



---

## **Relation entre accidents mortels de la route et performance économique : évidences empiriques pour le Sénégal**

## **The relationship between fatal road accidents and economic performance: empirical evidence from Senegal**

**Ibrahima CISSE**

Laboratoire d'Analyse, de Recherche et d'Etude du Développement (LARED)  
Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)  
Université Cheikh Anta DIOP (UCAD) – Dakar – Sénégal

**Birame DIOP**

Département des Mathématiques  
UFR Sciences Appliquées et Technologies de l'Information et de la Communication  
Université Alioune DIOP (UADB) – Bambey - Sénégal

---

**Résumé :** Cet article analyse les effets des accidents mortels de la route sur la performance économique du Sénégal durant la période 2000-2021. Nous avons fait une régression linéaire multiple appliquée sur les données de la Banque mondiale. Les résultats montrent que les accidents mortels de la route ont un impact significativement négatif sur la croissance économique du Sénégal. Ces résultats impliquent une bonne politique sécuritaire, un renouvellement du parc automobile jugé trop obsolète et un élargissement des routes pour plus de marge de manœuvre en cas de danger.

**Mots-clés :** Accident mortel, économie, modèle de régression linéaire multiple, Sénégal,

---

**Abstract:** This paper analyzes the impact of road fatalities on Senegal's economic performance from 2000 to 2021. A multiple linear regression was performed using World Bank data. The results indicate that road fatalities significantly impact Senegal's economic growth negatively. These results imply the need for a robust safety policy, an updated vehicle fleet, and wider roads to allow for more maneuvering room in case of danger.

**Keywords:** Fatal accidents, Economy, Multiple Linear Regression Model, Senegal

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.16928626>

## 1. Introduction

La question de l'insécurité routière liée aux accidents mortels de la circulation est plus que préoccupante dans les pays en voie de développement du fait de ses conséquences socioéconomiques désastreuses. En effet, les accidents de la circulation tuent plus de 1,25 million de personnes dans le monde chaque année et ils ont également un énorme impact économique, avec la perte d'un énorme potentiel humain (Bloomberg, 2017). Cependant, le rapport de SSATP (2019) indique que l'Afrique a les pires statistiques du monde en matière de sécurité routière (26,6 pour 100 000 personnes) malgré son faible taux de motorisation représentant seulement 2,3% du parc automobile mondial. Elle est considérée comme le continent où les personnes risquent le plus de mourir lors d'un accident de la route avec un taux de décès par accident de 20 %, soit près de 272 000 personnes décèdent par an dans un accident routier (OMS, 2021).

Comme la plupart des pays du continent africain, le Sénégal n'est pas épargné de cette problématique dont les statistiques prouvent à quel point la situation est si alarmante. En effet, près de 27 000 personnes sont victimes d'accidents sur la voie publique chaque année, dont les 11 000 sont enregistrés à Dakar sa capitale. Les accidents de la circulation représentent 63,17% de l'ensemble des types d'accident (OMS, 2022). Selon le Ministère en charge des Infrastructures Routières et des Transports Terrestres, 7% des accidents de la route sont dus à l'état des véhicules et 90% au comportement humain, dont le facteur vitesse joue un rôle extrêmement important.

Sur le plan économique, les accidents de la route coûtent à la plupart des pays 3 % de leur PIB et jusqu'à 5 % aux pays à revenu faible ou intermédiaire selon le bureau régional de l'OMS pour l'Afrique (2016). Selon la Banque mondiale (2017), le manque à gagner des pays qui n'investissent pas dans la prévention des accidents routiers s'élèverait entre 7 et 22% du PIB par habitant, sur une période de 24 ans. Le prix de l'inaction est alors extrêmement lourd sur le plan sanitaire, avec des centaines de milliers de blessés et de décès enregistrés chaque année dans le monde, mais aussi sur l'économie des pays, par une diminution de la productivité et des perspectives de croissance.

Ainsi, bien vrai qu'en 2017 le secteur du transport routier avait contribué à hauteur de 2,1% du PIB, toute cette richesse créée est, toutefois, quasiment annihilée par les accidents de la circulation (ANSD, 2019). En effet, l'Agence Nationale de la Sécurité Routière (ANASER) estime que le pays perd environ 2% de son PIB, soit 163 milliards de FCFA à cause des accidents sur la voie publique, une perte qui pouvait être allouée à des secteurs clés tels que la santé, l'éducation, la formation, l'agriculture, etc. A cela s'ajoute les traumatismes, les handicaps et la baisse de productivité dus aux accidents routiers qui vont retarder davantage le développement du pays. D'où la nécessité voire l'urgence de lutter contre l'insécurité routière afin de réduire significativement la fréquence des accidents routiers et surtout ceux qui sont mortels au Sénégal.

Ces dernières années, plusieurs auteurs et institutions se sont intéressés aux facteurs explicatifs de la fréquence et de la gravité des accidents de la route. Des chercheurs comme Mané (2019), Rezapour et al. (2019), Gautam et al. (2018), Gaye (2017), Usman et al. (2016), Mohanty et Gupta (2015), Wolff et al. (2013), Smith et al. (2013) ont trouvé des facteurs liés au conducteur tels que la tranche d'âge du conducteur, son sexe, sa profession, l'origine de son permis de conduire, l'âge du permis, le respect ou non des règles de priorité, la conduite en état d'ébriété, l'excès de vitesse, etc. Par contre, Tsala et al. (2021), Taamneh et al. (2017), Azzeddine et Ghiat (2015), OMS (2018), Gaye (2017), OCDE (2001), Garridoa et al. (2014), Elslande et al. (2010) ont découvert des facteurs liés au véhicule comme le type de véhicule, son âge, la régularité concernant la visite technique, le type d'usage du véhicule.

Quant aux chercheurs Glele-Ahanhanzo et al. (2021), Mphela (2020), Anderson et Kassu (2018), Roh et al. (2017), Wolff et al. (2013), El Faouzi et al. (2012), Caliendo et al. (2007), ils ont tous démontré que les facteurs liés à la route et son environnement ont un impact significatif sur les accidents de la route. Parmi ces facteurs, on trouve les types de route, l'état de la route, le lieu de l'accident (agglomération ou campagne), le tracé de la route (virage ou hors virage), l'accident est survenu dans une intersection ou hors intersection, la densité démographique du lieu de l'accident, la luminosité, les conditions atmosphériques, la présence ou non de ralentisseurs, animaux en divagation, absence de signalisation, tranche horaire de l'accident etc.

Cette problématique a été également abordée dans la littérature économique en mettant l'accent notamment sur les effets socioéconomiques des accidents de la route. Selon Bhavan (2019), la relation entre accident de la route et performance économique est abordée et traitée de diverses manières, en particulier les coûts des accidents de la route, et la dépréciation ou les insuffisances des stocks de capital humain sont prises comme approximations pour révéler comment les performances économiques d'un pays sont entravées par les accidents. En effet, l'impact de l'ampleur des décès et des blessures est étroitement lié à la performance à long terme des indicateurs de développement économique. Dans certains cas, les coûts peuvent être désagrégés en coûts directs et indirects. Les coûts directs sont les coûts ajoutés aux services de santé publique, tandis que les coûts indirects sont les coûts qui entravent l'économie nationale par divers canaux et qui se traduisent par une perte de revenu national due à la perte de productivité et d'heures de travail du capital humain (Gorea, 2016 ; Jagnoor et al., 2015 ; Wang, Quddus et Ison, 2009 ; Damien, 1994).

Bien qu'il y ait des conséquences économiques évidentes des accidents au niveau micro, les individus, les familles et les communautés directement touchés, il n'est pas évident que ces effets se répercuteront sur le niveau macro de l'économie dans son ensemble (BM, 2017). L'hypothèse selon laquelle les accidents ont des effets d'entraînement macroéconomiques gagne en plausibilité du fait qu'ils affectent principalement les jeunes, et leur impact est également considérable parmi la population en âge de travailler plus largement. Par conséquent, l'impact disproportionné de la morbidité et de la mortalité liées aux accidents sur

le segment économiquement productif de la population est susceptible de faire baisser les taux de croissance du PIB (OMS, 2015). Cependant, l'ampleur de l'effet économique n'a pas été clairement établie dans la littérature par une analyse rigoureuse. En conséquence, il existe une incertitude quant à savoir si cet effet pourrait être inexistant ou si faible que ses implications politiques sont négligeables.

