgique, il nous est, pour l'instant, impossible de mesurer l'impact de ces véhicules sur la probabilité de blessures graves ou mortelles. Comme indiqué précédemment, la masse joue un rôle et certains SUV peuvent présenter un risque supérieur à la moyenne pour les usagers de la route vulnérables en raison de leur masse, elle aussi, supérieure à la moyenne. Toutefois, outre la masse, nous ne trouvons aucun effet statistiquement significatif du type de carrosserie sur la gravité des blessures.

La variable « **power_to_weight** » n'a pas été prise en compte dans les modèles en raison d'une corrélation trop forte avec les variables « masse » ($r = 0,281$ ($t = 118,22$ (162694), $p < 0,001$) et « puissance » ($r = 0,869$ ($t = 709,26$ (162694), $p < 0,001$)). La variable « **âge du titulaire** » a été remplacée dans les modèles par « âge du conducteur ». En général, le titulaire est la même personne que le conducteur, mais ce n'est pas toujours le cas. Au final, c'est principalement le conducteur qui peut avoir une influence sur les blessures d'un usager de la route vulnérable, pas le titulaire.

4.3 Modélisation de la probabilité (ou odds) de blessures graves/mortelles

Le Tableau 14 présente les résultats des trois modèles finaux avec la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante. Les trois modèles concernent successivement 1) les usagers de la route vulnérables, 2) les piétons et les cyclistes, et 3) les cyclomotoristes et les motocyclistes. Des résultats plus complets des modèles (y compris les intervalles de confiance) sont présentés en annexe. Dans les chapitres 4.3.2 et 4.3.3, les résultats du Tableau 14 sont représentés visuellement à l'aide de graphiques.

Tableau 14 Résultats des trois modèles finaux sur la probabilité de blessures graves/mortelles, les odds ratios et la significativité (n = 51 556 usagers de la route vulnérables, dont 5 165 avec blessures graves/mortelles)

	Variable dépendante = blessures graves/mortelles					
	Usagers vulnérables		Piétons + cyclistes		Cyclomotoristes et motocyclistes	
	Odds ratio	Sign.	Odds ratio	Sign.	Odds ratio	Sign.
Âge du véhicule	1,044	**	1,054	**	1,028	(NS)
Puissance	1,058	***	1,054	**	1,068	*
Âge partie adverse	0,932	***	0,893	***	1,005	(NS)
(âge partie adverse) ²	1,031	*	1,031	(NS)	1,045	(NS)
Alcool partie adverse (réf. : négatif)						
Alcool : autre/inconnu	0,669	***	0,611	***	0,800	*
Alcool : positif	1,631	***	1,697	***	1,502	**
Âge	1,411	***	1,492	***	1,289	***
(âge) ²	1,114	***	1,156	***	0,965	(NS)
Bicyclette	Ref. cat.		Ref. cat.		/	/
Piéton	1,353	(NS)	1,282	(NS)	/	/
Cyclomoteur	1,016	(NS)	/	/	Ref. cat.	
Motocycle	1,935	***	/	/	1,938	***
Zone de vitesse (réf. : 30)						
50	1,256	***	1,298	***	1,099	(NS)
70	2,559	***	2,628	***	2,288	***
90	3,323	***	3,191	***	3,061	***
120	1,983	***	8,781	***	1,564	*
Inconnu	0,695	(NS)	0,649	(NS)	1,226	(NS)
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)						
Autre ou inconnu	0,978	(NS)	0,880	(NS)	1,051	(NS)
Avec un piéton	1,450	(NS)	1,288	(NS)	0,003	(NS)
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	1,207	*	0,996	(NS)	1,486	***
Entre 2 conducteurs : collision frontale	1,960	***	1,402	**	2,775	***
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	1,211	*	1,491	**	1,170	(NS)
Carambolage (3 conducteurs ou plus)	0,979	(NS)	0,513	(NS)	1,371	(NS)
Luminosité (réf. : jour)						
Aube - crépuscule	1,085	(NS)	1,063	(NS)	1,144	(NS)
Nuit, pas d'éclairage public présent	2,179	***	1,608	*	3,723	***
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	1,594	*	1,555	(NS)	1,417	(NS)
Nuit, éclairage public présent et allumé	1,417	***	1,445	***	1,349	***
Inconnu	0,504	**	0,676	(NS)	0,108	*

Note :

- les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
- Réf. = cat. réf. = catégorie de référence.
- NS = non significatif
- / = le terme n'est pas pris en compte dans le modèle.

4.3.1 Variables prédictives potentielles non significatives

Le Tableau 15 reprend le Tableau 13 sur les variables testées, mais en l'occurrence, toutes les variables non significatives ont été barrées. « Durée d'utilisation », « SUV » et « segment automobile » ne sont pas significatifs et ont déjà été abordés sous le chapitre 4.2. Par ailleurs, le sexe de l'utilisateur de la route vulnérable ou du conducteur de la voiture particulière ne semble pas déterminant pour la probabilité de blessures

graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables. Le fait d'être sous l'influence de l'alcool est toutefois déterminant pour la probabilité de blessures graves/mortelles quand il s'agit du conducteur de la voiture particulière, mais pas quand il s'agit de l'utilisateur de la route vulnérable même.

La variable « masse de la voiture particulière de la partie adverse » n'est pas prise en compte dans le modèle final sur la probabilité de blessures graves/mortelles de l'utilisateur de la route vulnérable. De même, dans l'analyse descriptive qui a étudié l'effet à variables uniques de la masse sur les blessures graves/mortelles, la masse (nette) ne semblait pas être significative (valeur p égale à 0,070) (chapitre 3.1). Toutefois, on ne peut affirmer que la masse n'a aucune influence sur la probabilité de blessures graves/mortelles. Si la puissance du véhicule et l'âge du véhicule, deux variables du véhicule qui sont significatives dans le modèle, sont retirés du modèle et remplacés par la masse. Par conséquent, la valeur p de la masse tombe sous la limite de 0,05 et devient significative. Cependant, la procédure retenue ici pour la sélection des variables (sélection descendante et évaluation sur la base de la valeur AIC) induit l'inclusion de la puissance et de l'âge du véhicule, pas de la masse.

Les variables « puissance » et « masse » sont fortement corrélées ($r = 0,682$ ($t = 375,96$ (162778), $p < 0,001$)). Plus la masse d'un véhicule est élevée, plus la puissance d'un véhicule est généralement élevée. En raison de ce lien étroit, l'effet de la puissance sur la probabilité de blessures graves/mortelles s'explique en partie par l'effet de la masse sur la probabilité de blessures graves/mortelles. L'effet de l'un sur la probabilité de blessures graves/mortelles ne peut être complètement détaché de l'effet de l'autre.

Tableau 15 Liste des variables prédictives testées, avec variables non significatives barrées

Voiture particulière (partie adverse)	Utilisateur de la route vulnérable (victimes)	Circonstances générales d'accident
Conducteur : âge	Âge	Limitation de vitesse
Conducteur : sexe	Sexe	Type de collision
Conducteur : sous l'influence de l'alcool	Sous l'influence de l'alcool	Luminosité
Conducteur : durée d'utilisation du véhicule	Mode de déplacement	
Véhicule : segment automobile		
Véhicule : SUV		
Véhicule : masse		
Véhicule : puissance		
Véhicule : âge		

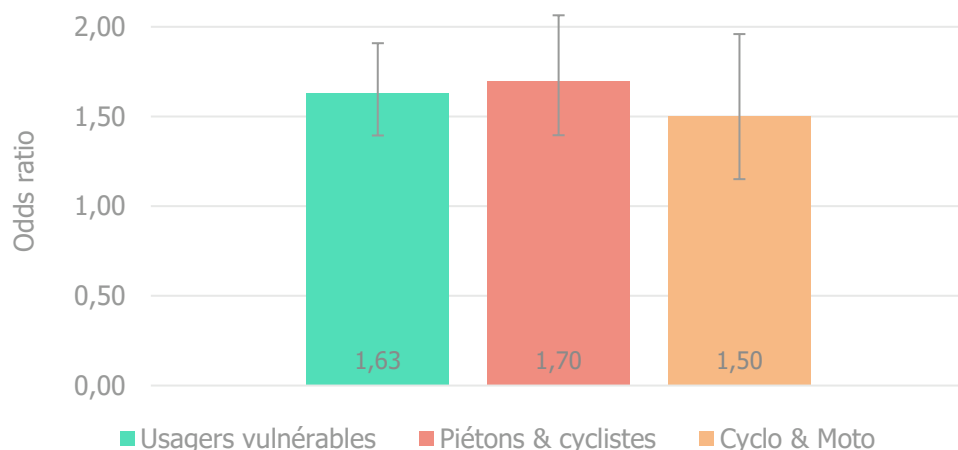
4.3.2 Variables prédictives catégorielles significatives

Conduite sous l'influence de l'alcool de la partie adverse

Si un usager de la route vulnérable est heurté par un conducteur sous l'influence de l'alcool ($BAC \geq 0,5$ g/l), il présente 63 %*** plus de probabilité de blessures graves/mortelles qu'avec un conducteur sobre. Par rapport à cette probabilité, il n'y a pas de différence claire entre « piétons et cyclistes » et « deux-roues motorisés ».

Cet effet peut s'expliquer par le fait que les conducteurs sous l'influence de l'alcool sont moins attentifs, ont une vitesse de réaction amoindrie et exécutent moins bien la tâche de conduite (Bernstein et al., 1994 ; Arnedt et al., 2001). Ces limitations cognitives et fonctionnelles peuvent entraîner un impact de collision plus important et donc des blessures plus graves.

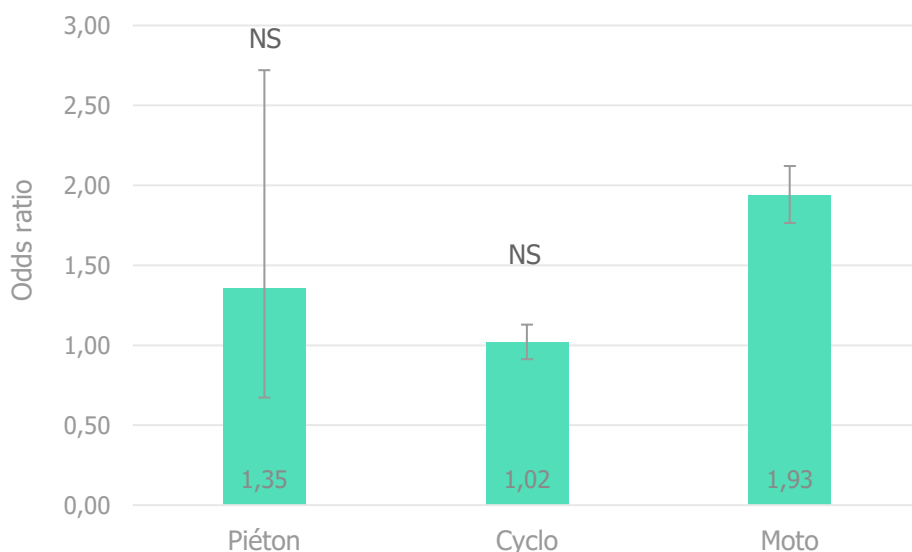
Figure 9 Probabilité de blessures graves/mortelles en cas de résultat d'alcoolémie positif chez le conducteur de la partie adverse, odds ratios (par rapport à un résultat d'alcoolémie négatif)



Mode de déplacement de l'usager de la route vulnérable

Par rapport aux cyclistes, les motocyclistes sont 93 %*** plus susceptibles de subir des blessures graves/mortelles dans un accident corporel impliquant une voiture particulière. La probabilité de blessures graves/mortelles n'est statistiquement pas significativement plus élevée pour les cyclomotoristes par rapport aux cyclistes. Pour les piétons, l'intervalle de confiance est particulièrement élevé. Statistiquement, le coefficient n'est donc pas non plus significativement différent de celui des cyclistes (Figure 10).¹⁰

Figure 10 Probabilité de blessures graves/mortelles selon le mode de déplacement de l'usager de la route vulnérable, odds ratios (catégorie réf. = cyclistes)



Zone de vitesse

Pour les usagers de la route vulnérables, la probabilité de blessures graves/mortelles augmente avec la limitation de vitesse. Par rapport aux chaussées limitées à 30 km/h, la probabilité est statistiquement significativement supérieure de 26 %*** sur les chaussées à 50 km/h, de 156 %*** sur les chaussées à