Sur le plan empirique, Connelly et Supangun (2006) ont mesuré les coûts économiques des accidents de la route en Australie et ont montré que les coûts annuels des accidents de la circulation s'élevaient à environ 2,3 % du produit intérieur brut (PIB), alors que les coûts variaient de 0,62 % à 3,63 % cent des produits bruts de l'État. Elvik (2000) a également mesuré les coûts en tenant compte de 12 pays et a constaté qu'en moyenne, les coûts totaux des accidents de la route, y compris une évaluation économique de la perte de qualité de vie, sont estimés à environ 2,5 % du produit national brut. L'étude de la BM (2017) démontre que la réduction des accidents de la route dans les pays à revenu faible et intermédiaire a un effet positif significatif sur la croissance à long terme des revenus au niveau macro.

Cependant, si certains économistes se sont intéressés à l'impact économique des accidents de la route, d'autres ont orienté leurs recherches cette fois-ci sur les effets de la croissance économique sur les accidents routiers (Akinyemi, 2019 ; Bougueroua et Carns, 2018 ; Bloomberg, 2017 ; Law et Noland, 2011). Selon ces chercheurs, la croissance économique permet d'améliorer l'état des infrastructures routières (construction d'autoroutes, élargissement des routes, etc.) mais aussi de renouveler efficacement le parking automobile et par conséquent réduire drastiquement les accidents de la route. De plus, la dynamique de l'économie met, selon eux, les acteurs du transport et particulièrement les chauffeurs dans de bonnes conditions à travers la revalorisation des salaires et la mise en circulation de véhicules neufs sur des routes en bon état.

Ces débats dans la littérature montrent que la relation entre les accidents de la route et la performance économique demeure d'actualité justifiant ainsi cette recherche. Nous tenterons de répondre à la question suivante : ***Les accidents de la route ont-ils des effets sur la performance économique ?***

L'intérêt de répondre à cette problématique pour le cas spécifique du Sénégal est guidé par deux principales raisons. D'une part, le Sénégal enregistre en moyenne 27 000 personnes victimes d'accidents sur la voie publique occasionnant 664 décès chaque année mais aussi des pertes en matériels. D'autre part, pour un manque de mesures concrètes de sécurité routière, les accidents de la route font perdre à l'Etat du Sénégal environ 2% du PIB selon le ministère en charge du transport routier (OMS, 2021 ; PWA, 2021).

L'objectif général de cet article est d'analyser les effets des accidents mortels de la route sur l'économie du Sénégal. Il s'agit spécifiquement d'identifier d'abord les déterminants des accidents de la route au Sénégal, puis évaluer leur impact sur l'économie du Sénégal.

Le reste de l'article sera consacré à la revue de littérature (1), à la présentation de la méthodologie et des données (2) et à l'interprétation des résultats issus des estimations économétriques (3).

## 2. Revue de littérature

La littérature abordera d'abord les déterminants des accidents de la route aussi bien sur le plan théorique qu'empirique puis leurs effets sur la croissance économique du Sénégal.

### 2.1. Déterminants des accidents de la route

Etant des événements indésirables et imprévus, les accidents de la circulation sont un problème majeur de santé publique dans le monde, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire (OMS, 2015). Malgré la mise en œuvre du code de la route, les avancées technologiques et l'amélioration des systèmes d'éducation routière, le nombre de tués sur les routes n'a pas diminué de manière substantielle. Cela indique que bien que des efforts soient faits dans la bonne direction, il y a un manque de compréhension globale de tous les facteurs contributifs et de leur interaction les uns avec les autres (Kaur, 2015).

Selon Rolison et al. (2018) , les facteurs contribuant aux accidents de la route dans la littérature comprennent les infrastructures routières dangereuses, l'exploitation et la gestion des systèmes inefficaces, les véhicules dangereux, le comportement des usagers de la route, de la ceinture de sécurité et des dispositifs de retenue pour enfants, l'âge du conducteur, ses compétences, son inexpérience et son comportement à risque, excès de vitesse, conduite imprudente, infractions au code de la route, conduite sous l'influence de l'alcool et de drogues, utilisation de téléphones portables au volant, application inadéquate du code de la route et soins post-accident inadéquats.

Leaf et Preusser (1999) ainsi que Andersson et Nilsson (1997) stipulent que les usagers de la route vulnérables, à l'exception des automobiles, sont très exposés aux excès de vitesse des véhicules à moteur. La probabilité qu'un piéton meure à cause d'un accident de voiture augmente de façon exponentielle à mesure que la vitesse de l'automobile augmente. Les piétons âgés sont nettement plus vulnérables que la population plus jeune. Quant à Kulanthayan et al. (2000), les blessures à la tête dues au non port de casque sont la principale cause de décès parmi la liste des conducteurs de la plupart des deux-roues. Le casque protège très efficacement contre de tels traumatismes.

Des chercheurs comme Redelmeier et Tibshirani (1997) avancent que certaines preuves montrent que les conducteurs qui utilisent des téléphones mobiles tenus à la main courent un risque d'accident 4 fois plus élevé que celui auquel sont confrontés les autres conducteurs, mettant en danger eux-mêmes et les autres usagers de la route. Les téléphones mains libres peuvent également distraire les conducteurs. Bien que les preuves actuelles montrent que les téléphones portables posent un problème supplémentaire, près de la moitié des conducteurs utilisent des téléphones portables pour aider en cas d'urgence. Donc, les interdire

dans les moteurs n'est peut-être pas souhaitable. Cependant, environ 35 pays dans le monde interdisent désormais l'utilisation de téléphones portables en conduisant.

Sur le plan empirique, des auteurs comme Tsala et al. (2021) qui s'étaient servi du modèle de régression logistique, ont découvert que sur les 382 accidents enregistrés durant cette période, six facteurs ont été identifiés et classés comme suit : les causes des accidents liées à la vitesse et à l'imprudence, le lieu de l'accident, le type de véhicule en cause, le jour de l'accident, l'heure de l'accident et l'âge des conducteurs impliqués.

Usman et al. (2016) ont tenté d'identifier les facteurs contribuant aux accidents de gravité des blessures en appliquant les modèles de régression logistique sur trois ans de données d'accidents recueillies sur 31 autoroutes différentes au Canada. Les résultats de leur étude montrent que la consommation d'alcool a augmenté la probabilité de blessures graves et de décès d'environ 0,8 %.

Anderson et Kassu (2018), à travers une étude, a évalué l'importance de treize facteurs liés à la chaussée et aux éléments de conception géométrique des autoroutes urbaines et rurales à deux et quatre voies, des facteurs environnementaux et des caractéristiques du trafic sur les blessures graves et les accidents mortels signalés pour la période de cinq ans allant de 2010 à 2014 sur les routes nationales sélectionnées en Alabama. À l'aide de ces facteurs, des modèles de régression binomiale négative ont été estimés pour les blessures graves et les accidents mortels observés sur une chaussée sèche, par temps de pluie et pour l'ensemble de données agrégées. Les résultats indiquent que les principaux facteurs influençant les collisions graves pour les collisions globales sur les surfaces de chaussée sèches et humides étaient la longueur du segment, AADT, TADT, le nombre de voies, l'éclairage et l'état de la surface de la chaussée. Fait intéressant, quelles que soient la surface de la chaussée et les conditions météorologiques (précipitations par rapport à la normale), les caractéristiques du trafic des segments semblent influencer la probabilité de blessures graves et d'accidents mortels par rapport aux éléments de conception de l'autoroute.

Roh et al. (2017) ont évalué les impacts du pourcentage de véhicules lourds, du débit et des variations de la vitesse moyenne de circulation sur les autoroutes à quatre, six et huit voies à Séoul, en Corée, sur une période de deux mois. Les résultats de l'étude ont indiqué que les trois autoroutes considérées présentent des différences de caractéristiques. Pour les autoroutes à quatre voies, à mesure que le débit augmente et que le pourcentage de camions passe de zéro à 35 %, la réduction moyenne de la vitesse de circulation augmente.