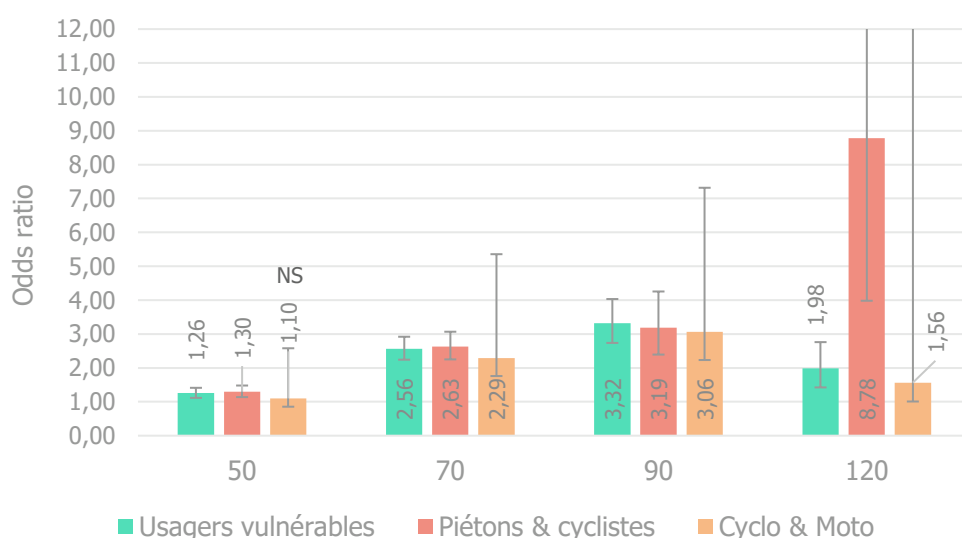
¹⁰ L'intervalle de confiance élevé est dû à un manquement méthodologique de la modélisation, la catégorie « piéton » de la variable « mode de déplacement » chevauchant presque complètement la catégorie « collision avec un piéton » de la variable « type de collision » (Tableau 14). Ce chevauchement de catégories de deux variables, qui, pour le reste, n'ont pas de catégories qui se chevauchent, rend les estimations des coefficients et de leurs erreurs types instables, ce qui induit des intervalles de confiance élevés. Puisque les autres catégories des deux variables sont plus indépendantes l'une de l'autre, il a été décidé de tout de même conserver les deux variables « mode de déplacement » et « type de collision » dans le modèle.

70 km/h et de 232 %*** sur les chaussées à 90 km/h. Sur les autoroutes, où la vitesse est limitée à 120 km/h, la probabilité est plus faible que sur les chaussées jusqu'à 70 km/h et 90 km/h, mais la différence entre 120 km/h, d'une part, et 70 km/h et 90 km/h, d'autre part, n'est pas statistiquement significative (car les intervalles de confiance de ces limitations de vitesse se chevauchent).

La même tendance générale pour les usagers de la route vulnérables, à savoir une augmentation de la probabilité à mesure que la limitation de vitesse augmente, peut également être observée pour le sous-groupe « piétons et cyclistes » et pour le sous-groupe « deux-roues motorisés ». Pour les « piétons et cyclistes », les chaussées à 120 km/h semblent être les plus dangereuses ; pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », ce sont les chaussées à 90 km/h.

Une explication de cette corrélation entre la limitation de vitesse et la probabilité de blessures graves/mortelles est qu'en cas d'accident, une énergie cinétique directement proportionnelle à la masse du véhicule et le carré de la vitesse d'impact est libérée (Pelssers et al., 2017). Bien que la vitesse d'impact ne soit généralement pas égale à la limitation de vitesse, cette formule illustre le puissant effet de la vitesse sur l'impact de collision et donc sur la gravité des blessures.

Figure 11 Probabilité de blessures graves/mortelles selon la limitation de vitesse, odds ratios (catégorie réf. = 30 km/h)



Type de collision

En

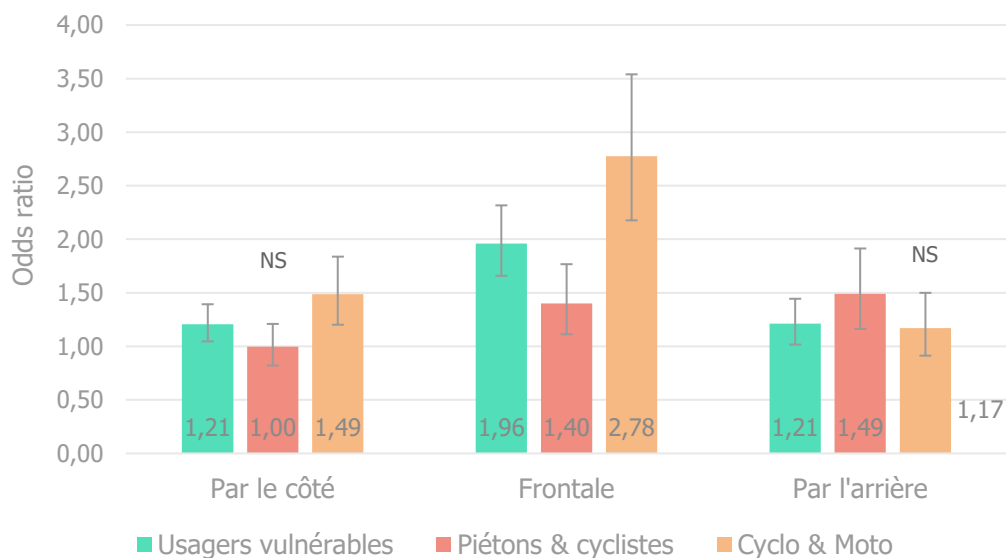
Figure 12, les collisions « flanc contre flanc » où deux usagers de la route entrent en collision flanc contre flanc servent de catégorie de référence. Pour l'ensemble des usagers de la route vulnérables, la probabilité de blessures graves/mortelles en cas d'accident corporel est de 21 %* supérieure lors d'une collision latérale, de 21 %* supérieure lors d'une collision par l'arrière et de 96 %*** supérieure lors d'une collision frontale.

Pour les deux-roues motorisés, les collisions frontales semblent de loin les plus dangereuses. La probabilité est alors 178 %*** supérieure par rapport aux collisions flanc contre flanc. Pour les collisions frontales, la probabilité est également statistiquement significativement plus élevée par rapport à d'autres types de collisions comme les collisions latérales ou les collisions par l'arrière (car les intervalles de confiance ne se chevauchent pas).

Chez les « piétons et cyclistes », le type de collision est légèrement moins déterminant pour la probabilité de blessures graves/mortelles que chez les deux-roues motorisés du fait qu'ils sont moins rapides et que l'impact de la collision diffère donc moins selon le type de collision. La probabilité semble toutefois être statistiquement significativement supérieure de 49 %** s'ils sont heurtés par l'arrière et supérieure de 40%** en cas de collision frontale, par rapport aux collisions flanc contre flanc.

Si l'on compare les « piétons et cyclistes » et les « cyclomotoristes et motocyclistes », la probabilité de blessures graves/mortelles pour les « cyclomotoristes et motocyclistes » est statistiquement significativement supérieure tant pour les collisions « latérales » que pour les collisions frontales¹¹.

Figure 12 Probabilité de blessures graves/mortelles selon le type de collision, odds ratios (catégorie réf. = collision flanc contre flanc)



Luminosité

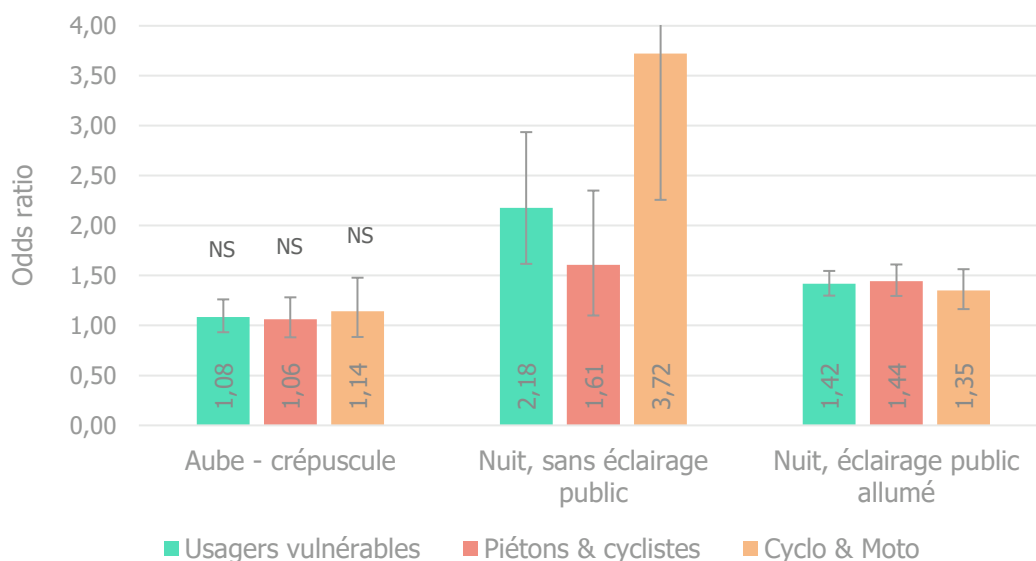
Par rapport à la journée, la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables à l'aube ou au crépuscule n'augmente pas de façon statistiquement significative. La nuit, la probabilité est 118 %*** supérieure en l'absence d'éclairage public et 42 %*** supérieure en présence d'un éclairage public allumé. Il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les « piétons et cyclistes » et les « deux-roues motorisés » sauf la nuit sans éclairage public où la probabilité de blessures graves/mortelles est plus élevée pour les cyclomotoristes et les motocyclistes¹².

Des résultats similaires sont obtenus dans le cadre d'une étude australienne qui s'est penchée sur les facteurs de risque de blessures graves/mortelles pour les cyclistes (Boufous, de Rome, Sensserick, & Ivers, 2012). Par rapport à la journée, la probabilité/les odds de blessures graves/mortelles (= décès ou hospitalisation) semble être 40 % plus élevée la nuit avec éclairage et 91 % plus élevée la nuit sans éclairage public. On pourrait expliquer la corrélation entre la luminosité et la probabilité de blessures graves/mortelles par le fait que les usagers de la route vulnérables sont moins rapidement vus quand il fait sombre, ce qui a pour conséquence que les conducteurs enclenchent le frein plus tardivement que dans des conditions claires, ce qui induit un impact plus important.

¹¹ Des différences statistiquement significatives ont été observées en ajoutant au modèle des usagers de la route vulnérables un effet d'interaction entre le type de collision et le mode de déplacement_2 (variable à 2 catégories : « piétons et cyclistes » contre « cyclomotoristes et motocyclistes »).

¹² Des différences statistiquement significatives ont été observées en ajoutant au modèle des usagers de la route vulnérables un effet d'interaction entre la luminosité et le mode de déplacement_2 (variable à 2 catégories : « piétons et cyclistes » contre « cyclomotoristes et motocyclistes »).

Figure 13 Probabilité de blessures graves/mortelles selon la luminosité, odds ratios (catégorie réf. = en journée)



Comparaison sommaire : variables catégorielles

Le modèle compte un total de cinq variables prédictives catégorielles. Pour chaque variable, la catégorie ayant le plus d'impact sur la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables est la suivante :

- +332,3 %*** sur les chaussées à 90 km/h par rapport aux chaussées à 30 km/h ;
- +117,9 %*** la nuit sans éclairage public par rapport à la journée ;
- +96,0 %*** en cas de collisions frontales par rapport aux collisions « flanc contre flanc » ;
- +93,5 %*** pour les motocyclistes par rapport aux cyclistes ;
- +63,1 %*** si la partie adverse à une alcoolémie positive par rapport à une alcoolémie négative.