Abdel-Aty (2003) a utilisé des modèles probit ordonnés pour étudier les niveaux de gravité des blessures des conducteurs pour trois types d'installations, y compris les intersections, les gares de péage et les sections de route pour la région centrale de la Floride au cours de la période de deux ans allant de 1996 à 1997. Les variables incluses étaient l'âge et le sexe des conducteurs, la vitesse, les conditions météorologiques, le type de véhicule (voiture de tourisme, fourgonnette, camionnette), le port de la ceinture de sécurité, la consommation

d'alcool, les conditions d'éclairage, la section rurale par rapport à la section urbaine et la période de pointe. Les résultats sur les sections de route ont indiqué que la consommation d'alcool, les conditions météorologiques et la période de pointe n'étaient pas significatives et que les conductrices et les conducteurs âgés (plus de 65 ans) avaient une probabilité plus élevée de blessures graves. L'étude a également révélé que, par rapport aux sections urbaines des routes, il y avait une probabilité plus élevée de niveau de gravité des blessures pendant la journée dans les zones rurales par rapport aux sections urbaines des routes.

Smith et al. (2013) ont étudié la relation entre les personnes ambulatoires distraites par le téléphone portable et les décès sur les routes au Etats Unis. Leur étude a montré que les conductrices et les jeunes conducteurs sont plus susceptibles d'être impliqués dans des accidents causés par des distractions liées au téléphone portable. Ils ont recommandé de mettre en œuvre des politiques pour lutter contre l'utilisation des téléphones portables ainsi que des outils et des applications pour avertir les conducteurs distraits.

Caliendo et al. (2007) ont appliqué les techniques de régression de Poisson, binomiales négatives et multinomiales négatives pour modéliser la fréquence des accidents sur les routes rurales à quatre voies en Italie, en utilisant des données d'accidents recueillies sur cinq ans de 1999 à 2003 sur 46,6 km (29 miles) d'autoroute segment à la fois dans des conditions de chaussée sèche et humide, avec des valeurs AADT allant de 17 600 à 47 400. Les auteurs ont proposé des modèles distincts pour les sections courbes et tangentes des conditions de surface des chaussées humides et sèches des autoroutes. Les termes inclus dans l'étude étaient AADT, longueur de segment, distance de visibilité, courbure, coefficient de frottement latéral, pente longitudinale et précipitations. Les résultats ont identifié la présence de jonctions, la longueur des segments et l'AADT comme principaux facteurs ayant contribué aux accidents graves. Lorsque l'état de la surface de la chaussée a été inclus comme variable, leur modèle a montré que l'état de la chaussée mouillée s'est avéré être une variable statistiquement significative, et le nombre d'accidents survenus pendant l'état de la chaussée mouillée a augmenté d'un facteur de 2,32 pour les sections tangentes par rapport aux accidents sur des surfaces de chaussée sèches. Ce résultat était différent des conclusions de (Krull et al., 2000), qui suggéraient que davantage d'accidents étaient susceptibles de se produire sur des surfaces de chaussée sèches.

Gautam et al. (2018) qui avaient pratiqué la statistique descriptive trouvent que les conducteurs de motos-taxis n'ont reçu aucune formation sur la conduite du motocycle. Ils ne détiennent pas en général de permis de conduire de la catégorie A. Ils sont la cause de nombreux cas d'accidents de la route, ne connaissent pas ou refusent de mettre en pratique les règles de sécurité routière ; de plus, on note : le non-port du casque et de la ceinture de sécurité, le non-respect de la limitation de vitesse, le manque de dispositif de retenue pour enfants et la conduite en état d'ébriété.

Quant à Rezapour et al. (2019) qui ont aussi appliqué les modèles logistiques ordonnés et qui ont étudié séparément les types d'accidents mettant en scène un seul véhicule aux autres types d'accidents impliquant plusieurs véhicules comme l'avaient fait des études antérieures

(Exemple : Chen et Chen, 2010 ; Baker, 1991) qui ont révélé qu'il existe des différences significatives entre les mécanismes de causalité des deux types d'accidents, ils ont découvert que : pour les collisions à un seul véhicule, la gravité des blessures des collisions est impacté par : l'alcool, le sexe, l'état de la route, le type de véhicule, le point d'impact, la manœuvre du véhicule, l'utilisation de l'équipement de sécurité, l'action du conducteur et le trafic moyen journalier annuel (TMJA) par voie. D'autre part, l'utilisation de l'équipement de sécurité, les conditions d'éclairage, la limite de vitesse affichée et la largeur de la voie se sont également révélées être des facteurs importants influençant les accidents impliquant plusieurs véhicules.

Gaye (2017) qui avait utilisé la méthode de statistique descriptive, affirme que : l'excès de vitesse, la conduite en état d'ébriété, le dépassement dangereux, la somnolence, l'absence de contrôle technique moderne dans les régions, la vétusté du parc automobile, l'état des routes, le défaut de signalisation sur certains tronçons du réseau, l'insuffisance dans l'habillage du réseau routier, le non aménagement de trottoirs et de contre allées constituent les facteurs principaux des accidents routiers ; il ajoute que les accidents les plus mortels sont nocturnes et que l'alcool reste l'un des facteurs déterminant des accidents graves ou mortels (entre 30 et 50 %). Selon Gaye, les problèmes à l'origine des accidents sont en général ceux qui surviennent de manière soudaine, souvent du fait d'un défaut d'entretien et les signalisations ou équipements inadaptés constituent aussi un manque d'informations pour le conducteur qui ne peut pas anticiper un éventuel danger.

Mané (2019) à travers une approche descriptive, estime que les accidents s'expliquent bien souvent par une combinaison de facteurs liés au conducteur et de facteurs contextuels. Selon lui, les facteurs humains en particulier apparaissent dans la plupart des cas d'accidents corporels il s'agit notamment de : la vitesse, le non-respect du code de la route, l'âge, la profession, la conduite en état d'ivresse, le défaut de maîtrise de conduite, le refus de la priorité à droite, l'utilisation du téléphone portable dans la circulation et surtout la violation des signalisations horizontales et verticales ; à ceux-là s'ajoute : le type de route, l'heure, le mois, la vétusté du matériel roulant, l'inexistence des signalisations verticale et horizontale, l'absence d'îlots directionnels, la défaillance mécanique des véhicules, les routes mal dégagées, l'obscurité, le faible taux de présence de panneaux de signalisation.

*La littérature regorge abondamment de recherches sur les facteurs qui influent sur les accidents de la circulation. Cependant, peu de recherches se sont intéressées à l'impact des accidents de la route sur la performance économique et particulièrement en Afrique subsaharienne.*

## **2.2. Relation entre accidents et performance économique**

Les accidents sont des événements indésirables et imprévus, mais ils sont devenus socialement et économiquement douloureux partout dans le monde (Bhevan, 2019). En effet, les accidents de la route ont pour conséquence d'amputer les perspectives de croissance à moyen et long terme parce qu'ils font baisser la productivité du fait des décès et des blessures

graves occasionnés en privant la population active d'adultes dans la fleur de l'âge selon la BM (2017).

Cette thèse de la BM (2017) a été confirmée par l'OMS (2018) qui stipule que sur le plan économique, les accidents de la route entraînent des pertes considérables pour les victimes, leur famille et les nations dans leur ensemble. Ces pertes proviennent du coût des traitements et des pertes de productivité pour ceux qui en meurent ou restent handicapés à la suite de leurs blessures, ainsi que pour les membres de leurs familles qui sont traumatisés et doivent participer financièrement et temporairement. En effet, en cas d'accident routier ayant des dégâts corporels, ces derniers vont impacter aussi bien les victimes que des membres de leurs familles qui vont interrompre leur travail ou leur scolarité pour s'occuper des blessés qui, le plus souvent, restent incapables de travailler à la suite de l'hospitalisation.

Par ailleurs, plusieurs chercheurs ont essayé d'étudier la relation empirique entre accidents mortels de la route et performance économique. En effet, les conclusions montrent que les accidents de la route ont non seulement coûté la vie humaine mais également les ont rendus invalides, et par conséquent ont entravé la performance des économies.