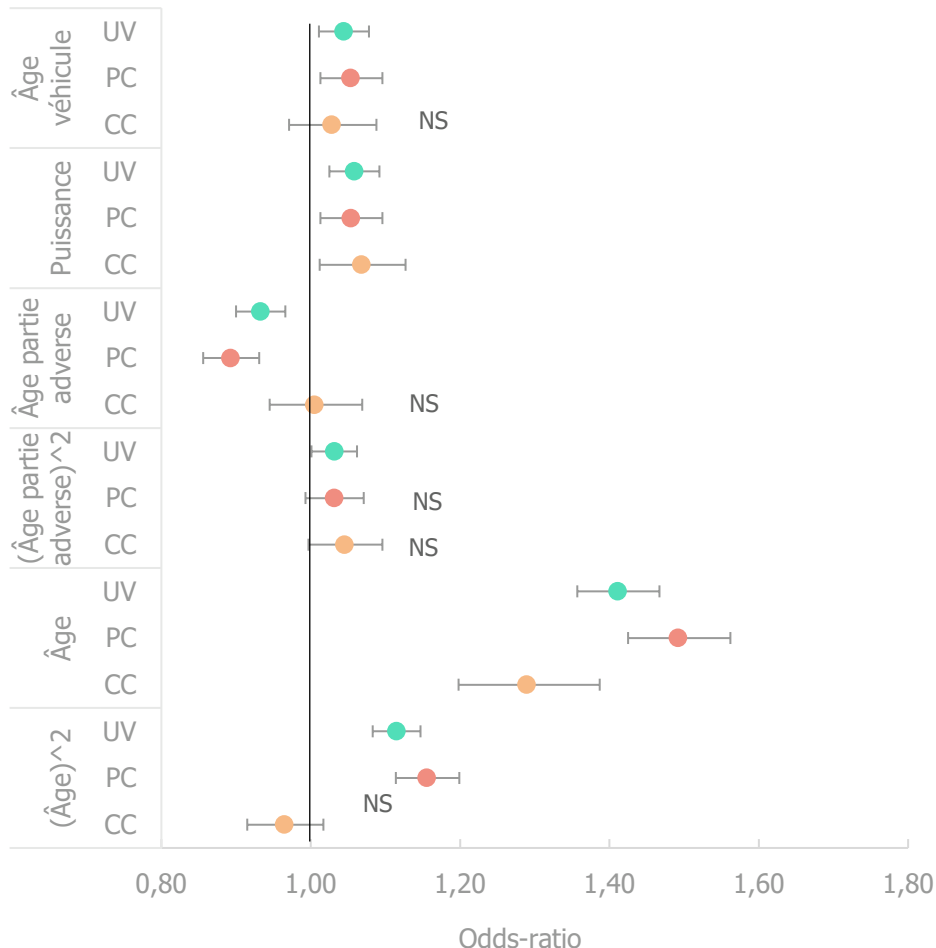
Toutes ces catégories ont un impact nettement important sur la variable dépendante, mais la zone de vitesse a clairement l'impact le plus important.

En général, l'ordre de grandeur des effets ne semble pas être significativement différent pour les « piétons et cyclistes » et les « cyclomotoristes et motocyclistes ». Pour les variables « luminosité » et « type de collision », on relève toutefois des différences statistiquement significatives entre ces deux groupes : les « cyclomotoristes et motocyclistes » sont statistiquement significativement plus susceptibles de subir des blessures graves/mortelles lors de collisions « latérales » et de collisions frontales (par rapport aux collisions flanc contre flanc) et la nuit sans éclairage public (par rapport au jour).

4.3.3 Variables prédictives continues significatives

Les effets des variables continues du Tableau 14 sont présentés visuellement en Figure 14. Un odds ratio de 1 signifie « aucun effet ». Plus l'effet d'une variable continue est éloigné de la ligne verticale représentant un odds ratio de 1, plus l'effet est important. Quand des intervalles de confiance chevauchent la ligne verticale, il n'y a pas d'effet statistiquement significatif sur le niveau de significativité 0,05.

Figure 14 Probabilité de blessures graves/mortelles, odds ratios des variables prédictives continues



Note :

- *NS = non significatif*
- *UV = Usager de la route vulnérable*
- *PC = « piétons et cyclistes »*
- *CM = « cyclomotoristes et motocyclistes »*

Âge du véhicule

Une augmentation de 5,6 ans de l'âge d'une voiture particulière augmente de 4,4 %** la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables. De même, le chapitre 3.6 a également indiqué que la probabilité/les odds de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables augmente avec l'âge de la voiture particulière de la partie adverse (Figure 6), mais ce chapitre n'a pas vérifié d'autres variables prédictives. Dans ce chapitre, nous avons expliqué la corrélation entre l'âge du véhicule et la probabilité de blessures graves/mortelles grâce à l'amélioration des systèmes de sécurité actifs/passifs au fil des ans.

Nous utilisons 5,6 ans comme référence, car cela correspond à un écart type de l'âge moyen des véhicules. De même, pour les autres variables continues, nous examinons l'augmentation/la diminution de la probabilité/des odds de blessures graves/mortelles en cas d'augmentation d'un écart type. Cette approche, à

savoir l'utilisation de variables normalisées, permet de comparer la taille d'effet des différentes variables continues (notamment l'âge et la puissance du véhicule).

Pour les piétons et les cyclistes, l'augmentation de la probabilité de blessures graves/mortelles est de 5,4 %** en cas d'augmentation d'un écart type dans l'âge de la voiture particulière de la partie adverse, ce qui est dans le même ordre de grandeur que pour tous les usagers de la route vulnérables confondus. Pour les deux-roues motorisés, l'augmentation est de 2,8 %. Pour ce sous-groupe, il n'y a pas d'effet significatif de l'âge du véhicule sur la probabilité de blessures graves/mortelles, ce qui laisse entendre que peu de progrès ont été réalisés dans la réduction de la gravité des blessures pour les deux-roues motorisés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les systèmes de protection des usagers de la route vulnérables ne sont pas adaptés pour la protection des cyclomotoristes et des motocyclistes.

Puissance

Une augmentation de 34,5 kW ou d'un écart type de la variable « puissance » d'une voiture particulière augmente de 5,8 %*** la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables. Pour le sous-groupe « piétons et cyclistes », l'augmentation est de 5,4 %** contre 6,8 %* pour les deux-roues motorisés. Les intervalles de confiance pour les différents groupes se chevauchent de sorte que l'on ne peut affirmer que les effets diffèrent clairement les uns des autres. De même, dans le chapitre 3.2 où d'autres variables prédictives n'ont pas encore été vérifiées, il a été démontré que la probabilité de blessures graves/mortelles pour les usagers de la route vulnérables augmente à mesure que la puissance de la voiture particulière de la partie adverse augmente.

Le rapport entre la puissance et la probabilité de blessures graves/mortelles peut essentiellement s'expliquer par le rapport entre la puissance et la masse ($r = 0,682$ ($t = 375,96$ (162778), $p < 0,001$)) : plus une voiture particulière est lourde, plus la puissance en est généralement élevée (voir également le chapitre 4.3.1). Les voitures dont la masse est plus élevée causent en moyenne des blessures plus graves aux usagers de la route vulnérables. Toutefois, la masse ne peut pas être la seule explication de l'effet de la puissance sur la probabilité de blessures graves/mortelles, sinon, les variables « puissance » et « masse » seraient tout à fait interchangeables dans le modèle, ce qui n'est pas le cas du fait que le modèle de la puissance est mieux adapté que le modèle de la masse.

Le fait que les voitures à puissance élevée peuvent être conduites par des personnes au style de conduite plus sportif que les voitures particulières à faible puissance peut aussi expliquer l'effet de la variable « puissance » sur la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables. Par « style de conduite sportif », nous faisons référence à des comportements comme l'accélération brusque, le non-respect de la limitation de vitesse et une adaptation insuffisante du style de conduite à l'environnement. De tels comportements peuvent accroître l'impact de collision et donc induire des blessures plus graves. Il ressort d'une étude de McCartt (2017) que les conducteurs de véhicules puissants sont plutôt enclins à conduire plus vite ou au-delà de la limitation de vitesse. Selon une autre étude allemande, les conducteurs de voitures puissantes ont en moyenne tendance à conduire de façon plus agressive (Krahé & Fenske, 2002).

Âge de la partie adverse

En ce qui concerne l'âge de la partie adverse, les deux termes du modèle doivent être interprétés simultanément, à savoir « âge partie adverse » et « (âge partie adverse)² ». Nous constatons qu'aucun des deux termes n'est statistiquement significatif pour les deux-roues motorisés (en outre, les tailles d'effet sont bien inférieures). Pour eux, l'impact de l'âge de la partie adverse n'a pas d'effet significatif sur la probabilité de blessures graves/mortelles. Pour les « piétons et cyclistes », seul le terme linéaire « âge partie adverse » est statistiquement significatif. Si l'âge de la partie adverse augmente d'un écart type, la probabilité/les odds de blessures mortelles/graves pour un piéton/cycliste diminue de 8,6 %¹³.

Pour l'ensemble du groupe des usagers de la route vulnérables, les termes « âge partie adverse » et « (âge partie adverse)² » sont tous deux statistiquement significatifs. Ensemble, une augmentation de l'âge de la voiture particulière de la partie adverse d'un écart type (17,4 ans) signifie une diminution de 4,0 % de la probabilité de blessures graves/mortelles. Le terme linéaire de la Figure 14 est inférieur à 1, ce qui signifie que la probabilité de blessures graves/mortelles diminue avec l'âge de la partie adverse. Le terme quadratique

¹³ Par souci de comparabilité avec l'effet combiné pour tous les usagers de la route vulnérables confondus, nous donnons ici pour les « piétons et cyclistes » l'effet combiné du terme linéaire significatif et le terme quadratique non significatif. D'ailleurs, l'effet combiné ou le odds ratio est inférieur à 1 (ce qui n'était pas le cas auparavant dans le présent rapport). Pour la comparabilité avec des effets/odds ratios supérieurs à 1, l'inversion de l'odds ratio a été prise en compte.

est supérieur à 1, ce qui signifie que la diminution linéaire de la probabilité s'affaiblit (= devient moins forte) à mesure que l'âge du conducteur de la partie adverse augmente.

Âge de l'usager de la route vulnérable

Tout comme pour l'âge de la partie adverse, l'effet de l'âge de l'usager de la route vulnérable compte deux termes, à savoir « âge » et « (âge)² ». En Figure 14, les deux termes sont supérieurs à 1 pour l'ensemble du groupe des usagers de la route vulnérables et les deux sont statistiquement significatifs. Le terme linéaire indique une augmentation linéaire de la probabilité de blessures graves/mortelles à mesure que l'âge d'un usager de la route vulnérable augmente. Le terme quadratique indique une accélération de l'augmentation de la probabilité avec l'âge.

Les deux termes combinés, une augmentation de l'âge d'un écart type ou de 20,1 ans signifie une augmentation de 57,2 % de la probabilité de blessures graves/mortelles. Pour aucun des deux termes, à savoir « âge » et « (âge)² », on relève une différence significative avec le sous-groupe « piétons et cyclistes ». Pour les deux-roues motorisés, les tailles d'effet sont bien moindres et le terme quadratique n'est pas statistiquement significatif.

Une étude suédoise sur les accidents de vélo unilatéraux révèle également que les cyclistes plus âgés sont plus susceptibles de subir des blessures graves que les cyclistes plus jeunes. Selon cette étude, la probabilité (odds) de blessures (MAIS3 +) graves est 6,35 fois plus élevée chez les personnes de 65 ans et plus que chez les personnes de 25 à 44 ans (Eriksson, Niska et Forsman, 2022). Une étude australienne indique que la probabilité/les odds de blessures graves/mortelles (= décès ou hospitalisation) chez les cyclistes est 114 % plus élevée chez les personnes de 60 ans et plus que chez les personnes de 0 à 9 ans qui affichent la probabilité la plus faible. La gravité plus élevée pour les cyclistes plus âgés est due à leur plus grande vulnérabilité par rapport aux jeunes cyclistes (Boufous, de Rome, Sensserick, & Ivers, 2012). Une fiche d'information de la Stichting Wetenschappelijke Onderzoek Verkeersveiligheid (fondation néerlandaise pour la recherche scientifique sur la sécurité routière) utilise un indice de vulnérabilité pour montrer que la vulnérabilité des cyclistes (rapport entre les cyclistes tués et les cyclistes gravement blessés) augmente fortement dès l'âge de 65 ans (SWOV, 2013).

Comparaison sommaire entre les variables continues

En résumé, en cas d'augmentation d'un écart type, les effets sur les usagers de la route vulnérables sont de +4,4 % pour l'âge du véhicule, +5,8 % pour la puissance, -4,0 % pour l'âge de la partie adverse et +57,2 % pour l'âge de l'usager de la route vulnérable. La variable prédictive ayant de loin le plus grand impact sur la probabilité de blessures graves/mortelles est donc l'âge de l'usager de la route vulnérable. Les effets des deux variables de véhicule sont significativement plus faibles, mais d'un ordre de grandeur similaire.

Contrairement à l'ensemble des usagers de la route vulnérables et au sous-groupe « piétons et cyclistes », les prédicteurs continus « âge du véhicule » et « âge de la partie adverse » ne sont pas significatifs pour le sous-groupe « cyclomotoristes et motocyclistes ».