Bhavan (2019) étudie l'impact des accidents de route sur la performance économique du Sri Lanka en utilisant des données de séries chronologiques annuelles de 1977 à 2016 pour évaluer économétriquement les indices d'accidents. Pour ce faire, il fait recours à l'analyse de la racine unitaire de Dickey-Fuller augmentée (ADF) et l'estimateur du maximum de vraisemblance de Johansen des paramètres d'un modèle de correction d'erreur vectoriel de cointégration (VECM) pour tester les propriétés stationnaires de la série chronologique et examiner la relation à long terme entre les variables, respectivement. Après avoir déterminé qu'il existe des équations de cointégration parmi les variables, un VECM de cointégration bivarié et trivarié pour ces trois séries est estimé, séparément. Ainsi, les résultats de son étude révèlent que toutes les variables sont statistiquement significatives au seuil de 1 %. Par conséquent, la valeur d'élasticité à long terme du modèle explique que chaque augmentation de 1% de l'indice de mortalité des accidents est négativement associée à la variation du taux de croissance économique de 0,79 % au Sri Lanka. En d'autres termes, les résultats issus de l'analyse confirment l'existence d'une relation à long terme entre les indices liés aux accidents et les indicateurs macroéconomiques.

Bloomberg (2017) a mené une étude sur les effets des taux de mortalité routière et des mesures d'invalidité sur la croissance des revenus en utilisant l'ensemble de données le plus complet disponible qui comprend un échantillon de 135 pays avec des données collectées sur une période de 24 ans entre 1990 et 2014. Les résultats trouvés démontrent clairement que la réduction des accidents mortels de la route a un effet positif significatif sur la croissance économique à long terme. De plus, l'étude montre qu'en réduisant la mortalité et la morbidité routières de 50 % et en la maintenant sur une période de 24 ans, cela pourrait générer un flux de revenus supplémentaires équivalent à 7,1 % du PIB de 2014 en Tanzanie, 7,2 % aux Philippines, 14 % en Inde, 15 % en Chine et 22,2 % en Thaïlande. Cela met en perspective

l'ampleur des avantages économiques que les pays pourraient réaliser avec une action soutenue s'ils devaient atteindre les objectifs de l'ONU en matière de sécurité routière (par exemple, l'objectif de santé de l'objectif de développement durable consistant à réduire de moitié le nombre de décès sur les routes d'ici 2020).

Dans une étude menée en Azerbaïdjan par la BM (2021), les coûts socio-économiques des accidents de la route sont estimés à 1,6 milliard d'AZN en 2019, ce qui équivaut à 2,0 % du PIB. Environ 65 % de ces coûts sont des coûts intangibles liés à la perte d'années et de qualité de vie (coûts humains) et les 35 % restants sont des coûts économiques en termes de dommages aux véhicules, de perte de productivité, de coûts médicaux et administratifs. Cela implique que les accidents de la route représentent un fardeau très considérable pour le pays, tant d'un point de vue humain que d'un point de vue économique. De plus, l'analyse de sensibilité a testé l'influence de plusieurs choix de paramètres d'entrée, en particulier en ce qui concerne le nombre de blessures graves et légères et les coûts humains et a montré une fourchette de coûts de 1,6 à 4,2 % du PIB. Les résultats sont cohérents avec les données internationales sur le coût socio-économique des accidents de la route, qui se situent pour la plupart dans une fourchette similaire.

**Inversement**, d'autres études ont porté sur l'impact du développement économique sur les accidents de la route (morts et/ou blessés) en utilisant des techniques économétriques et statistiques ainsi que des indicateurs pertinents.

Akinyemi (2020) a examiné la relation entre le développement économique et les accidents de la route (décès et blessures) au Nigeria. En utilisant des données sur une période de 26 ans (1991 - 2016), l'approche ARDL de la cointégration a été appliquée pour déterminer les effets à court et à long terme du développement économique sur la sécurité routière. L'analyse a été réalisée à l'aide de données annuelles liées au produit intérieur brut par habitant (PIB) et au taux de chômage pour le niveau de développement économique, ainsi qu'au nombre d'accidents de la circulation, de décès et de blessures, indicateurs de la sécurité routière. Les résultats ont montré qu'à long terme, les accidents et les décès diminuent tandis que les blessures augmentent avec le PIB. À court terme, les décès diminuent avec le PIB, mais l'impact négatif du PIB sur les blessures se manifeste après un décalage de trois ans. Le PIB a eu un effet significatif sur les accidents, les décès et les blessures à long terme. Cependant, le PIB n'a influencé de manière significative les décès et les blessures qu'à court terme. Le gouvernement, les décideurs politiques, les agences de sécurité routière, les automobilistes et les motocyclistes devraient investir dans les infrastructures routières, l'application des règles de circulation et les mesures de sécurité qui réduiront les blessures.

Bougueroua et Carnis (2016) ont appliqué une approche de cointégration et un modèle vectoriel de correction d'erreur pour examiner la relation à court et à long terme entre le nombre d'accidents de la circulation, la consommation de carburant et le PIB par habitant sur la période 1970-2013 en Algérie. Les résultats ont montré que le PIB par habitant avait une influence positive sur le nombre d'accidents de la circulation à court et à long terme.

À l'aide de la technique de l'estimateur de groupe moyen des effets de corrélation communs (Pesaran), Antoniou et al. (2016) ont analysé les séries chronologiques du nombre de décès et du PIB dans 30 pays européens sur la période 1975-2012. La valeur moyenne de l'élasticité à long terme était de 0,63 et elle était significativement différente de zéro pour 10 pays.

He et al. (2015) ont utilisé un modèle à effets fixes multivariés pour examiner la relation entre le produit régional brut (GRP), les décès sur les routes (RTF) et le taux de mortalité par accident (CFR) en Russie pour la période 2004-2011. Leurs résultats montrent que les RTF et le CFR ont diminué de façon monotone à mesure que le GRP par habitant augmentait dans les 66 régions.

Law (2015) a appliqué une analyse de régression binomiale négative à effet fixe aux données de panel de 90 pays sur la période 1963-2009 pour étudier la relation de la courbe de Kuznet entre les accidents de la route non mortels et le revenu par habitant. Les résultats ont mis en évidence une relation en forme de U inversé dans laquelle le nombre de décès sur les routes augmentait avec l'augmentation du revenu par habitant aux niveaux de revenu inférieurs, mais diminuait lorsqu'il dépassait un seuil.

Wiebe et al. (2016) analysent la relation causale entre le PIB et les décès dus aux accidents de la route au Botswana et en Zambie à l'aide du test de Dickey-Fuller, d'une analyse vectorielle autorégressive et de la causalité de Granger. Les résultats suggèrent que la croissance du PIB a entraîné une augmentation du taux de décès sur les routes. En Zambie, les variations annuelles du PIB ont entraîné une augmentation du taux de mortalité après trois ans.

Yusuff (2015) trouve, dans son étude, une relation inverse entre les accidents routiers et la croissance économique au Nigeria. De plus, selon le coefficient d'élasticité à long terme du modèle 2, il est révélé qu'il y a une augmentation des dépenses de santé par habitant de 0,87% associée à chaque augmentation de 1% du nombre total de victimes par accidents de la route. Le modèle 3 précise qu'une augmentation de 0,45% et de 3,5% des dépenses publiques totales est associée à une augmentation de 1% des indices des décès et des blessures, respectivement.

*Bien qu'il existe une littérature abondante sur l'impact des accidents mortels de la route sur la croissance économique, les preuves sur leurs implications macroéconomiques sont, cependant, limitées ; d'où l'importance de cette recherche empirique.*

### **3. Méthodologie et données**

Dans cet article, deux modèles ont été utilisés pour identifier d'abord les facteurs explicatifs des accidents et puis évaluer l'impact de ces accidents sur la croissance économique du Sénégal.

#### **3.1. Modèle1 : Régression logit ordonnée généralisée**

##### **3.1.1. Présentation du modèle**

Le Modèle de Régression Ordinale suit l'hypothèse selon laquelle l'effet de chaque prédicteur est le même dans toutes les catégories de la variable de réponse ordinale. Cette restriction est appelée l'hypothèse des chances proportionnelles ou l'hypothèse des lignes parallèles qui résulte de la supposition que le vecteur de coefficient  $\beta$  est le même pour les  $m-1$  équations logit.

$$\ln \Omega_{\leq j | > j}(x) = C_j - x\beta ; \text{ où } \Omega_{\leq j | > j}(x) = \text{Prob}(y \leq j | x) / \text{Prob}(y > j | x).$$

Cette hypothèse est stricte et est souvent violée dans l'analyse de données réelles puisque le test de score est fortement affecté par la taille de l'échantillon et le nombre de modèles de covariables par exemple en incluant des covariables continues comme prédicteurs. (Allison, 1999 ; Menard, 2001 et Xing Liu, 2015).