4.4 Modélisation de la probabilité (ou odds) de décès

Le Tableau 16 présente les résultats des trois modèles finaux avec la probabilité de blessures mortelles comme variable dépendante. Les trois modèles concernent successivement 1) les usagers de la route vulnérables, 2) les piétons et les cyclistes, et 3) les cyclomotoristes et les motocyclistes. Des résultats plus complets des modèles (y compris les intervalles de confiance) sont présentés en annexe. Dans les chapitres 4.4.2 et 4.4.3, les résultats du Tableau 16 sont représentés visuellement à l'aide de graphiques.

Tableau 16 Résultats des trois modèles finaux sur la probabilité de décès, les odds ratios et la significativité (n = 51 556 usagers de la route vulnérables, dont 523 avec blessures graves/mortelles)

	Variable dépendante = décès					
	Usagers vulnérables		Piétons + cyclistes		Cyclomotoristes et motocyclistes	
	Odds ratio	Sign.	Odds ratio	Sign.	Odds ratio	Sign.
Masse du véhicule	1,231	***	1,276	***	1,144	(NS)
Âge partie adverse	0,825	***	0,755	***	0,967	(NS)
Alcool partie adverse (réf. : négatif)						
Alcool : autre/inconnu	0,788	(NS)	0,546	**	1,451	(NS)
Alcool : positif	2,589	***	2,681	***	2,357	**
Âge	1,539	***	1,744	***	1,291	*
(âge) ²	1,346	***	1,475	***	1,029	(NS)
Sexe (réf. : femme)						
Homme	1,622	***	1,584	**	1,504	(NS)
Inconnu	1,939	(NS)	1,497	(NS)	2,703	(NS)
Bicyclette	Ref. cat.		Ref. cat.		/	/
Piéton	2,785	(NS)	2,936	(NS)	/	/
Cyclomoteur	0,818	(NS)	/	/	Ref. cat.	
Motocycle	2,263	***	/	/	3,078	***
Zone de vitesse (réf. : 30)						
50	4,127	***	4,052	***	4,013	(NS)
70	15,178	***	14,183	***	14,722	**
90	30,176	***	33,174	***	24,138	**
120	26,500	***	194,538	***	11,696	*
Inconnu	1,031	(NS)	1,207	(NS)	0,000	(NS)
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)						
Autre ou inconnu	1,467	(NS)	1,832	(NS)	1,166	(NS)
Avec un piéton	1,577	(NS)	1,539	(NS)	4,390	(NS)
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	1,483	(NS)	1,745	(NS)	1,266	(NS)
Entre 2 conducteurs : collision frontale	2,895	***	1,520	(NS)	3,692	***
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	1,762	(NS)	4,006	**	1,268	(NS)
Carambolage (3 conducteurs ou plus)	2,762	*	0,000	(NS)	3,841	**
Luminosité (réf. : jour)						
Aube - crépuscule	0,738	(NS)	0,915	(NS)	0,535	(NS)
Nuit, pas d'éclairage public présent	5,776	***	4,421	***	8,922	***
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	1,907	(NS)	1,988	(NS)	0,000	(NS)
Nuit, éclairage public présent et allumé	2,441	***	2,799	***	1,840	**
Inconnu	0,560	(NS)	0,911	(NS)	0,000	(NS)

Note :

- les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.
- Réf. = cat. réf. = catégorie de référence.
- NS = non significatif
- / = le terme n'est pas pris en compte dans le modèle.

4.4.1 Variables prédictives potentielles non significatives

Le Tableau 17 reprend le Tableau 13 sur les variables testées, mais en l'occurrence, toutes les variables non significatives ont été barrées. « Durée d'utilisation », « SUV » et « segment automobile » ne sont pas

significatifs et ont déjà été abordés sous le chapitre 4.2. En outre, le sexe du conducteur de la partie adverse ne semble pas être un prédicteur significatif du décès de l'usager de la route vulnérable. Toutefois, l'influence de l'alcool s'avère être un prédicteur significatif de blessures mortelles quand il s'agit de la partie adverse, mais pas quand il s'agit de l'usager de la route vulnérable. Le fait qu'aucune association significative ne soit trouvée pour l'usager de la route vulnérable peut trouver une explication méthodologique. Seuls les résultats d'un test d'haleine, pas ceux d'un test sanguin, sont enregistrés dans la base de données des accidents. Les personnes mortellement blessées sont rarement, voire jamais, soumises à un test d'haleine. Alors que l'on sait pour une très infime minorité des tués sur les routes s'ils étaient ou non sous l'influence de l'alcool, il n'est pas non plus possible de prouver si le fait d'être sous l'influence de l'alcool a un effet sur la probabilité de décès. La base de données des accidents ne permet pas de démontrer un tel effet et d'autres sources de données sont nécessaires pour étudier une éventuelle corrélation entre les deux. Alors que dans le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, les variables de véhicule « âge du véhicule » et « puissance » ont été retenues dans le modèle final, dans le modèle avec la probabilité de décès comme variable dépendante, la masse est sélectionnée comme seule variable de véhicule pour le modèle final. L'âge du véhicule et la puissance ne sont pas pris en compte dans le modèle (voir chapitre 4.4.3).

Tableau 17 Liste des variables prédictives testées, avec variables non significatives barrées

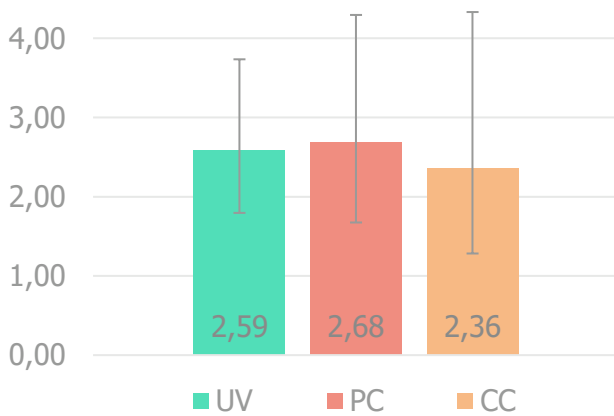
Voiture particulière (partie adverse)	Utilisateur de la route vulnérable (victimes)	Circonstances d'accident générales
Conducteur : âge	Âge	Limitation de vitesse
Conducteur : sexe	Sexe	Type de collision
Conducteur : sous l'influence de l'alcool	Sous l'influence de l'alcool	Luminosité
Conducteur : durée d'utilisation du véhicule	Mode de déplacement	
Véhicule : segment automobile		
Véhicule : SUV		
Véhicule : masse		
Véhicule : puissance		
Véhicule : âge		

4.4.2 Variables prédictives catégorielles significatives

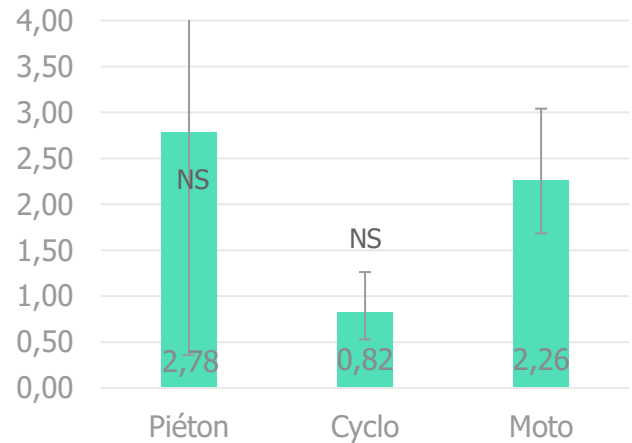
Ce chapitre contient une analyse similaire à celle du chapitre 4.3.2. Les mêmes variables catégorielles qui ont un effet sur la probabilité de blessures graves/mortelles ont également un effet sur la probabilité de décès. Seul le sexe de l'usager de la route vulnérable est ajouté en tant que variable prédictive dans ce chapitre. Compte tenu des similitudes avec le chapitre 4.3.2, nous serons plus succincts dans ce chapitre. Nous y soulignerons toutefois toute différence avec le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles.

Figure 15 Probabilité de décès, odds ratios des variables prédictives catégorielles

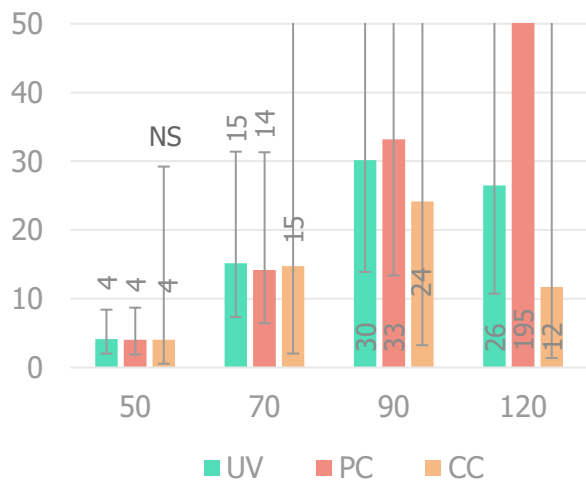
En cas de résultat d'alcoolémie positif pour le conducteur de la partie adverse (réf. : négatif)



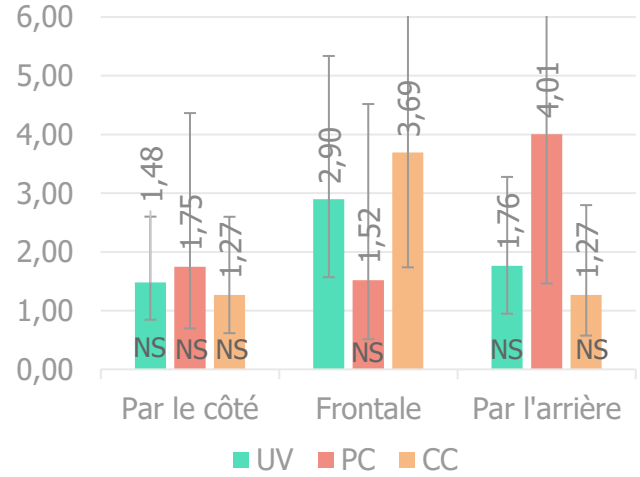
Selon le mode de déplacement de l'utilisateur de la route vulnérable (réf. : cycliste)



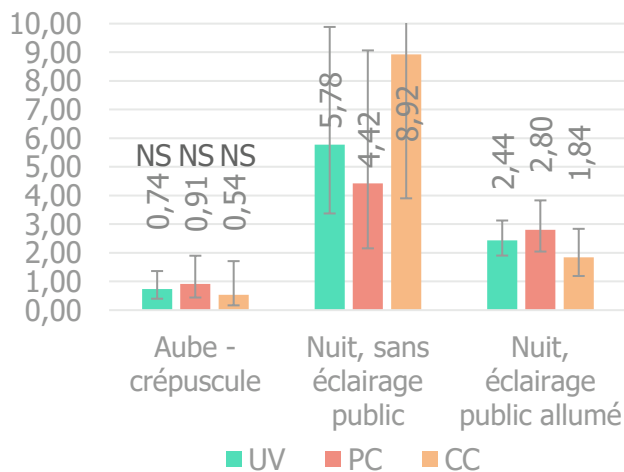
Selon la limitation de vitesse (réf. : 30)



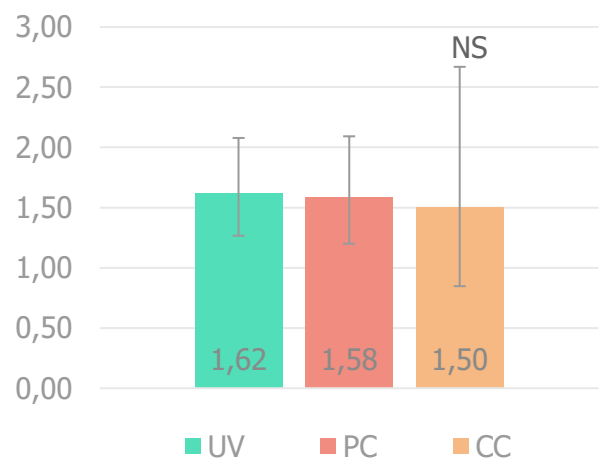
Selon le type de collision (réf. : flanc contre flanc)



Selon la luminosité (réf. : en journée)



Chez les hommes (réf. : femme)



Note :

- Réf. = cat. réf. = catégorie de référence.
- NS = non significatif
- UV = utilisateur de la route vulnérable ; PC = « piétons et cyclistes » ; CC = « cyclomotoristes et motocyclistes »

Conduite sous l'influence de l'alcool de la partie adverse

Par rapport à un conducteur à alcoolémie négative, un conducteur à alcoolémie positive augmente de 159 %*** la probabilité de décès d'un usager de la route vulnérable. Pour cette probabilité, il n'y a pas de différence significative entre « piétons et cyclistes » et « deux-roues motorisés ». Nous avons également fait une observation similaire pour le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, mais dans le cas présent, la taille d'effet de la conduite sous l'influence de l'alcool par le conducteur est supérieure.

Mode de déplacement de l'usager de la route vulnérable

Par rapport aux cyclistes, les motocyclistes sont 116 %*** plus susceptibles de décéder dans un accident corporel impliquant une voiture particulière. La probabilité de décès n'est statistiquement pas significativement plus élevée pour les cyclomoteuristes que pour les cyclistes. Pour les piétons, l'intervalle de confiance est particulièrement élevé. Statistiquement, le coefficient n'est donc pas plus significativement différent de celui des cyclistes¹⁴. Toujours dans le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, les motocyclistes se sont distingués des cyclistes, mais dans le cas présent, la probabilité accrue pour les motocyclistes semble encore plus élevée.

Zone de vitesse

En ce qui concerne la zone de vitesse, nous faisons une observation similaire à celle du modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles, à savoir que la probabilité de décès augmente à mesure que la limitation de vitesse augmente elle aussi. En ce qui concerne la probabilité de blessures graves/mortelles, la zone de vitesse de 120 km/h constitue une exception avec une probabilité de décès légèrement plus faible que les chaussées à 90 km/h, bien que cette exception ne s'applique pas aux « piétons et cyclistes ». Pour chaque zone de vitesse, les intervalles de confiance se chevauchent en Figure 15. Il n'y a donc aucune indication de différences significatives entre les trois groupes (« usagers de la route vulnérables », « piétons et cyclistes » et « cyclomoteuristes et motocyclistes »). Par rapport à une zone 30, la probabilité de décès pour les usagers de la route vulnérables est 4*** fois plus élevée sur des chaussées à 50 km/h, 15*** fois plus élevée sur des chaussées à 70 km/h, 30*** fois plus élevée sur des chaussées à 90 km/h et 26,5*** fois plus élevée sur des chaussées à 120 km/h. Ces tailles d'effet sont sensiblement supérieures à celles observées pour le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante.

Type de collision

Par rapport à une collision « flanc contre flanc », la probabilité de décès pour les usagers de la route vulnérables n'augmente de manière significative que dans les collisions frontales, jusqu'à 190 %***. Pour les « cyclomoteuristes et motocyclistes », les collisions frontales semblent présenter la probabilité de décès la plus élevée (+269 %***), tandis que pour les « piétons et cyclistes », il s'agit des collisions par l'arrière (+301 %**). Cependant, tous les intervalles de confiance de la figure sont particulièrement élevés et se chevauchent. Il convient donc d'interpréter ces observations avec la prudence requise. Toutefois, les observations sont tout à fait conformes à celles du modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles. Mais là encore, les tailles d'effet sont plus élevées à l'avenant dans le modèle de la probabilité de décès.

Luminosité

Par rapport à la journée, la probabilité de décès chez les usagers de la route vulnérables à l'aube ou au crépuscule n'augmente pas de façon statistiquement significative. La nuit, la probabilité est près de six fois*** plus élevée en l'absence d'éclairage public et 2,5*** fois plus élevée en présence d'un éclairage public allumé. Il ressort d'une étude basée sur des données de l'État américain de Caroline du Nord pour la période 1997-2000 que la probabilité de décès des piétons est 2 à 4 fois plus élevée la nuit avec ou sans éclairage public (Kim J.K., Ulfarsson, Shankar, & Kim S., 2008). Il ne semble pas y avoir de différences significatives entre « piétons et cyclistes » et « deux-roues motorisés » (chevauchement des intervalles de confiance). Nos observations sont similaires pour le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable

¹⁴ L'intervalle de confiance élevé est dû à un manquement méthodologique de la modélisation, la catégorie « piéton » de la variable « mode de déplacement » chevauchant presque complètement la catégorie « collision avec un piéton » de la variable « type de collision » (Tableau 14). Ce chevauchement de catégories de deux variables, qui, pour le reste, n'ont pas de catégories qui se chevauchent, rend l'estimation des coefficients et de leurs erreurs types instable, ce qui induit des intervalles de confiance élevés. Puisque les autres catégories des deux variables sont plus indépendantes l'une de l'autre, il a été décidé de tout de même conserver les deux variables « mode de déplacement » et « type de collision » dans le modèle.

dépendante. Toutefois, comme cela a déjà été démontré pour toutes les autres variables prédictives catégorielles, les tailles d'effet semblent être supérieures.

Sexe de l'utilisateur de la route vulnérable

Le sexe est la seule variable prédictive catégorielle qui semble significative dans le modèle des blessures mortelles, pas dans le modèle des blessures graves/mortelles. Par rapport aux femmes, la probabilité de décès a augmenté de 62 %*** chez les usagers de la route vulnérables de sexe masculin et avec un ordre de grandeur similaire chez les « piétons et cyclistes » de sexe masculin. Pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », elle augmente de 50 % (NS) par rapport aux femmes. Toutefois, en raison de l'important intervalle de confiance, cela ne semble pas statistiquement significatif.

La conclusion selon laquelle les hommes sont plus susceptibles que les femmes de subir des blessures graves/mortelles ressort également d'une étude suédoise, du moins pour les cyclistes dans les accidents unilatéraux. L'étude indique que la probabilité (odds) de blessures (MAIS3+) graves chez les cyclistes de sexe masculin est 65 % plus élevée pour la période 2010-2019 que chez les cyclistes de sexe féminin. Aucune explication n'est apportée pour ce constat (Eriksson, Niska & Forsman, 2022).

Comparaison sommaire : variables catégorielles

Le modèle compte un total de six variables prédictives catégorielles. Pour chaque variable, la catégorie ayant le plus d'impact sur la probabilité de décès chez les usagers de la route vulnérables est la suivante :

- 30 fois*** plus élevée sur les chaussées à 90 km/h par rapport aux chaussées à 30 km/h ;
- 6 fois*** plus élevée la nuit sans éclairage public par rapport à la journée ;
- +190 %*** en cas de collisions frontales par rapport aux collisions « flanc contre flanc » ;
- +159 %*** si la partie adverse à une alcoolémie positive par rapport à une alcoolémie négative.
- +116 %*** pour les motocyclistes par rapport aux cyclistes ;
- +62 %*** pour les hommes par rapport aux femmes.

Toutes ces catégories ont un impact nettement important sur la variable dépendante, mais la zone de vitesse a clairement l'impact le plus important.

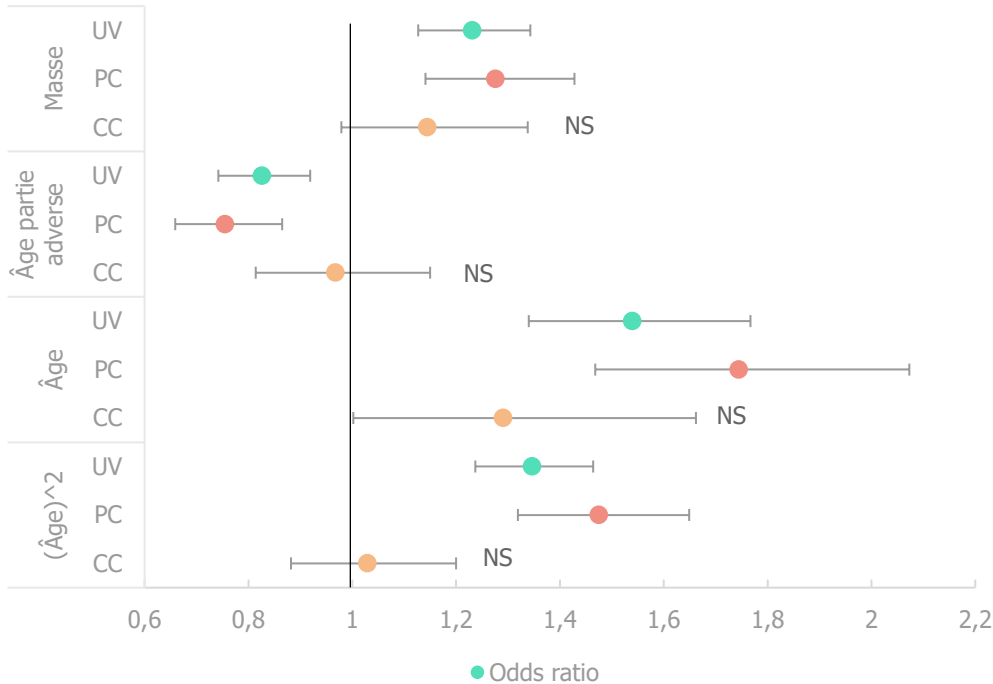
En raison du nombre relativement faible de décès dans le jeu de données (523 usagers de la route vulnérables tués), les intervalles de confiance de la Figure 15 sont particulièrement élevés. Par conséquent, on constate rarement des différences significatives entre « piétons et cyclistes » et « cyclomotoristes et motocyclistes ». Malgré cela, mais également grâce à la similitude avec le modèle précédent des blessures graves/mortelles, nous pouvons affirmer que pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », ce sont plutôt les collisions frontales qui s'avèrent les plus dangereuses alors que pour les « piétons et cyclistes », ce sont les collisions « par l'arrière » qui ont tendance à l'être.

Les observations par variable prédictive sont similaires pour le modèle de la probabilité de décès comme variable dépendante et pour le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante. Il est toutefois établi à maintes reprises que les tailles d'effet sont plus élevées quand la probabilité de décès est la variable dépendante.

4.4.3 Variables prédictives continues significatives

Les effets des variables continues du Tableau 16 sont présentés visuellement en Figure 16. Un odds ratio de 1 signifie « aucun effet ». Plus l'effet d'une variable continue est éloigné de la ligne verticale représentant un odds ratio de 1, plus l'effet est important. Quand des intervalles de confiance chevauchent la ligne verticale, il n'y a pas d'effet statistiquement significatif sur le niveau de significativité 0,05.

Figure 16 Probabilité de décès, odds ratios des variables prédictives continues



Note :

- *NS = non significatif*
- *UV = Usager de la route vulnérable*
- *PC = « piétons et cyclistes »*
- *CM = « cyclomotoristes et motocyclistes »*

Masse

La masse est la seule variable de véhicule du modèle de la probabilité de décès chez les usagers de la route vulnérables. Le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles ne tenait pas compte de la variable « masse », mais incluait les deux variables de véhicule « âge du véhicule » et « puissance » (voir le chapitre 4.3) du fait que cela menait à un modèle légèrement mieux adapté.

En cas d'augmentation d'un écart type ou de 294 kg de la masse de la voiture particulière de la partie adverse, la probabilité de blessures mortelles augmente de 23,1 %*** pour les usagers de la route vulnérables, de 27,6 %*** pour les « piétons et cyclistes » et de 14,4 % (NS) pour les deux-roues motorisés, mais pour ce dernier groupe l'effet de la masse sur les décès n'est pas significatif. La corrélation entre la masse et la gravité des blessures a déjà été expliquée au chapitre 3.1. L'effet de la masse sur les décès s'explique par le fait que les véhicules plus lourds ont en moyenne une structure plus rigide, un profil avant moins favorable/plus haut et davantage de puissance. Toutefois, l'explication la plus importante est qu'en cas de collision est libérée une énergie cinétique directement proportionnelle à la masse du véhicule (Pelssers et al., 2017). Donc, plus la masse est importante, plus l'impact de collision augmente.

Âge de la partie adverse

Comme avec le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, l'âge de la partie adverse n'est pas un prédicteur significatif des décès chez les « cyclomotoristes et motocyclistes » (la taille d'effet est également bien inférieure). Pour l'ensemble des usagers de la route vulnérables, la probabilité de décès diminue de 21,2 %***¹⁵ avec une augmentation de l'âge du conducteur de la partie adverse d'un écart type ou 17,4 ans. Pour les « piétons et cyclistes », cette probabilité diminue même de 32,5 %***¹⁶. Les deux effets de l'âge de la partie adverse, tant chez les usagers de la route vulnérables que chez les « piétons et cyclistes », ont également été constatés dans le modèle précédent de la probabilité de blessures graves/mortelles (tout comme un effet a également été constaté chez les « cyclomotoristes et motocyclistes »), mais les deux effets sont plus importants dans le modèle de la probabilité de décès.

Il ressort d'une étude américaine (Kim J.K., Ulfarsson, Shankar & Kim S., 2008) que la probabilité de blessures mortelles et graves chez les piétons diminue avec l'augmentation de l'âge du conducteur du véhicule heurtant. L'argument avancé est que les conducteurs plus âgés conduisent plus prudemment et circulent plus souvent que la moyenne sur des chaussées à limitation de vitesse moindre.