Pour résoudre ce problème, la meilleure option consiste à ajuster un modèle des chances proportionnelles partielles comme le modèle logit ordinal généralisé (Williams, 2006 et Xing Liu, 2015). Dans le modèle à chances proportionnelles partielles appelé en anglais « *partial proportional odds* », toutes les variables prédictives ne violent pas l'hypothèse des chances proportionnelles, ainsi les effets des prédicteurs qui violent l'hypothèse sont autorisés à varier entre les catégories. Le modèle logit ordinal généralisé peut être considéré comme un cas particulier du modèle à chances proportionnelles partielles, il permet à l'effet de chaque variable explicative de varier, autrement dit, pour ce modèle, chaque coefficient  $\beta$  peut varier pour chacune des  $m-1$  équations logit. C'est-à-dire :

$\ln \Omega_{\leq j | > j}(x) = C_j - x\beta_j ;$  pour  $j = 1, \dots, m-1 ;$  où les probabilités prédites sont calculées comme suit :

$$\text{Prob}(y = 1 | x) = \frac{e^{(C_1 - x\beta_1)}}{1 + e^{(C_1 - x\beta_1)}}$$

$$\text{Prob}(y = j | x) = \frac{e^{(C_j - x\beta_j)}}{1 + e^{(C_j - x\beta_j)}} - \frac{e^{(C_{j-1} - x\beta_{j-1})}}{1 + e^{(C_{j-1} - x\beta_{j-1})}} ; \text{ pour } j = 2, \dots, m-1$$

$$\text{Prob}(y = m | x) = 1 - \frac{e^{(C_{j-1} - x\beta_{j-1})}}{1 + e^{(C_{j-1} - x\beta_{j-1})}}$$

Ainsi, selon Long et Freese (2014), pour le modèle logit ordonné généralisé, il n'y a aucune contrainte formelle qui exclut les probabilités prédites négatives. De plus, comme ces derniers auteurs l'ont fait remarquer, le modèle logit ordonné généralisé n'est pas un modèle de régression ordinale car, comme le modèle logit multinomial, il ne fait pas nécessairement des prédictions qui maintiennent l'ordinalité des résultats.

### 3.1.2. Choix des variables et sources de données

La sélection des variables pouvant expliquer la gravité des accidents de la route au Sénégal s'est faite sur la base de la littérature. Ainsi toutes les variables jugées pertinentes dans la littérature pour la recherche sur la gravité de l'accident et présentes dans notre base de données sont sélectionnées. Enfin, à l'aide de la méthode pas à pas descendante et sur la base

du critère AIC de comparaison de modèles, nous avons gardé 13 variables dans le modèle logit ordonné.

**Tableau 1 : Liste des treize (13) variables explicatives de l'étude**

Variable	Libellé	Code	Signe attendu
Sexe du conducteur	Sexe du conducteur (Masculin ou Féminin)	sexe_conduct	(+/-)
Tranche d'âge	Tranche d'âge du conducteur (Moins de 25ans, 25-34ans, 35-44ans, 44-54ans et 55ans ou Plus)	tranche_age	(-)
Conduite en état d'ébriété	Accident survenue en cas de conduite en état d'ébriété ou non	cond_etat_ebriete	(+)
Excès de vitesse	Accident survenue en cas de conduite à vitesse excessive ou non	exces_vitesse	(+)
Age du permis	Age du permis (Moins de 5ans, 5-10ans, Plus de 10ans et Sans Permis)	age_permis	(-)
Type véhicule	Type du véhicule ou de moyen de transport impliqué dans l'accident (Cyclomoteurs, Berline, Camionnette, Bus et Camion)	vehic_type	(+/-)
Age du véhicule	Tranche d'âge du véhicule impliqué dans l'accident (moins de 5ans, 5-10ans et plus de 10ans)	age_vehicule	(+)
Agglomération/campagne	Lieu de survenance de l'accident (Agglomération ou Campagne)	agglom_campagne	(+/-)
Luminosité	Niveau d'éclairage de la zone où l'accident a eu lieu (faible, moyen et forte)	luminosite	(-)
Tranche horaire	Tranche horaire de l'accident (00h-06h, 06h-12h, 12h-18h et 18h-00h)	tranche_horaire	(+/-)
Région	Densité démographique (région moyen peuplée, région faiblement peuplée et région plus peuplée)	Region	(+)
Type de route	Caractère circulatoire de la route où a lieu l'accident (route à circulation lente, route à circulation rapide et route à circulation plus rapide)	type_route	(+)
Nombre véhicules impliqués	Nombre de véhicules impliqués dans l'accident (un véhicule, deux véhicules et plus de trois véhicules)	nb_veh_impl	(+)

Les données utilisées pour capter les différentes variables choisies, proviennent de l'Observatoire de la Qualité des Services Financiers du Ministère en charge de l'Economie du Sénégal.

### 3.2. Modèle 2 : Régression linéaire multiple

#### 3.2.1. Rappel théorique

La régression linéaire est une méthode d'estimation de paramètre, généralement, utilisée lorsque le phénomène étudié est de nature continue et les variables explicatives

En général, les modèles de régression sont construits dans le but d'expliquer (ou prédire) la variance d'un phénomène (variable dépendante) à l'aide d'une combinaison de facteurs explicatifs (variables indépendantes).

Dans le cas de la **régression linéaire multiple**, la variable dépendante est toujours une variable continue tandis que les variables indépendantes peuvent être continues ou catégorielles.

La régression linéaire est dite multiple lorsque le modèle est composé d'au moins deux variables indépendantes.

De manière générale, les modèles statistiques se présentent globalement ainsi :

$$Y_i = a_0 + a_1x_{i,1} + \dots + a_px_{i,p} + \epsilon_i$$

Il est question ici d'estimer les valeurs des  $(p + 1)$  paramètres  $(a_0, a_1, \dots, a_p)$  à partir d'un échantillon de  $n$  observations (souvent appelé individus).  $i = 1, \dots, n$  correspond au numéro des observations;  $Y_i$  est la  $i^{\text{ème}}$  observation de la variable  $Y$ ;  $x_{i,j}$  est la  $i^{\text{ème}}$  observation de la  $j^{\text{ème}}$  variable;  $\epsilon_i$  est l'erreur du modèle, il résume les informations manquantes qui permettrait d'expliquer linéairement les valeurs de  $Y$  l'aide des  $p$  variables  $X_j$ . L'objectif est d'estimer les valeurs des coefficients  $(a_0, a_1, \dots, a_p)$  partir d'un échantillon de données par la méthode des moindres carrés ordinaires.

#### ➤ Notation matricielle

Pour simplifier les notations, on retrouve souvent une écriture matricielle du modèle dans la littérature.

$$Y = Xa + \epsilon$$

Les dimensions des matrices sont respectivement :  $Y \rightarrow (n, 1)$ ;  $X \rightarrow (n, p + 1)$ ;  $a \rightarrow (p + 1, 1)$  et  $\epsilon \rightarrow (n, 1)$

La matrice  $X$  de taille  $(n, p + 1)$  contient l'ensemble des observations sur les exogènes, avec une première colonne formée par la valeur 1 indiquant que l'on intègre dans la constante  $a_0$  dans l'équation, elle est donnée par :

$$\begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & \dots & x_{1,p} \\ 1 & x_{2,1} & \dots & x_{2,p} \\ \vdots & & & \\ 1 & x_{n,1} & \dots & x_{n,p} \end{pmatrix}$$

### 3.2.2. Estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO)

Le principe de minimisation de la somme des carrés des erreurs consiste à trouver les coefficients qui permettent de minimiser la quantité suivante

$$S = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2$$

$$\text{Où } \varepsilon_i^2 = [y_i - (a_0 + a_1x_{i,1} + \dots + a_px_{i,p})]^2$$

On passe de nouveau par les dérivées partielles que l'on annule pour obtenir les  $(p + 1)$  équations suivantes normales.