Âge de l'utilisateur de la route vulnérable

Tout comme pour le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante, l'effet de l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable compte deux termes, à savoir « âge » et « (âge)² ». En Figure 16, les deux termes sont supérieurs à 1 pour l'ensemble du groupe des usagers de la route vulnérables et les deux sont statistiquement significatifs. Le terme linéaire indique une augmentation linéaire de la probabilité de décès à mesure que l'âge d'un usager de la route vulnérable augmente. Le terme quadratique indique une accélération de l'augmentation de la probabilité avec l'âge.

Les deux termes combinés, une augmentation de l'âge d'un écart type ou de 20,1 ans signifie une augmentation de 107,1 % de la probabilité de blessures mortelles. Pour aucun des deux termes, à savoir « âge » et « (âge)² », on relève une différence significative avec le sous-groupe « piétons et cyclistes ». Pour les deux-roues motorisés, les tailles d'effet sont bien moindres et le terme quadratique n'est pas statistiquement significatif. Comme pour toutes les autres variables prédictives, la taille d'effet de l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable est supérieure dans le modèle de probabilité de décès à variable dépendante par rapport au modèle de probabilité de blessures graves/mortelles comme variable dépendante.

Comparaison sommaire entre les variables continues

En résumé, les effets sur les usagers de la route vulnérables, avec une augmentation d'un écart type, sont de +23,1 % pour la masse du véhicule, +21,2 % pour l'âge du conducteur et +107,1 % pour l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable. La variable prédictive ayant de loin le plus grand impact sur la probabilité de blessures graves/mortelles est donc l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable.

Contrairement à l'ensemble des usagers de la route vulnérables et au sous-groupe « piétons et cyclistes », les prédicteurs continus « masse du véhicule » et « âge de la partie adverse » ne sont pas significatifs pour le sous-groupe « cyclomotoristes et motocyclistes ». Et en ce qui concerne l'âge, l'effet est plus faible pour les « cyclomotoristes et motocyclistes » que pour les deux autres groupes.

Si l'on compare le modèle de la probabilité de décès avec le modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles, il est à noter que dans le premier modèle, la variable de véhicule « masse » est significative tandis que dans le second modèle, l'âge du véhicule et la puissance sont significatifs. Les variables prédictives qui sont communes aux deux modèles, c'est-à-dire l'âge de la partie adverse et l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable heurté, ont un effet plus important dans le modèle de la probabilité de décès.

¹⁵ Pour la comparabilité avec des effets/odds ratios supérieurs à 1, l'inversion de l'odds ratio a été prise en compte.

¹⁶ Pour la comparabilité avec des effets/odds ratios supérieurs à 1, l'inversion de l'odds ratio a été prise en compte.

5 Conclusion

Pour la première fois en Belgique, des données sur les accidents corporels ont été couplées à des données détaillées sur les véhicules. Le résultat est une nouvelle base de données riche offrant de nouvelles possibilités de recherche. L'objectif de cette étude était d'analyser le rôle des variables de véhicule, comme la masse et l'âge du véhicule, sur la gravité des blessures des usagers de la route vulnérables heurtés par des voitures particulières.

Les analyses contenues du présent rapport permettent de répondre aux questions suivantes :

- Quelles caractéristiques de véhicule déterminent la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables ?
- Pour quelles caractéristiques de véhicule n'y a-t-il aucune corrélation significative avec la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables ?
- Quelle est l'importance relative des caractéristiques de véhicule par rapport à d'autres variables associées à la gravité des blessures des usagers de la route vulnérables ?
- Les mêmes caractéristiques de véhicule sont-elles déterminantes pour la gravité des blessures des « piétons et cyclistes » que pour la gravité des blessures des « cyclomotoristes et motocyclistes » ?

Une réponse est apportée individuellement à ces questions ci-après.

Quelles caractéristiques de véhicule déterminent la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables ? (sur la base d'une analyse à variables multiples)

Tant la masse que la puissance ont un effet sur la probabilité de blessures graves/mortelles et sur la probabilité de décès. La puissance est un élément plus déterminant pour la probabilité de blessures graves/mortelles que la masse. Inversement, la masse est un élément plus déterminant pour la probabilité de décès que la puissance. En général, on peut affirmer que les voitures lourdes et puissantes sont plus souvent associées à une gravité des blessures supérieure chez les usagers de la route vulnérables que les voitures particulières légères et moins puissantes. En ce qui concerne la masse, on constate qu'avec une augmentation de 300 kg de la masse de la voiture particulière de la partie adverse, la probabilité de décès augmente de 23 % pour les usagers de la route vulnérables. L'effet de la masse sur les décès s'explique par le fait que les véhicules plus lourds ont en moyenne une structure plus rigide, un profil avant moins favorable/plus haut et davantage de puissance. En outre, l'impact de collision augmente parallèlement à la masse.

En termes de puissance, la probabilité de blessures graves/mortelles augmente de 6 % avec une augmentation de 35 kW de la variable « puissance ». L'effet de la puissance sur la probabilité de blessures graves/mortelles s'explique en partie par le rapport avec la masse et très probablement par le fait qu'en moyenne, les conducteurs au volant d'une voiture à puissance plus élevée adoptent un style de conduite plus sportif. Toutefois, cette dernière hypothèse ne peut être étayée par des chiffres.

Outre la masse et la puissance, l'âge du véhicule est également une variable importante, mais uniquement quand il s'agit de la probabilité de blessures graves/mortelles, pas quand il s'agit de la probabilité de décès. Une augmentation d'environ 5 ans de l'âge d'une voiture particulière augmente de 4 % la probabilité de blessures graves/mortelles chez les usagers de la route vulnérables. L'effet sur les usagers de la route vulnérables peut s'expliquer par le fait que les véhicules plus anciens sont moins bien équipés en systèmes de sécurité passifs/actifs d'un point de vue quantitatif et qualitatif.

Pour quelles caractéristiques de véhicule n'y a-t-il aucune corrélation significative avec la gravité des blessures subies par les usagers de la route vulnérables ? (sur la base d'une analyse à variables multiples)

Outre les trois caractéristiques de véhicule jugées significatives, trois autres caractéristiques de véhicule ont été testées dans les modèles, qui n'ont pas été jugés statistiquement significatifs. Il s'agit de la « durée d'utilisation du véhicule », du « segment automobile » et de la variable « SUV ». En ce qui concerne les SUV, aucun lien n'a pu être établi entre la gravité des blessures et les SUV circulant en Belgique, qui sont généralement de type moyen ou plus petit. Comme indiqué précédemment, la masse joue un rôle et on pourrait s'attendre à ce que les SUV soient plus dangereux pour les usagers vulnérables de la route en raison de leur masse plus élevée. Toutefois, d'après les analyses actuelles, les SUV ne sont pas plus dangereux que la voiture particulière moyenne. Des recherches ultérieures permettront de déterminer si cela peut s'expliquer

par le fait qu'ils sont davantage équipés de systèmes d'aide à la conduite. Cela sera également vérifié pour les pick-ups.

Quelle est l'importance relative des caractéristiques de véhicule par rapport à d'autres variables associées à la gravité des blessures des usagers de la route vulnérables ?

Bien que les tailles d'effet des trois caractéristiques de véhicule statistiquement significatives (puissance, masse et âge du véhicule) soient statistiquement significatives, elles sont relativement inférieures par rapport à d'autres prédicteurs associés à la gravité des blessures. Les variables prédictives ont été ventilées en trois groupes dans chaque modèle : 1) caractéristiques de la voiture particulière (et de son conducteur), 2) caractéristiques de l'utilisateur de la route vulnérable et 3) circonstances d'accident générales. En ce qui concerne le modèle de la probabilité de décès, un prédicteur important dans le premier groupe cité est « la conduite sous l'influence de l'alcool de la partie adverse ». Si le conducteur de la partie adverse est sous l'influence de l'alcool, la probabilité de décès pour l'utilisateur de la route vulnérable est une fois et demie plus élevée (+159 %). L'une des principales variables du deuxième groupe est l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable. En cas d'augmentation de l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable d'un écart type (20 ans) à partir de l'âge de 37 ans¹⁷, la probabilité de décès augmente de 107 %, soit un peu plus du double. Dans le troisième groupe, « circonstances d'accident générales », toutes les variables (limitation de vitesse, type de collision, luminosité) jouent un rôle important, mais la limitation de vitesse est de loin la plus importante. Sur les chaussées à 90 km/h, la probabilité de décès semble 30 fois plus élevée pour un usager de la route vulnérable par rapport aux chaussées à 30 km/h. Même sur les chaussées à 50 km/h, la probabilité de décès est environ 4 fois plus élevée que sur les chaussées à 30 km/h. De tous les prédicteurs, la limitation de vitesse est donc celle qui a l'effet le plus important. Il convient d'ajouter que nous ne disposons d'aucune information dans le jeu de données sur la vitesse réelle et sur la vitesse excessive/inappropriée, ce qui a bien sûr également un impact sur la gravité des blessures.

Le point commun d'un grand nombre de variables prédictives importantes (luminosité, limitation de vitesse, alcool) est qu'elles ont une influence sur la rapidité à laquelle un conducteur de voiture remarque un usager de la route vulnérable et, par voie de conséquence, sur la distance de freinage. Plus la distance de freinage est courte, plus l'impact de collision est important et donc également la probabilité de blessures graves ou mortelles.

Les mêmes caractéristiques de véhicule (et autres variables) sont-elles déterminantes pour la gravité des blessures des « piétons et cyclistes » que pour la gravité des blessures des « cyclomotoristes et motocyclistes » ?

Les résultats de cette étude sont assez similaires pour le groupe « piétons et cyclistes » et le groupe « cyclomotoristes et motocyclistes ». Il y a toutefois quelques différences. Pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », moins de variables prédictives sont statistiquement significatives (à la fois du fait que les tailles d'effet sont moindres et que le groupe des « cyclomotoristes et motocyclistes » compte moins d'observations) : l'âge de la partie adverse n'est pas significatif, mais c'est le cas pour les « piétons et cyclistes » (cela s'applique à la fois au modèle de la probabilité de décès et au modèle de la probabilité de blessures graves/mortelles) ; l'âge du véhicule n'est pas un prédicteur significatif de blessures graves/mortelles, mais c'est le cas pour les « piétons et cyclistes » ; enfin, la « masse du véhicule » n'est pas un prédicteur significatif de décès, mais c'est encore le cas pour les « piétons et cyclistes ». Nous notons par ailleurs que les collisions frontales sont plus susceptibles d'être les plus dangereuses pour les « cyclomotoristes et motocyclistes », mais pour les « piétons et cyclistes », il s'agit plutôt des collisions par l'arrière.

Limites des données utilisées

Afin de pouvoir interpréter les résultats correctement, il est également important de garder à l'esprit les limites des données utilisées. Une première limite est que la variable dépendante dans les modèles s'appuie sur des données policières. Ce n'est pas vraiment un problème en termes de probabilité de décès du fait que les données de la police constituent une source fiable en termes de tués sur les routes. Il s'agit toutefois d'une lacune en termes de probabilité de blessures graves/mortelles. Les victimes de blessures graves sont définies comme des victimes de la route qui passent au moins 24 heures à l'hôpital, mais ce point n'est pas toujours contrôlé par la police. La classification des victimes d'accidents de la route dans la catégorie des blessés graves

¹⁷ La corrélation entre le prédicteur « âge de l'utilisateur de la route vulnérable » et les logodds de la variable dépendante est quadratique. Cela signifie que l'effet de l'âge sur la probabilité de décès s'accroît avec l'âge de l'utilisateur de la route vulnérable. L'augmentation de 107 % de la probabilité de décès, à l'augmentation de l'âge d'un écart type, s'applique spécifiquement aux personnes de 37 ans, et ne se transpose pas aisément à d'autres âges.

n'est donc pas tout à fait exacte. Il serait préférable que la catégorie des blessés graves s'appuie sur des données hospitalières et la catégorie des blessés graves « MAIS3+ blessés » basée sur des critères médicaux qui en découlent. Pour ce faire, les données ACC-DIV couplées devraient à leur tour être couplées aux données hospitalières. Une autre limite est le sous-enregistrement des blessés par la police. En effet, la police ne procède pas à l'enregistrement de tous les blessés du fait qu'elle n'en a pas entièrement connaissance. En outre, le sous-enregistrement est sélectif. Il varie notamment en fonction de la gravité des blessures, de l'âge et du mode de déplacement des personnes impliquées dans des accidents corporels. Le sous-enregistrement est plus important pour les blessés légers que pour les blessés graves, mais il est négligeable pour les tués sur les routes. Les résultats de ce rapport, dans lesquels est modélisée notamment la probabilité de blessures graves/mortelles par rapport aux blessures non graves/mortelles, sont en partie influencés par ce sous-enregistrement.

Une autre limitation est le manque d'informations sur le style de conduite associé à certains types de véhicules. Par exemple, il se peut que la forte probabilité de blessures (graves/mortelles) liées aux voitures de sport et aux voitures à haute puissance soit liée à un style de conduite moyen plus sportif ou plus agressif des conducteurs. Bien que certains articles scientifiques démontrent ce lien, nous ne disposons pas de chiffres pour le corroborer.

Une autre limitation est la qualité des variables « type de carrosserie : kindcode » et « type de carrosserie : segment automobile » dans les données ACC-DIV couplées. Lors de cette étude, nous avons appliqué la classification de Statbel. Il existe toutefois d'autres classifications et il ne peut être exclu que les résultats diffèrent avec une autre classification.

Recherches futures

Pour expliquer l'effet de l'âge du véhicule sur la gravité des blessures, nous avons cité dans ce rapport l'équipement amélioré et plus complet avec des systèmes de sécurité passifs/actifs des véhicules récents. Ce lien pourrait être étudié de façon plus approfondie en ajoutant des informations aux données ACC-DIV couplées par modèle de voiture EuroNCAP. Il s'agit donc des scores de sécurité EuroNCAP généraux, ventilés en scores pour les occupants adultes, les occupants mineurs et les usagers de la route vulnérables, ainsi que d'informations sur l'équipement avec des systèmes de sécurité spécifiques, comme le freinage d'urgence automatique. La hauteur du capot pourrait également être prise en compte.

Le présent rapport analyse la gravité des blessures des usagers de la route vulnérables lors d'une collision avec une voiture particulière. Une autre étape consiste à analyser la gravité des blessures des occupants de voitures au moyen d'une analyse à variables multiples, comme le fait le présent rapport pour la gravité des blessures des usagers de la route vulnérables. Les mêmes caractéristiques de véhicule que celles du présent rapport peuvent être examinées, mais des informations peuvent également être ajoutées, notamment sur le rapport de masse (différence de masse entre les deux parties d'une collision) et les scores de sécurité EuroNCAP, ainsi que d'autres informations EuroNCAP.

Références

- AAA (2018) : Association Auxiliaire de l'Automobile. (2018). *New passenger car registrations breakdown by power 1990-2017*.
- Arnedt, J. T., Wilde, G. J. S., Munt, P. W., & MacLean, A. W. (2001). How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? *Accident Analysis and Prevention*, 33 (3), 337-344.
- Bernstein, D. A., Clarke-Stewart, A., Roy, E. J., Srull, T. K., & Wickens, C. D. (1994). *Psychology*. Boston: Houghton Mifflin Company
- Boufous, S., de Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 404-409.
- Eriksson, J., Niska, A., & Forsman, Å. (2022). Injured cyclists with focus on single-bicycle crashes and differences in injury severity in Sweden. *Accident Analysis & Prevention*, 165, 106510.
- Joksch, H.C., 2000. Vehicle design versus aggressivity. *US Department of Transportation Report*, DOT HS 809 194.
- Van Kampen, L. T. B. (2003). *Het ledig gewicht van motorvoertuigen*. Nederland, Leidschendam, SWOV
- Kim, J. K., Ulfarsson, G. F., Shankar, V. N., & Kim, S. (2008). Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 40(5), 1695-1702.
- Krahé, B. and Fenske, I. (2002), Predicting aggressive driving behavior: The role of macho personality, age, and power of car. *Aggr. Behav.*, 28: 21-29.
- Mccartt (2017) : Mccartt, A. T., & Hu, W. (2017). Effect of vehicle power on passenger vehicle speeds. *Traffic Injury Prevention*, Issue 5, Volume 18, p500-p507
- Pelssers, B., Riguelle, F., Schoeters, A. & Leblud, J. (2017) *Themadossier verkeersveiligheid nr. 9. Snelheid*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- SWOV (2013) *Factsheet. Oudere fietsers*, Leidschendam, SWOV

Annexe

Tableau 18 Corrélations entre six variables de véhicule continues (sur la base du jeu de données contenant tous les accidents de voiture, quelle que soit la partie adverse)

	Puissance	Masse	Âge du véhicule	Durée d'utilisation	Âge du titulaire	Poids/puissance
Puissance	1.000					
Masse	0.682***	1.000				
Âge du véhicule	-0.285***	-0.148***	1.000			
Durée d'utilisation	-0.094***	-0.034***	0.266***	1.000		
Âge du titulaire	0.025***	0.034***	-0.019***	0.390***	1.000	
Poids/puissance	0.869***	0.281***	-0.245***	-0.127***	0.007*	1.000

Tableau 19 Dix des modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « type de carrosserie : kindcode »

Voiture mixte	Cabriolet	Coupé	Voiture hayon arrière	à Berline	Break	Véhicule à usages multiples
OPEL ZAFIRA	PEUGEOT 207	OPEL ASTRA	FORD FIESTA	BMW 318D	VOLKSWAGEN GOLF	OPEL CORSA
CITROEN XSARA PICASSO	RENAULT MEGANE	VOLVO C30	VOLKSWAGEN POLO	AUDI A4	OCTAVIA	TOYOTA YARIS
RENAULT MEGANE	OPEL ASTRA	SMART FORTWO	CITROEN C3	MERCEDES C200CDI	TIGUAN	NISSAN QASHQAI
FORD FOCUS	CITROEN C3 PLURIEL	TOYOTA IQ	RENAULT CLIO	BMW 520D	X2008	FIAT PUNTO
OPEL ASTRA	VOLKSWAGEN EOS	AUDI A5	X208	MERCEDES E220CDI	CITROEN BERLINGO	OPEL MERIVA
VOLKSWAGEN GOLF	PEUGEOT 307	VOLKSWAGEN SCIROCCO	FIAT 500	OCTAVIA	PASSAT	OPEL ZAFIRA
VOLKSWAGEN PASSAT	AUDI A3	BMW 320D	VOLKSWAGEN GOLF	BMW 320D	DUSTER	V40
VOLVO V40	VOLKSWAGEN NEWBEETLE	RENAULT MEGANE	SANDERO	VOLKSWAGEN JETTA	PARTNER	X308
FORD GALAXY	OPEL TIGRA	Mustang	FORD FOCUS	MERCEDES E200CDI	A4 Avant	RENAULT MEGANE SCENIC
CITROEN BERLINGO	VOLVO C70	X420d	PEUGEOT 207	A3 Limousine	XC60	X3008

Note : les modèles du tableau ci-dessus sont le résultat d'une requête sur les données ACC-DIV couplées. Le résultat de cette requête n'est pas traité (à part la suppression du signe de ponctuation «.» superflu). Dans les données de la DIV, certains modèles apparaissent plusieurs fois via différentes méthodes d'écriture. Le modèle n'a en l'occurrence été pris en compte qu'une seule fois dans le tableau ci-dessus.

Tableau 20 Dix des modèles de voiture les plus fréquents par catégorie de la variable « type de carrosserie : segment automobile »

Microvoitures	A Minicitadine	B Citadines	C Berlines compactes	D Berlines	E Berlines taille M	F Berlines taille L
SMART FORTWO	TOYOTA AYGO	OPEL CORSA	CITROEN BERLINGO	AUDI A4	BMW 520D	V40 Cross Country
TOYOTA IQ	CITROEN C2	FORD FIESTA	AUDI A3	BMW 318D	AUDI A6	V60 Cross Country
FIAT SEICENTO	CITROEN C1	RENAULT CLIO	308	BMW 320D	A6 Avant	VOLVO S80
CITROEN 2CV	FORD KA	PEUGEOT 206	C4 PICASSO	A4 Avant	BMW 525D	MERCEDES SLK200
FIAT 126	PEUGEOT 107	POLO	BMW 1	508	E 200 D	MERCEDES S320CDI
	PEUGEOT 106	CITROEN C3	CADDY	316d	i40	XC60 T8 Twin Engine
	i10	208	ASTRA	A5 Sportback	A6 Limousine	BMW 730D
	108	FIAT 500	CEE D	A4 Limousine	518d	S 350 BLUETEC
	ADAM	FIAT PUNTO	BMW 116D	AUDI A5	E 220 D	AUDI A8
	UP!	PEUGEOT 207	C4	420d	Jaguar XF	V90 Cross Country

SUV XS	SUV S	SUV M	SUV L	SUV XL	Voiture de sport	Camionnettes, pick-up
NISSAN QASHQAI	CITROEN C5	Range Rover Sport	AUDI Q7	CHEVROLET SUBURBAN	SCIROCCO	TRAFIC
2008	TUCSON	PEUGEOT 5008	Audi e-tron	/	Mustang	Vivaro-B
CAPTUR	X1 sDrive18d	HYUNDAI SANTA FE	GLS 350 D 4MATIC	/	VOLKSWAGEN EOS	Transit Custom
DUSTER	NISSAN X-TRAIL	VOLVO XC90	Jaguar I-PACE	/	PORSCHE 911	EXPERT
Mokka	Q5	GLC 220 D 4MATIC	Q8	/	AUDI TT	Ranger
TOYOTA RAV4	KADJAR	Jaguar F-PACE	X7 xDrive40i	/	MAZDA MX-5	TOYOTA HILUX
NISSAN JUKE	Kuga	BMW X5 3.0D	FORD EXPLORER 4WD	/	VOLVO C70	FIAT DUCATO
Q3	PEUGEOT 3008	XC40	C-CROSSER	/	500 ABARTH	JUMPY
Range Rover Evoque	TIGUAN	KODIAQ	CHEVROLET TAHOE	/	ALFA ROMEO ALFA GT	NISSAN NAVARA
SPORTAGE	3008	VOLKSWAGEN TOUAREG	EQC 400 4MATIC	/	HYUNDAI COUPE	Sprinter

Note : les modèles du tableau ci-dessus sont le résultat d'une requête sur les données ACC-DIV couplées. Le résultat de cette requête n'est pas traité (à part la suppression du signe de ponctuation «.» superflu). Dans les données de la DIV, certains modèles apparaissent plusieurs fois via différentes méthodes d'écriture. Le modèle n'a en l'occurrence été pris en compte qu'une seule fois dans le tableau ci-dessus.

Tableau 21 Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, usagers de la route vulnérables

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Âge du véhicule	0,043	0,017	2,599**	1,044	[1,011;1,078]
Puissance	0,056	0,016	3,482***	1,058	[1,025;1,092]
Âge partie adverse	-0,070	0,018	-3,93***	0,932	[0,9;0,966]
(âge partie adverse)^2	0,031	0,015	2,041*	1,031	[1,001;1,062]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse : autre/inconnu	-0,401	0,054	-7,501***	0,669	[0,603;0,743]
Alcool partie adverse : positif	0,489	0,080	6,108***	1,631	[1,394;1,909]
Âge	0,344	0,020	17,327***	1,411	[1,357;1,467]
(Âge)^2	0,108	0,015	7,355***	1,114	[1,083;1,147]
Usager (réf. : cyclistes)					
Piéton	0,302	0,356	0,848(NS)	1,353	[0,673;2,721]
Cyclomoteur	0,015	0,054	0,284(NS)	1,016	[0,913;1,129]
Motocycle	0,660	0,047	14,074***	1,935	[1,765;2,121]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	0,228	0,060	3,782***	1,256	[1,116;1,413]
70	0,940	0,067	13,942***	2,559	[2,242;2,92]
90	1,201	0,099	12,148***	3,323	[2,737;4,033]
120	0,685	0,169	4,052***	1,983	[1,424;2,761]
Inconnue	-0,364	0,207	-1,758(NS)	0,695	[0,463;1,043]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	-0,022	0,106	-0,21(NS)	0,978	[0,795;1,204]
Avec un piéton	0,372	0,364	1,021(NS)	1,450	[0,71;2,959]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	0,188	0,073	2,574*	1,207	[1,046;1,393]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	0,673	0,085	7,896***	1,960	[1,658;2,316]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	0,192	0,090	2,138*	1,211	[1,016;1,444]
Carambolage	-0,021	0,204	-0,104(NS)	0,979	[0,657;1,459]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	0,081	0,077	1,055(NS)	1,085	[0,933;1,261]
Nuit, pas d'éclairage public présent	0,779	0,152	5,119***	2,179	[1,617;2,936]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	0,466	0,214	2,175*	1,594	[1,047;2,426]
Nuit, éclairage public présent et allumé	0,349	0,044	7,848***	1,417	[1,299;1,546]
Inconnue	-0,684	0,260	-2,633**	0,504	[0,303;0,84]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Tableau 22 Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, piétons et cyclistes