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = 0 \\ \vdots \\ \frac{\partial S}{\partial a_p} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_i \varepsilon_i = 0 \\ \vdots \\ -2 \sum_i x_{i,p} \times \varepsilon_i = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a_0 + a_1\bar{x}_1 + \dots + a_p\bar{x}_p = \bar{y} \\ \vdots \\ a_0 \sum_i x_{i,p} + a_1 \sum_i x_{i,1}x_{i,p} + \dots + a_p \sum_i x_{i,p}x_{i,p} = \sum_i x_{i,p}y_i \end{cases}$$

Nous avons  $(p + 1)$  Équations  $(p + 1)$  inconnues. Il s'agit maintenant d'extraire les estimations  $(\hat{a}_0, \hat{a}_1, \dots, \hat{a}_p)$ . Compte tenu des difficultés à manipuler ces équations, il est commode d'utiliser les notations matricielles

### ➤ Écriture matricielle

Avec l'écriture matricielle, nous pouvons produire une Écriture condensée. Soit  $\varepsilon$  le vecteur des erreurs, avec  $\varepsilon' = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$ . La somme des carrés des erreurs devient

$$\sum_i^n \varepsilon_i^2 = \varepsilon' \varepsilon$$

Ce qui entraîne en développant :

$$\begin{aligned} \varepsilon' \varepsilon &= (Y - Xa)'(Y - Xa) \\ &= Y'Y - Y'Xa - a'X'Y + a'X'Xa \\ &= Y'Y - 2a'X'Y + a'X'Xa \\ S &= Y'Y - 2a'X'Y + a'X'Xa \end{aligned}$$

L'annulation de la dérivation matricielle donne :

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -2(X'Y) + 2(X'X)a$$

L'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO) des coefficients du modèle s'écrit :

$$\hat{a} = (X'X)^{-1}X'Y$$

### 3.2.3. Validation du modèle

#### ➤ Test de significativité globale de la régression

Le test de significativité globale consiste vérifier si le modèle, pris dans sa globalité, est pertinent. L'hypothèse nulle correspond la situation où aucune des exogènes n'emmène de l'information utile dans l'explication de  $Y$  c'est-à-dire le modèle ne sert rien. Le test s'écrit :

$$\begin{cases} H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_p = 0 \\ H_1 : \exists j / a_j \neq 0 \end{cases}$$

➤ **Test de significativité d'un coefficient**

Après avoir Établi la significativité globale de la régression, nous devons évaluer la pertinence des variables prises individuellement. Puisque  $\varepsilon_i \equiv N(0, \sigma\varepsilon)$ , on montre que

$$\frac{\hat{a}_j - a}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_j}} \equiv \mathcal{T}(n - p - 1)$$

Le principe du test est le suivant :

$$\begin{cases} H_0 : a_j = 0 \\ H_1 : a_j \neq 0 \end{cases}$$

L'hypothèse  $H_0$  implique le retrait de la variable  $X_j$  est éventuellement possible. En d'autres termes, la contribution de  $X_j$  dans l'explication de  $Y$  n'est pas significative comparée aux autres. Méfiance néanmoins, des problèmes de colinéarité peuvent parfois perturber les résultats.

La statistique de test s'écrit :

$$t_{\hat{a}_j} = \frac{\hat{a}_j}{\hat{\sigma}_j}$$

Et la région critique pour un risque  $\alpha$  donné, le test étant bilatéral :

$$R. C. : |t_{\hat{a}_j}| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n - p - 1)$$

### 3.2.4. Variables de l'étude

En considérant le **PIB par habitant** comme variable endogène, la matrice de corrélation donne les résultats suivants.

**Tableau 2 : corrélation des variables**

Matrix of correlations					
Variables	PIB par habitant (en dollars)	Mortalité due au accidents	Dépenses de consom finale	Dépenses de conso finale des admin publiques	Formation brute de capital fixe (%PIB)
PIB par habitant (en dollars)	1.000				
Mortalité due aux accidents de route (pour 100 000 habitants)	-0.382	1.00			
Dépenses de consommation finale (% PIB)	-0.449	0.430	1,00		

Dépenses de consommation finale des administrations publiques	0.491	0.204	0,192	1.00	
Formation brute de capital fixe (%PIB)	0.766	-0.456	-0.840	0.068	1.00

**Source : WDI, calcul des auteurs**

De la matrice de corrélation, nous pouvons prévoir le sens de l'effet de chaque variable exogène sur le PIB (voir colonne signe attendu du tableau ci-dessous).

**Tableau 3 : Liste des variables de l'étude, avec le PIB par habitant comme variable endogène**

Variables	Signe attendu
PIB par habitant (en dollars)	(+)
Dépenses de consommation finale (% of PIB)	(-)
Dépenses de consommation finale des administrations publiques	(+)
Formation brute de capital fixe (% of PIB)	(+)
Mortalité due aux accidents de la route (pour 100 000 habitants)	(-)

**Source :** WDI, construction des auteurs

### 3.2.5. Source et traitement des données

Les données utilisées dans le cadre de cette recherche proviennent de la base de données de WDI/Banque mondiale. Il s'agit de données en série chronologique qui s'étendent sur trente-deux (32) années (de 1990 à 2021) et renseignent sur des indicateurs macro-économiques concernant le Sénégal, à savoir : le PIB par habitant (en dollars), des dépenses courantes de santé (% du PIB), les dépenses de consommation finale (% of PIB), les investissements directs étrangers (% du PIB), la consommation finale des administrations publiques, la formation brute de capital fixe (% of PIB), l'inflation annuelle des prix à la consommation (% annuel) et la mortalité due aux accidents de la route (pour 100 000 habitants).

## 4. Analyse des résultats

### 4.1. Analyse des résultats de l'estimation du modèle 1

Puisque nous avons une variable de réponse qualitative ordinaire, alors dans un premier temps, nous avons appliqué le modèle logit ordonné (*ologit*) qui, contrairement aux modèles pour variables nominales (modèles multinomiaux), est un modèle à chances proportionnelles très restrictif qui repose sur l'hypothèse des lignes parallèles ; c'est-à-dire que l'effet d'une variable explicative doit être identique entre toutes les différentes catégories observées de la

variable dépendante (Long et Freese, 2014). Pour la sélection du meilleur modèle, nous avons utilisé la méthode pas à pas descendante sur la base du critère de comparaison de modèles : AIC. Après comparaison de 36 modèles, nous finissons par maintenir le modèle avec 10 variables explicatives : *tranche\_age excès\_vitesse vehic\_type age\_vehicule agglom\_campaign region tranche\_horaire type\_route luminosite nb\_veh\_impl*, au lieu des 34 variables de départ avec un AIC égale à 11600. Les résultats du modèle logit ordonné finalement retenu sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4 : Résultats de l'estimation du modèle logit ordonné**

Variables	Coefficients
tranche d'âge	0,025* (0,043)
excès de vitesse	0,159*** (0,604)
type de véhicule	0,021*** (-0,196)
âge du véhicule	0,022*** (0,116)
agglomération / campagne	0,085*** (1,097)
région	0,051*** (0,277)
tranche d'horaire	0,031*** (-0,133)
type de route	0,052*** (0,501)
luminosité	0,036*** (0,258)
nombre de véhicules impliqués	0,061*** (-1,441)
Number of obs	6609

Wald chi2(11)	1240,23
Prob > chi2	0,000
Pseudo R2	0,141

Standard errors in parentheses ; \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Source :** OQSF du MEFP, calculs de l'auteur, sortie du logiciel Stata

La valeur p-value du modèle global (Prob > chi2) = 0,000 < 0,05 indique une forte significativité globale du modèle. Par contre, nous avons un pseudo  $R^2 = 0,1410 < 0,20$  donc le modèle est mal ajusté ou inadéquat aux données. Cependant, les valeurs du pseudo  $R^2$  comprises entre 0,20 et 0,40 sont à considérer comme satisfaisantes.

Ainsi, les résultats obtenus ont permis de regrouper les déterminants des accidents mortels de la route en trois (3) catégories.