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Âge du véhicule	0,052	0,020	2,577**	1,054	[1,013;1,096]
Puissance	0,053	0,020	2,631**	1,054	[1,013;1,096]
Âge partie adverse	-0,114	0,022	-5,258***	0,893	[0,856;0,931]
(Âge partie adverse)^2	0,031	0,019	1,617(NS)	1,031	[0,993;1,071]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse : autre/inconnu	-0,493	0,065	-7,617***	0,611	[0,538;0,693]
Alcool partie adverse : positif	0,529	0,100	5,299***	1,697	[1,396;2,064]
Âge	0,400	0,023	17,136***	1,492	[1,425;1,562]
(Âge)^2	0,145	0,019	7,765***	1,156	[1,114;1,199]
Usager (réf. : cyclistes)					
Piéton	0,249	0,362	0,687(NS)	1,282	[0,631;2,606]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	0,261	0,067	3,889***	1,298	[1,138;1,48]
70	0,966	0,079	12,22***	2,628	[2,251;3,068]
90	1,160	0,147	7,902***	3,191	[2,393;4,256]
120	2,173	0,403	5,385***	8,781	[3,982;19,363]
Inconnue	-0,432	0,229	-1,889(NS)	0,649	[0,414;1,016]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	-0,128	0,135	-0,944(NS)	0,880	[0,675;1,147]
Avec un piéton	0,253	0,375	0,675(NS)	1,288	[0,618;2,685]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	-0,004	0,099	-0,036(NS)	0,996	[0,821;1,209]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	0,338	0,118	2,858**	1,402	[1,112;1,767]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	0,400	0,127	3,139**	1,491	[1,162;1,914]
Carambolage	-0,668	0,437	-1,528(NS)	0,513	[0,218;1,208]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	0,061	0,096	0,64(NS)	1,063	[0,881;1,282]
Nuit, pas d'éclairage public présent	0,475	0,194	2,452*	1,608	[1,1;2,35]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	0,442	0,252	1,75(NS)	1,555	[0,948;2,551]
Nuit, éclairage public présent et allumé	0,368	0,056	6,624***	1,445	[1,296;1,611]
Inconnue	-0,391	0,272	-1,44(NS)	0,676	[0,397;1,152]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Tableau 23 Résultats de modèle, probabilité de blessures graves/mortelles, cyclomotoristes et motocyclistes

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Âge du véhicule	0,028	0,029	0,957(NS)	1,028	[0,971;1,088]
Puissance	0,066	0,028	2,388*	1,068	[1,012;1,127]
Âge partie adverse	0,005	0,031	0,159(NS)	1,005	[0,945;1,069]
(Âge partie adverse)^2	0,044	0,024	1,847(NS)	1,045	[0,997;1,096]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse : autre/inconnu	-0,223	0,096	-2,314*	0,800	[0,663;0,966]
Alcool partie adverse : positif	0,407	0,136	2,994**	1,502	[1,151;1,96]
Âge	0,254	0,037	6,807***	1,289	[1,198;1,387]
(Âge)^2	-0,036	0,027	-1,335(NS)	0,965	[0,915;1,017]
Usager (réf. : cyclomoteur)					
Motocycliste	0,662	0,064	10,341***	1,938	[1,71;2,197]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	0,095	0,137	0,689(NS)	1,099	[0,84;1,439]
70	0,828	0,142	5,821***	2,288	[1,732;3,024]
90	1,119	0,166	6,733***	3,061	[2,21;4,24]
120	0,447	0,222	2,015*	1,564	[1,012;2,416]
Inconnue	0,204	0,497	0,409(NS)	1,226	[0,462;3,249]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	0,049	0,173	0,286(NS)	1,051	[0,748;1,475]
Avec un piéton	-5,881	196,970	-0,03(NS)	0,003	[0;1,289E+165]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	0,396	0,108	3,653***	1,486	[1,201;1,838]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	1,021	0,124	8,222***	2,775	[2,176;3,54]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	0,157	0,127	1,239(NS)	1,170	[0,913;1,499]
Carambolage	0,316	0,240	1,316(NS)	1,371	[0,857;2,194]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	0,135	0,131	1,028(NS)	1,144	[0,885;1,479]
Nuit, pas d'éclairage public présent	1,314	0,255	5,151***	3,723	[2,258;6,139]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	0,348	0,435	0,801(NS)	1,417	[0,604;3,324]
Nuit, éclairage public présent et allumé	0,300	0,075	3,979***	1,349	[1,164;1,564]
Inconnue	-2,225	1,011	-2,202*	0,108	[0,015;0,783]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Tableau 24 Résultats de modèle, probabilité de décès, usagers de la route vulnérables

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Masse du véhicule	0,207	0,045	4,649***	1,231	[1,127;1,343]
Âge partie adverse	-0,192	0,055	-3,515***	0,825	[0,742;0,919]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse :	-0,238	0,174	-1,37(NS)	0,788	[0,56;1,108]
autre/inconnu					
Alcool partie adverse : positif	0,951	0,187	5,094***	2,589	[1,796;3,734]
Âge	0,431	0,071	6,094***	1,539	[1,34;1,767]
(âge)^2	0,297	0,043	6,904***	1,346	[1,237;1,464]
Sexe (réf. : femme)					
Homme	0,484	0,126	3,827***	1,622	[1,266;2,078]
Inconnu	0,662	0,730	0,907(NS)	1,939	[0,463;8,11]
Usager (réf. : cyclistes)					
Piéton	1,024	1,043	0,982(NS)	2,785	[0,361;21,511]
Cyclomoteur	-0,201	0,221	-0,909(NS)	0,818	[0,53;1,262]
Motocycle	0,816	0,151	5,418***	2,263	[1,684;3,04]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	1,418	0,363	3,903***	4,127	[2,025;8,411]
70	2,720	0,371	7,335***	15,178	[7,338;31,394]
90	3,407	0,396	8,614***	30,176	[13,898;65,516]
120	3,277	0,461	7,106***	26,500	[10,732;65,434]
Inconnue	0,030	1,072	0,028(NS)	1,031	[0,126;8,42]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	0,384	0,390	0,984(NS)	1,467	[0,684;3,15]
Avec un piéton	0,455	1,080	0,421(NS)	1,577	[0,19;13,103]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	0,394	0,287	1,374(NS)	1,483	[0,845;2,601]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	1,063	0,312	3,406***	2,895	[1,57;5,337]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	0,567	0,317	1,79(NS)	1,762	[0,947;3,277]
Carambolage	1,016	0,465	2,184*	2,762	[1,11;6,876]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	-0,304	0,314	-0,97(NS)	0,738	[0,399;1,364]
Nuit, pas d'éclairage public présent	1,754	0,274	6,396***	5,776	[3,375;9,885]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	0,646	0,538	1,199(NS)	1,907	[0,664;5,478]
Nuit, éclairage public présent et allumé	0,892	0,127	7,045***	2,441	[1,904;3,128]
Inconnue	-0,580	1,012	-0,573(NS)	0,560	[0,077;4,068]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Tableau 25 Résultats de modèle, probabilité de décès, piétons et cyclistes

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Masse du véhicule	0,244	0,057	4,257***	1,276	[1,141;1,428]
Âge partie adverse	-0,281	0,069	-4,047***	0,755	[0,659;0,865]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse : autre/inconnu	-0,605	0,234	-2,585**	0,546	[0,345;0,864]
Alcool partie adverse : positif	0,986	0,240	4,105***	2,681	[1,674;4,294]
Âge	0,556	0,088	6,322***	1,744	[1,468;2,073]
(âge)^2	0,389	0,057	6,807***	1,475	[1,319;1,649]
Sexe (réf. : femme)					
Homme	0,460	0,142	3,243**	1,584	[1,2;2,092]
Inconnu	0,403	1,023	0,394(NS)	1,497	[0,202;11,108]
Usager (réf. : cyclistes)					
Piéton	1,077	1,064	1,012(NS)	2,936	[0,365;23,612]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	1,399	0,390	3,586***	4,052	[1,886;8,705]
70	2,652	0,404	6,564***	14,183	[6,425;31,309]
90	3,502	0,463	7,561***	33,174	[13,383;82,231]
120	5,271	0,590	8,931***	194,538	[61,191;618,479]
Inconnue	0,189	1,089	0,173(NS)	1,207	[0,143;10,196]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	0,606	0,575	1,053(NS)	1,832	[0,594;5,657]
Avec un piéton	0,431	1,159	0,372(NS)	1,539	[0,159;14,938]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	0,557	0,468	1,19(NS)	1,745	[0,698;4,365]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	0,419	0,556	0,754(NS)	1,520	[0,511;4,519]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	1,388	0,514	2,701**	4,006	[1,463;10,966]
Carambolage	-12,114	340,499	-0,036(NS)	0,000	[0;3,783E+284]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	-0,089	0,373	-0,238(NS)	0,915	[0,441;1,9]
Nuit, pas d'éclairage public présent	1,486	0,366	4,058***	4,421	[2,156;9,066]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	0,687	0,605	1,137(NS)	1,988	[0,608;6,502]
Nuit, éclairage public présent et allumé	1,029	0,160	6,429***	2,799	[2,045;3,831]
Inconnue	-0,094	1,031	-0,091(NS)	0,911	[0,121;6,869]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.

Tableau 26 Résultats de modèle, probabilité de décès, cyclomotoristes et motocyclistes

Terme	B	Erreur type	Valeur Z + sign.	Odds ratio	IC à 95 % pour OR
Masse du véhicule	0,135	0,080	1,695(NS)	1,144	[0,979;1,338]
Âge partie adverse	-0,033	0,088	-0,374(NS)	0,967	[0,814;1,15]
Alcool par la partie adverse (réf. : nég.)					
Alcool partie adverse : autre/inconnu	0,372	0,264	1,408(NS)	1,451	[0,864;2,435]
Alcool partie adverse : positif	0,857	0,310	2,763**	2,357	[1,283;4,331]
Âge	0,255	0,129	1,979*	1,291	[1,002;1,662]
(âge)^2	0,029	0,079	0,366(NS)	1,029	[0,882;1,2]
Sexe (réf. : femme)					
Homme	0,408	0,293	1,394(NS)	1,504	[0,847;2,669]
Inconnu	0,994	1,084	0,917(NS)	2,703	[0,323;22,613]
Usager (réf. : cyclomoteur)					
Motocycliste	1,124	0,245	4,586***	3,078	[1,904;4,976]
Zone de vitesse (réf. : 30km/h)					
50	1,389	1,013	1,372(NS)	4,013	[0,551;29,227]
70	2,689	1,013	2,655**	14,722	[2,022;107,2]
90	3,184	1,025	3,107**	24,138	[3,24;179,841]
120	2,459	1,093	2,25*	11,696	[1,373;99,637]
Inconnue	-11,810	740,342	-0,016(NS)	0,000	[+100;0]
Type de collision (réf. : flanc contre flanc)					
Autre ou inconnu	0,153	0,569	0,269(NS)	1,166	[0,382;3,556]
Avec un piéton	1,479	6553,986	0(NS)	4,390	[+100;0]
Entre 2 conducteurs : latéral (flanc contre avant/arrière)	0,236	0,367	0,642(NS)	1,266	[0,616;2,599]
Entre 2 conducteurs : collision frontale	1,306	0,385	3,396***	3,692	[1,737;7,846]
Entre 2 conducteurs : par l'arrière	0,238	0,404	0,589(NS)	1,268	[0,575;2,797]
Carambolage	1,346	0,508	2,65**	3,841	[1,42;10,389]
Luminosité (réf. : en journée)					
Aube - crépuscule	-0,625	0,593	-1,055(NS)	0,535	[0,167;1,711]
Nuit, pas d'éclairage public présent	2,189	0,422	5,187***	8,922	[3,903;20,399]
Nuit, éclairage public présent, mais pas allumé	-14,455	972,400	-0,015(NS)	0,000	[+100;0]
Nuit, éclairage public présent et allumé	0,610	0,221	2,755**	1,840	[1,192;2,838]
Inconnue	-13,441	640,245	-0,021(NS)	0,000	[+100;0]

Les résultats significatifs sont indiqués comme suit : * p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001.



Vias institute

Chaussée de Haecht/Haachtsesteenweg 1405
1130 Brussels

+32 2 244 15 11

info@vias.be

www.vias.be