#### ➤ *Caractéristiques du conducteur*

Selon le **sexe**, les hommes ont 6,9% plus de risque d'être impliqué dans des accidents graves (ayant des dommages corporels) que les femmes. Quant à l'**âge du conducteur**, les automobilistes âgés entre 25 et 34 ans sont moins susceptibles d'être impliqués dans des accidents aux dommages corporels (7,1%) et cette tendance est observée au fur et à mesure que l'âge augmente. S'agissant de l'**excès de vitesse**, il engendre un risque de provoquer des dégâts corporels considérables (13,7%). Selon toujours les résultats obtenus, les automobilistes dont l'**âge du permis** est inférieur à 5 ans sont plus susceptibles d'être impliqués dans des accidents graves (1%), voire mortels (1,3%) comparés aux conducteurs dont l'âge du permis est supérieur à 5 ans. De plus, les conducteurs sans permis dont la plupart sont des cyclomotoristes (*voir annexe 3*), présentent plus de risque de provoquer des accidents graves (avec des dégâts corporels (28,9%). Cependant, l'**état d'ébriété** du conducteur n'a aucun effet sur les accidents mortels de la circulation.

#### ➤ *Caractéristiques du véhicule*

Pour le **type de véhicule**, les cyclomoteurs ont plus de risque (7,8%) de causer des accidents plus graves, voire mortels, que les véhicules de type berline. S'agissant de l'**âge du véhicule**, les véhicules âgés entre 5-10 ans semblent avoir plus de risque de causer des accidents graves (1,5%) ou très graves (2%) et cette tendance est constatée au fur et à mesure que le véhicule est âgé.

#### ➤ *Caractéristiques de la route et de son environnement*

Selon le **lieu de survenance de l'accident (agglomération ou campagne)**, les accidents très graves (mortels) ont 17,4% plus de risque d'être survenu dans une campagne que dans une agglomération. S'agissant du **niveau de luminosité**, les heures où la luminosité est faible (généralement la nuit) ont 5,2% plus de risque de survenance d'accidents très graves que les heures à luminosité moyenne (aube ou crépuscule). Le facteur **tranche horaire de l'accident** montre également que les accidents très graves semblent avoir 2,9% plus de risque d'être survenu entre 00h-06h qu'entre 06h-12h.

Selon toujours les résultats découlant de l'estimation du modèle, la **région de survenance** a permis de montrer que les accidents très graves, c'est-à-dire mortels ont 2,7% plus de risque d'être survenu dans les régions moyennement peuplées que dans les régions faiblement

peuplées. Par contre, les accidents très graves ont 4,2% moins de risque d'être survenu dans les régions fortement peuplées que dans les régions faiblement peuplées. Pour le *caractère circulatoire*, les routes à circulation plus rapide (RN et autoroutes) semblent enregistrer le plus d'accidents mortels (4,5%) que les celles à circulation lente (latérite, piste et route en travaux). S'agissant du *nombre de véhicules impliqués*, les accidents impliquant plus de 2 véhicules (carambolage) ont 15,8% plus de risque d'être très graves (avec certainement des morts) que ceux impliquant un seul véhicule.

#### 4.2. Analyse des résultats de l'estimation du modèle 2

Après avoir apuré la base en traitant les données manquantes et valeurs aberrantes, une brève analyse descriptive est effectuée sur les indicateurs pour avoir un aperçu sur ces dernières.

**Tableau 5 : Statistiques descriptives**

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
PIB par habitant (en dollars)	32	1077.169	320.538	598.145	1636.893
Dépenses de consommation finale	32	90.836	4.32	82.323	98.138
Formation brute de capital fixe	32	20.44	4.519	14.597	30.408
Mortalité due aux accidents de la route	32	13.769	9.184	1	24.8
Dépenses de consommation de l'administration publique	32	13.654	1.359	11.404	17.088

**Source :** WDI, calculs des auteurs, sortie du logiciel Stata

Par ailleurs, nous allons considérer le PIB par habitant comme variable endogène qui capte également l'économie du Sénégal et les autres variables comme les Dépenses Publiques, le taux de mortalité par accident routier, les dépenses de consommation finales et la formation brute de capital fixe étant les variables explicatives.

**Tableau 6 : Résultats de l'estimation du modèle 2**

Variabes	Coefficients
Formation brute de capital fixe	67,531*** (11,842)
Dépenses publiques	93,149*** (21,593)
<i>Mortalité par accident routier</i>	<b>-6,259*</b> (3,192)
Dépenses de consommation finale	26,067** (12,087)
Constant	-3856,740*** (1201,297)
Observations	32
R-squared	0,834

Standard errors in parentheses; \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Source :** WDI, calculs des auteurs, sortie du logiciel Stata

Les variables explicatives retenues expliquent plus de 80% de la variabilité du PIB du Sénégal. Excepté la Mortalité causé par accident routier qui a un impact négatif et significatif au seuil de 10%, toutes les autres variables exogènes ont un effet positif et significatif au seuil de 5% sur la croissance du PIB du Sénégal. En effet, une augmentation d'une unité du taux de mortalité due aux accidents de la circulation entraînerait une baisse du PIB par habitant du Sénégal de 6,26. A l'opposé, une hausse d'une unité des dépenses de consommation finales permettrait une croissance de 26,07 du PIB par habitant du Sénégal. De même, une augmentation d'une unité des dépenses publiques entraînerait une croissance du PIB par habitant de 93,15. Enfin, une augmentation d'une unité de la formation brute de capital fixe créerait une hausse de 67,53 du PIB par habitant.

Les résultats de l'estimation confirment la théorie économique (l'OMS, 2018 ; BM, 2017 ; Gorea, 2016 ; Jagnoor et al., 2015 ; Wang, Quddus et Ison, 2009 ; Damien, 1994) qui stipule que les accidents de la route ont des conséquences néfastes sur la performance économique à long terme et qui corroborent avec ceux trouvés dans les études de la BM (2021), Bhavan (2019), Bloomberg (2017), Connelly et Supangun (2006). Pour rappel, le Sénégal perd toute la richesse créée par le secteur du transport à cause des accidents de la route selon l'ANASER. Les statistiques fournies par ladite agence montrent que le pays perd environ 2% de son PIB, soit 163 milliards de FCFA à cause des accidents sur la voie publique.

## 5. Conclusion et recommandations

Cet article analyse les effets des accidents mortels de la route sur l'économie du Sénégal. Il s'agit plus spécifiquement d'identifier les différents facteurs explicatifs des accidents mortels de la route et tester économétriquement les effets de ce dernier sur la croissance économique. Sur la base du modèle de logit ordonné permettant ainsi d'analyser les facteurs explicatifs des accidents de la route au Sénégal et celui de régression linéaire multiple, nos résultats montrent que les accidents mortels de route ont un impact positif et significatif sur la croissance économique du Sénégal sur la période 2000-2021.

Les implications de politiques économiques devant découler de cette recherche doivent être orientées vers la politique de sécurité routière qui devrait reposer sur un diagnostic profond de la situation actuelle. Si l'Etat du Sénégal souhaite réduire considérablement les accidents, il doit faire face à certains facteurs qui causent fréquemment des accidents en revoyant d'abord les normes de construction des routes du fait de leur étroitesse qui ne donne aucune marge de manœuvre aux conducteurs et particulièrement des véhicules lourds (camions, bus, cars, etc.). Il s'y ajoute le renouvellement du parc automobile qui est jugé trop vétuste. Plusieurs véhicules continuent de circuler alors qu'ils ne respectent plus les normes de sécurité routière. Et enfin, il doit revoir la politique de contrôle des chauffeurs qui présente beaucoup de faille. En effet, le comportement des conducteurs est la source principale des accidents mortels dans la mesure où, en conduisant, ils sont souvent fatigués ou en état d'ébriété et notamment en période d'évènements religieux où on note plus d'accidents mortels.

L'implication de cette conclusion ouvrira de nouvelles voies pour la recherche future et pourra également être utile aux experts et aux décideurs lorsqu'ils compareront les effets économiques relatifs aux accidents de la route.

## Références

1. **Abdel-Aty, M. (2003)**, “Analysis of driver injury severity levels at multiple locations using ordered probit models”, *Journal of Safety Research* 34(5): 597-603.
2. **Akinyemi, Y. (2020)**, “Relationship between economic development and road traffic crashes and casualties: empirical evidence from Nigeria”, *Transportation Research Procedia* 48 218–232
3. **Anderson, M. et Kassu, K. (2018)**, “Determinants of severe injury and fatal traffic accidents on urban and rural highways”, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 8(3): 294 – 308
4. **Andersson, G. et Nilsson, G. (1997)**, “Speed management in Sweden: Speed, speed limits and safety”: Swedish National Road and Transport Research Institute.
5. **Antoniou, C., Yannis, G., Papadimitriou, E. et Lassare, S., (2016)**. “Relating traffic fatalities to GDP in Europe on the long term”. *Accident Analysis & Prevention* 92, 89-96.
6. **ANSD (2019)**, « Situation économique et sociale du Sénégal : Secteur du Transport ».
7. **Azzeddine, M., et Ghiat, T. (2015)**, « Les principales causes des accidents de la circulation routière et les mesures d'atténuation en Algérie ».
8. **Bougueroua, M. et Carnis, L. (2016)**, “Economic development, mobility and traffic accidents in Algeria” *Accident Analysis & Prevention* 92, 168-
9. **Banque Mondiale (2021)**, “Socio-economic costs and human impacts of road accidents in Azerbaijan”, Public Disclosure Authorized Public.
10. **Banque Mondiale (2017)**, “The High Toll of Traffic Injuries: Unacceptable and Preventable”
11. **Bhavan, T. (2019)**, “The Economic Impact of Road Accidents: The Case of Sri Lanka”, *South Asia Economic Journal* 20(1) 124–137,
12. **Bloomberg (2017)**, “The Macro-Economic and Welfare Benefits of Reducing Road Traffic Injuries in Low- & Middle-Income Countries”
13. **Gaye, C.O. (2017)**, « La sécurité routière au Sénégal » ;
14. **Caliendo, C., Guida, M., Parisi, A. (2007)**, “A crash-prediction model for multilane roads”, *Accident Analysis and Prevention* 39(4): 657-670.
15. **Connelly, L. B., et Supangan, R. (2006)**, “The economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories”. *Accident Analysis and Prevention*, 38(6), 1087–1093.
16. **Damien, L. (1994)**, “The cost of sleep-related accidents”: A report for the National Commission on sleep disorders research (Special Report). *Sleep*, 17(1), 84–93.
17. **El Faouzi, N. E., Buton, J., et Billot, R. (2013)**, « Impacts de la météorologie sur la demande de trafic ». *RTS-Recherche Transports Sécurité* ;
18. **Elvik, R., (2010)**, “How much do road accidents cost the national economy?” *Accident Analysis and Prevention*, 32(6), 849–851.

19. **Gautam, P., Joshi, E., Joshi, S.K., Khadka, A., Mytton, J., Parkinv, J. et Pilkington, P. (2021)**, “Road safety and heavy goods vehicle driving in LMICs: Qualitative evidence from Nepal”, *Journal of Transport & Health*.
20. **Glele-Ahanhanzo.Y, et al. (2021)**. “Analysis of the environmental factors associated with deaths from road traffic crashes in Benin from 2008 to 2015”.
21. **Gorea, R. (2016)**, “Financial impact of road traffic accidents on the society”. *International Journal of Ethics, Trauma & Victimology*.
22. **He, H., Paichadze, A.H. et Bishai, D. (2015)**, “Economic development and road traffic fatalities in Russia: analysis of federal regions 2004–2011”.
23. **Jagnoor, J., Shankar, P., Lakshmi, P. V. M., Sameer, A., Belinda, G., & Rebecca, Q. I. (2015)**, “The impact of road traffic injury in North India: A mixed-methods study protocol”. *BMJ Open*.
24. **Kaur, D. (2015)**, “Identification of factors contributing to traffic fatalities in the united states”, Department of Construction Management and Engineering
25. **Krull, K., Khattak, A., Council, F. (2000)**, “Injury effects of rollovers and events sequence in single-vehicle crashes”, *Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board*.
26. **Kulanthayan, S., Umar, R. S. R., Hariza, H. A., Nasir, M. T. M. et Harwant, S. (2000)**, “Compliance of proper safety helmet usage in motorcyclists.” *Medical Journal of Malaysia* no. 55 (1):40-44.
27. **Law, T. H. (2015)**, “Factors associated with the relationship between non-fatal road injuries and economic growth”. *Transport Policy* 42. C, 166- 172.
28. **Law, T. H., Noland, R. B., Andrew, W. Evans, A. W. (2011)**, “The sources of the Kuznets relationship between road fatalities and economic growth”. *Journal of Transport Geography* 19.2, 355-365.
29. **Leaf, W.A. et Preusser, D.F. (1999)**, “Literature review on vehicle travel speeds and pedestrian injuries”: US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
30. **Mané. O., (2019)**, « Les Accidents de la Circulation dans la Commune de Mbour au Sénégal : Etat des lieux et propositions de solutions », mémoire de master, Université Senghor, 107 p.
31. **Mohanty, M. et Gupta, A. (2015)**, “Factors affecting road crash modeling”;
32. **Mphela, T. (2020)**, “Causes of road accidents in Botswana: An econometric model” ;
33. **OMS (2016)**, « La sécurité routière dans la région africaine 2015 », ISBN: 978 929031229 1 (NLM Classification: WA 275).
34. **OMS (2021)**, « Pour que les routes ne tuent plus au Sénégal », <https://www.afro.who.int/fr/news/>
35. **OMS (2022)**, « Remettre la sécurité routière au centre des préoccupations au Sénégal », <https://www.afro.who.int/fr/countries/senegal/news/remettre-la-securite-routiere-au-centre-des-preoccupations-au-senegal>
36. **OMS (2018)**, “Global Status Report on Road Safety 2018”. World Health Organization, Geneva.
37. **OMS (2015)**, “Global status report on road safety 2015”.
38. **Partners West Africa (2021)**, « En moyenne 644 personnes tuées chaque année sur la route au Sénégal », <https://www.agencecofin.com/transports/0707-89867-en-moyenne-644-personnes-tuees-chaque-annee-sur-la-route-au-senegal-partners-west-africa>

39. **Rezapour, M., Moomen, M. et Ksaibati, K. (2019)**, “Ordered logistic models of influencing factors on crash injury severity of single and multiple-vehicle downgrade crashes: A case study in Wyoming” .
40. **Rolisson, J.J., Regev, S., Moutari, S., Feeney, A. (2018)**, “What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of law enforcement views, ordinary drivers’ opinions, and road accident records”, *Accident Analysis and Prevention* 115 (2018) 11–24
41. **Roh, C.G., Park, B.J., Kim, J. (2017)**, “Impact of heavy vehicles on highway traffic flows: case study in the Seoul metropolitan area”, *Journal Transportation Engineering, Part A: Systems* 143(9): 05017008.
42. **Redelmeier, D.A., et Tibshirani, R.J. (1997)**, “Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions.”*New England Journal of Medicine* no. 336 (7):453-458.
43. **Smith, D.C, Schreiber, K.M., Lichenstein, S.B. et Lichenstein, R. (2013)**, “Ambulatory cell phone injuries in the United States: An emerging national concern”, *Journal of Safety Research*
44. **SSATP (2019)**, « L'Afrique en passe d'accélérer les mesures de sécurité routière grâce à l'Observatoire africain de la sécurité routière » <https://www.ssatp.org/fr/page/safer-roads>
45. **Taamneh, M., Alkheder, S., et Taamneh, S. (2017)**, « Data-mining techniques for traffic accident modeling and prediction in the United Arab Emirates”. *Journal of Transportation Safety & Security* ;
46. **Tsala, S. A. Z., Ayissi, M. Z., Azeh, G., Noah, P. A., Ebanda, F. B., & Ohandja, L. M. A. (2021)**, “An in-depth analysis of the causes of road accidents in developing countries: case study of Douala-Dschang Highway in Cameroon”, *Journal of transportation technologies*.
47. **Usman, T., Fu, L., Miranda-Moreno, L.F. (2016)**, “Injury severity analysis: comparison of multilevel logistic regression models and effects of collision data aggregation”, *Journal of Modern Transportation*.
48. **Wang, C., Quddus, M. A., et Ison, S. G. (2009)**, “Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England”. *Accident Analysis and Prevention*, 41(4), 798–808
49. **Wiebe, D. J., Ray, S., Maswabi, T., Kgathi, C., Branas, C. C., 2016)**, “Economic development and road traffic fatalities in two neighbouring African nations”. *African Journal of Emergency Medicine* 6, 80–86.
50. **Wolff, K. et al. (2013)**, “Driving under the influence of drugs”. Report from the Expert Panel on Drug Driving
51. **Yusuff, M.A. (2015)**, “Impact Assessment of Road Traffic Accidents on Nigerian Economy”, *Quest Journals; Journal of Research in Humanities and Social Science*